

Diagnosi energetica negli edifici

Michele De Carli

DII – Dipartimento di Ingegneria
Industriale

Università degli Studi di Padova

DIAGNOSI ENERGETICA

Analizzare un edificio dal punto di vista energetico e valutarne i possibili miglioramenti energetici

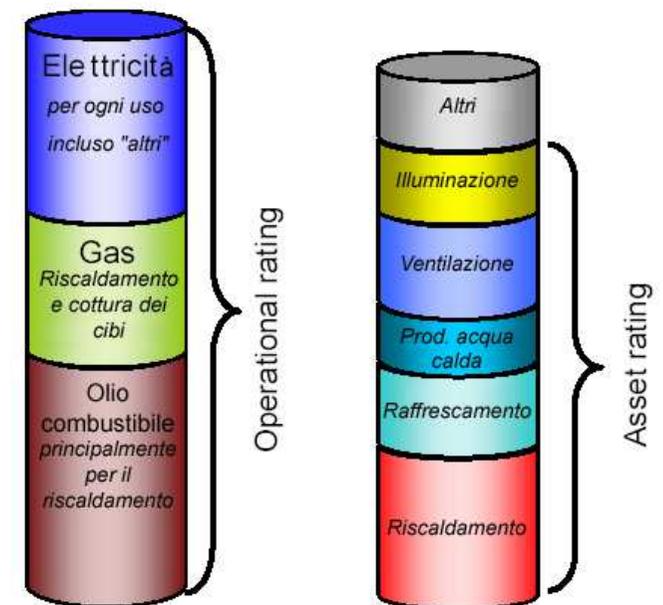
Occorre capire come mai si raggiungono determinati consumi in un edificio.

Asset Rating:

Stima standardizzata basata su occupazione e comportamenti standard (certificato)

Operational rating:

Stima basata sulle bollette e su misure. Consumo dell'edificio nelle condizioni reali d'uso.



PROBLEMA

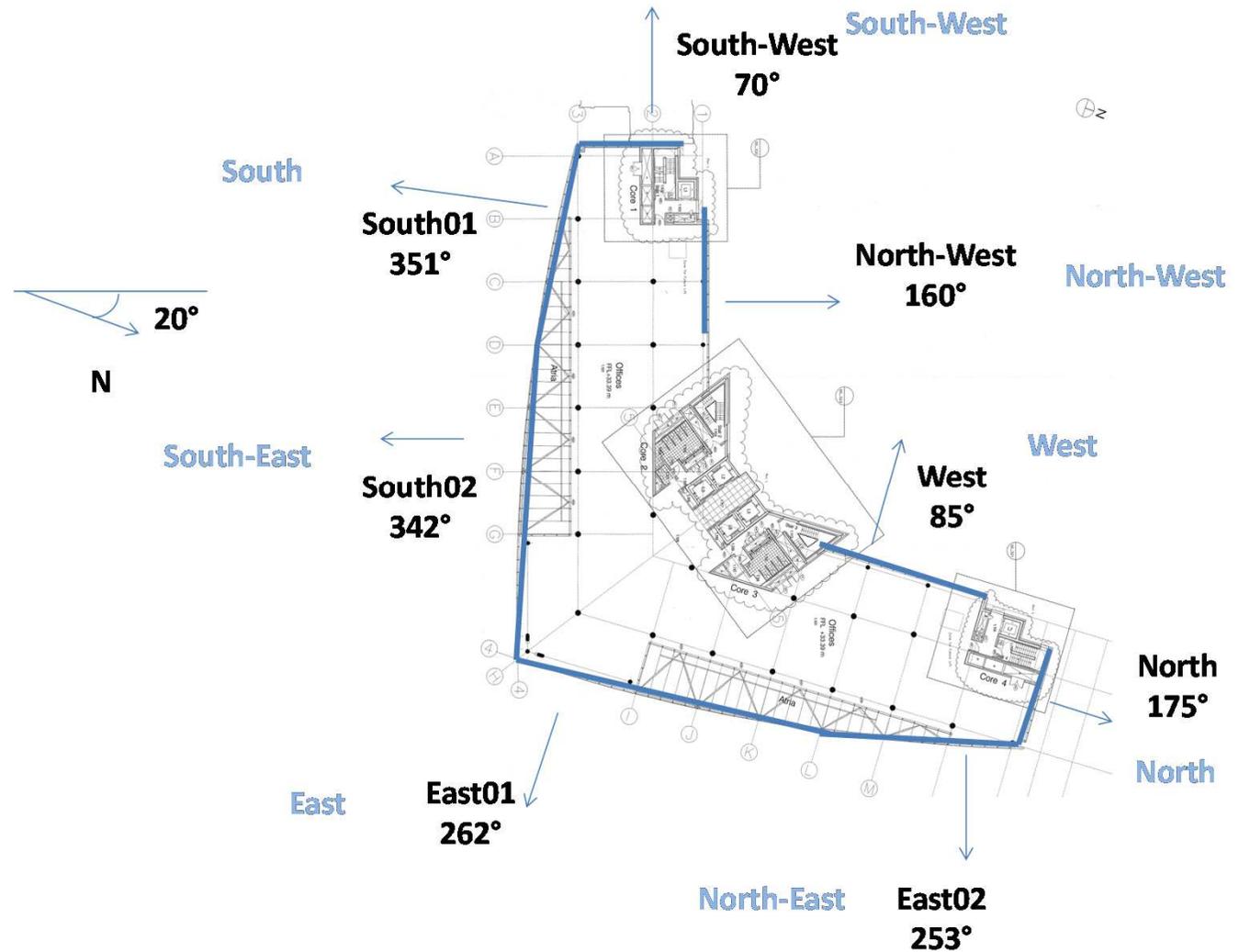
Quali sono i dati di partenza?

- Dettagli sulle bollette
- Dettagli architettonici e strutturali
- Dettagli sull'occupazione
- Dettagli sull'utilizzo
- Dettagli sugli impianti
- Ci sono misure?
- Quali codici utilizzare?
- Ecc.



ASPETTI ARCHITETTONICI

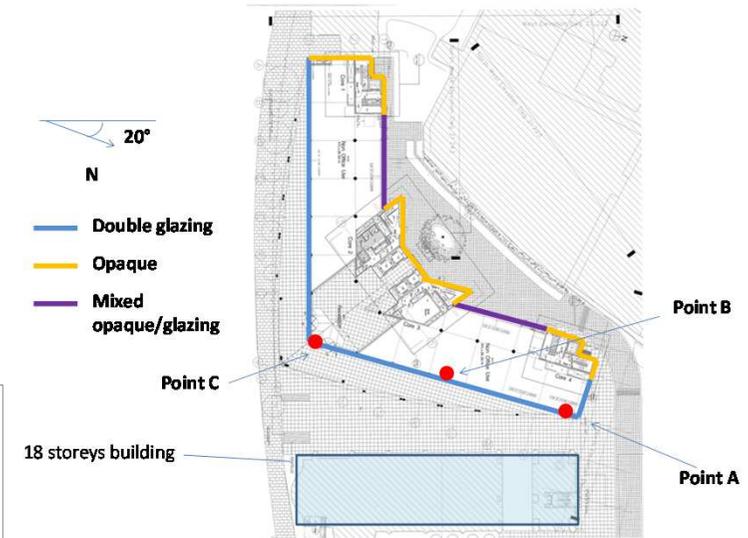
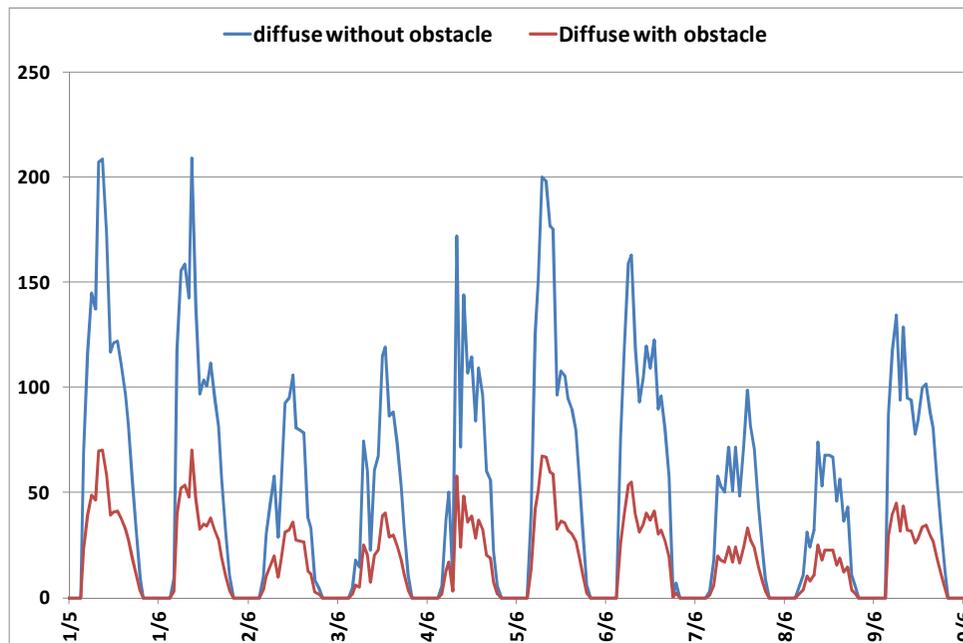
Occorre analizzare le strutture esterne:
Tipologie costruttive e orientazioni



ASPETTI ARCHITETTONICI

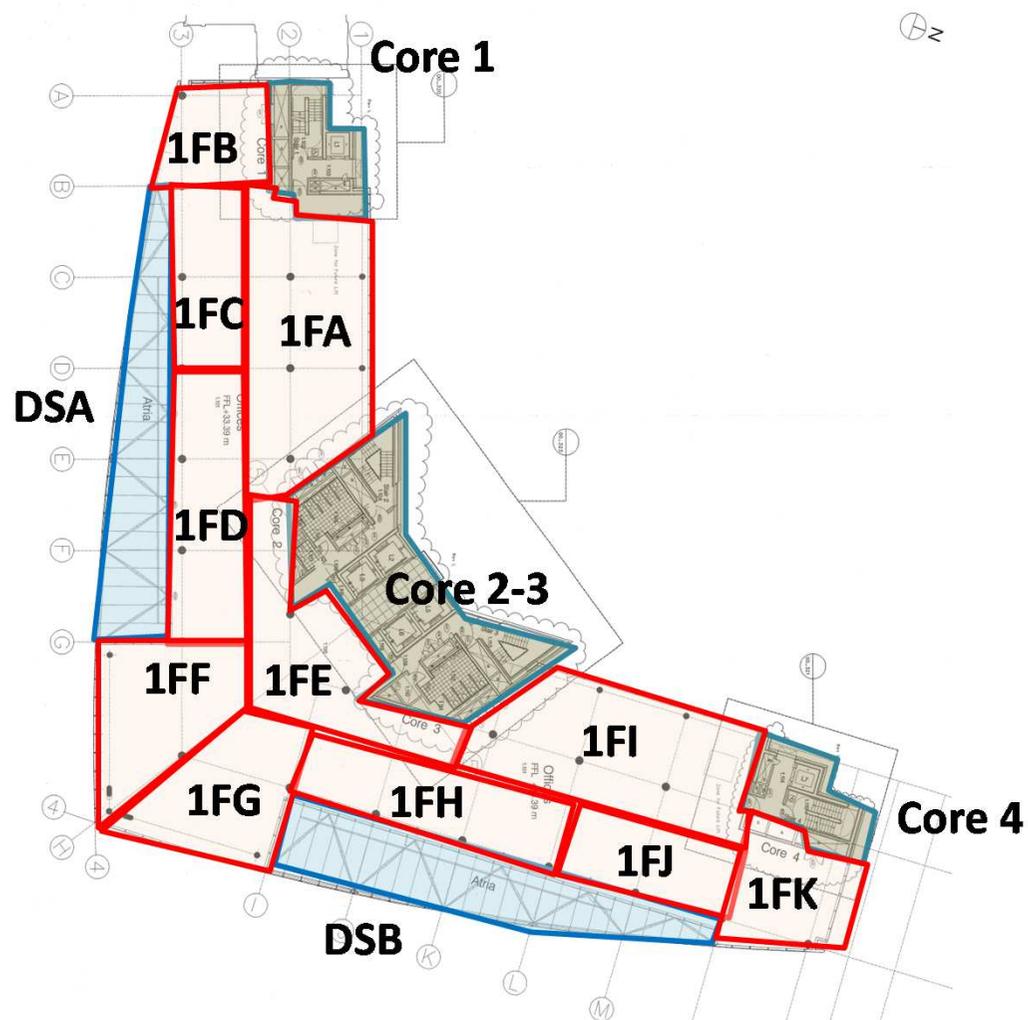
Occorre analizzare il contesto urbano: possono esserci edifici che schermano l'edificio in esame

Lo stesso edificio può avere elementi architettonici che schermano



ASPETTI ARCHITETTONICI

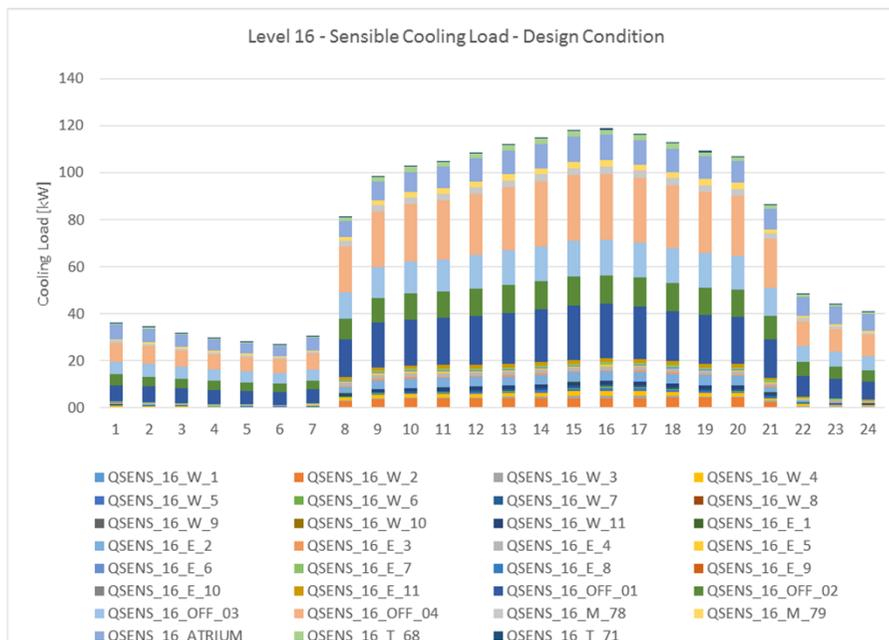
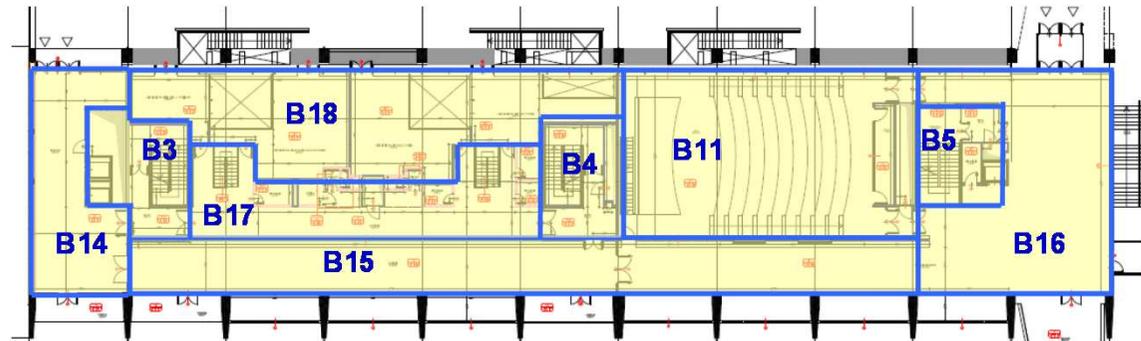
Occorre effettuare un modello semplice, ma rappresentativo dell'edificio.



CONDIVISIONE DEGLI SFORZI

Talvolta il committente può pretendere modelli complessi

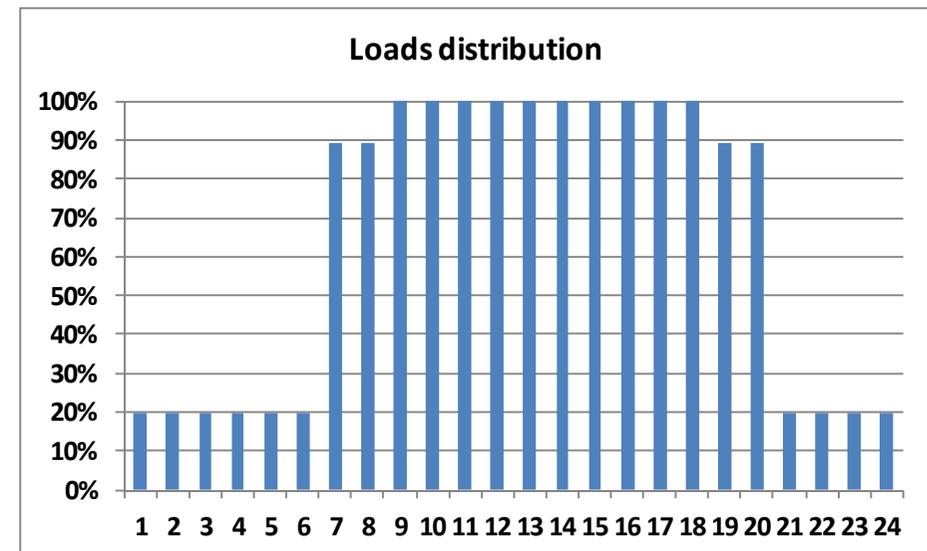
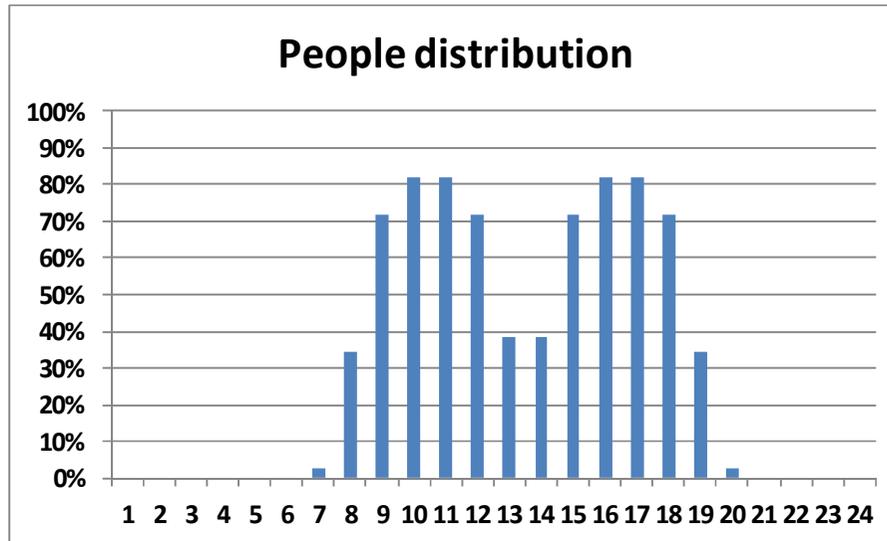
Occorre che gli input vengano dati in modo dettagliato per ogni zona richiesta



Occorre gestire sia gli input che gli output

CARICHI INTERNI

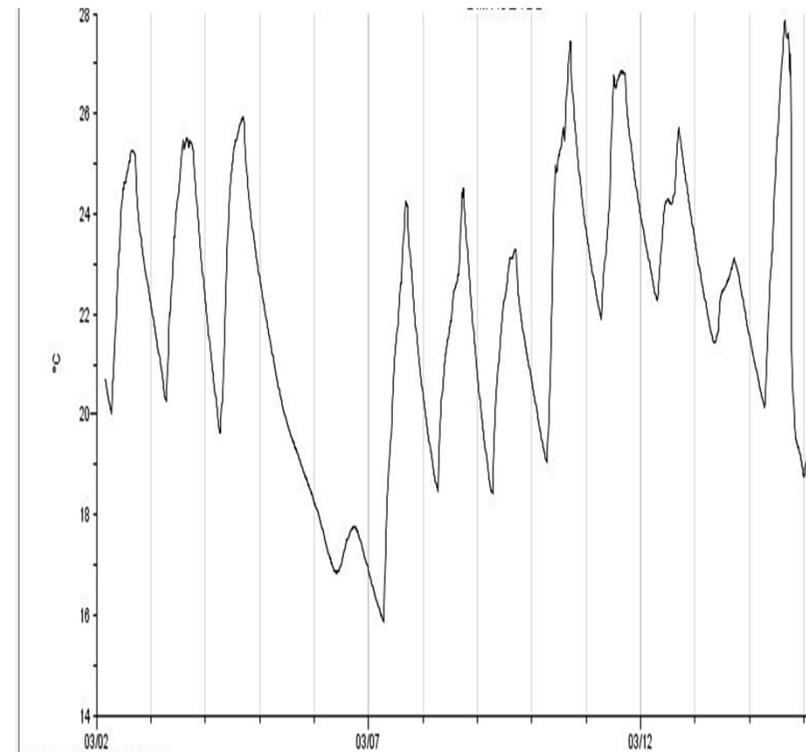
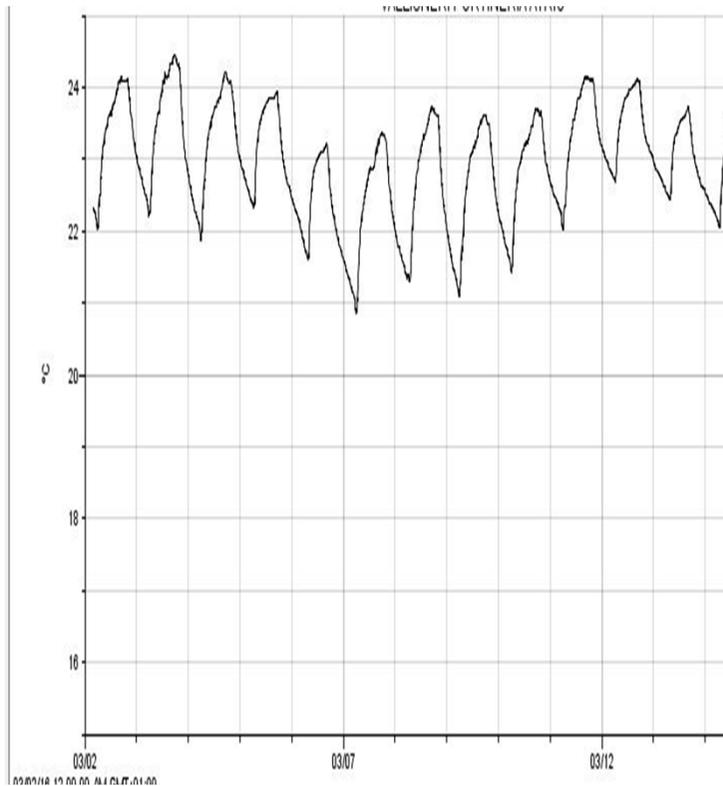
Diversi studi hanno dimostrato una presenza inferiore rispetto alle condizioni di progetto



TEMPERATURE INTERNE

Bisognerebbe effettuare delle misure di temperatura.

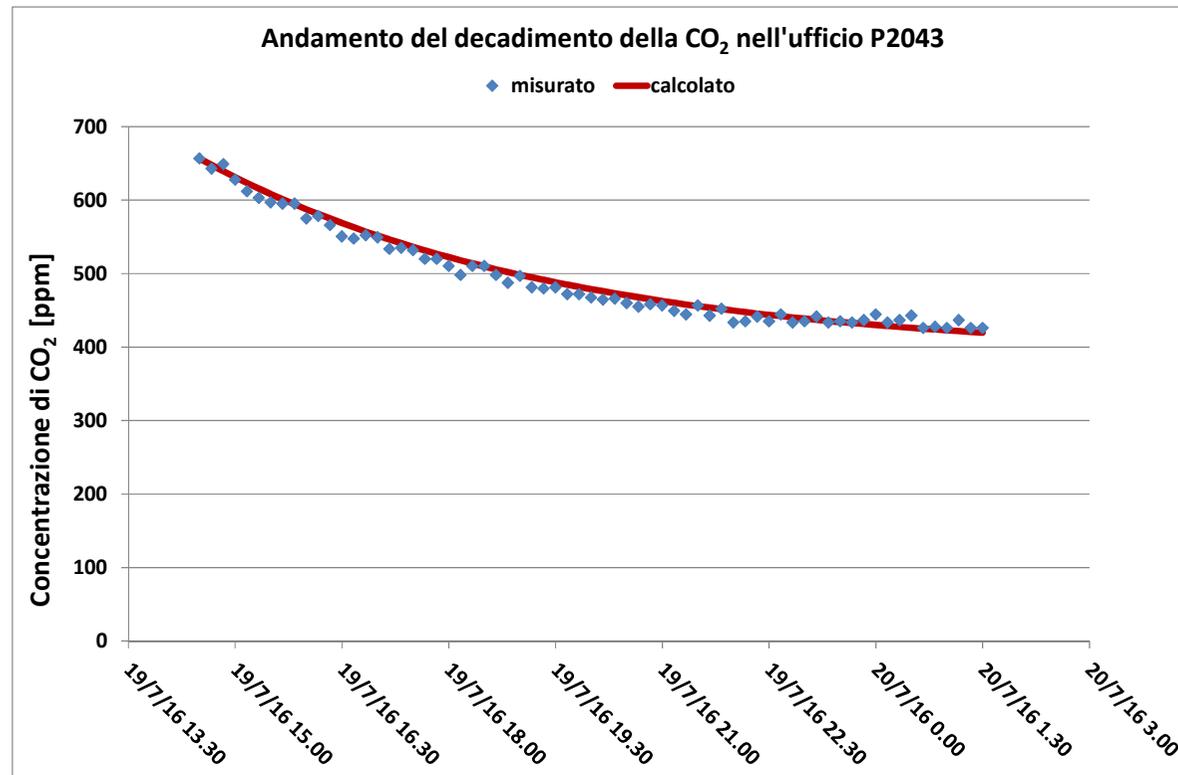
Chi garantisce che le temperature delle zone misurate siano rappresentative degli altri ambienti?



PORTATA DI VENTILAZIONE

Portate di ventilazione:

- Si sa la portata complessiva in un edificio, ma difficilmente ai singoli piani
- Se gli impianti sono complessi (portata variabile) è difficile poter sapere il valore medio
- Tasso di infiltrazione (normalmente 0,1-0,15 Vol/h)



MODELLI DI CALCOLO

Dipende dal problema:

- Edifici residenziali o di piccole dimensioni: metodo quasi-stazionario



- Problema sulla determinazione del carico frigorifero e sulla parte latente

- Preferibile l'utilizzo dei codici dinamici

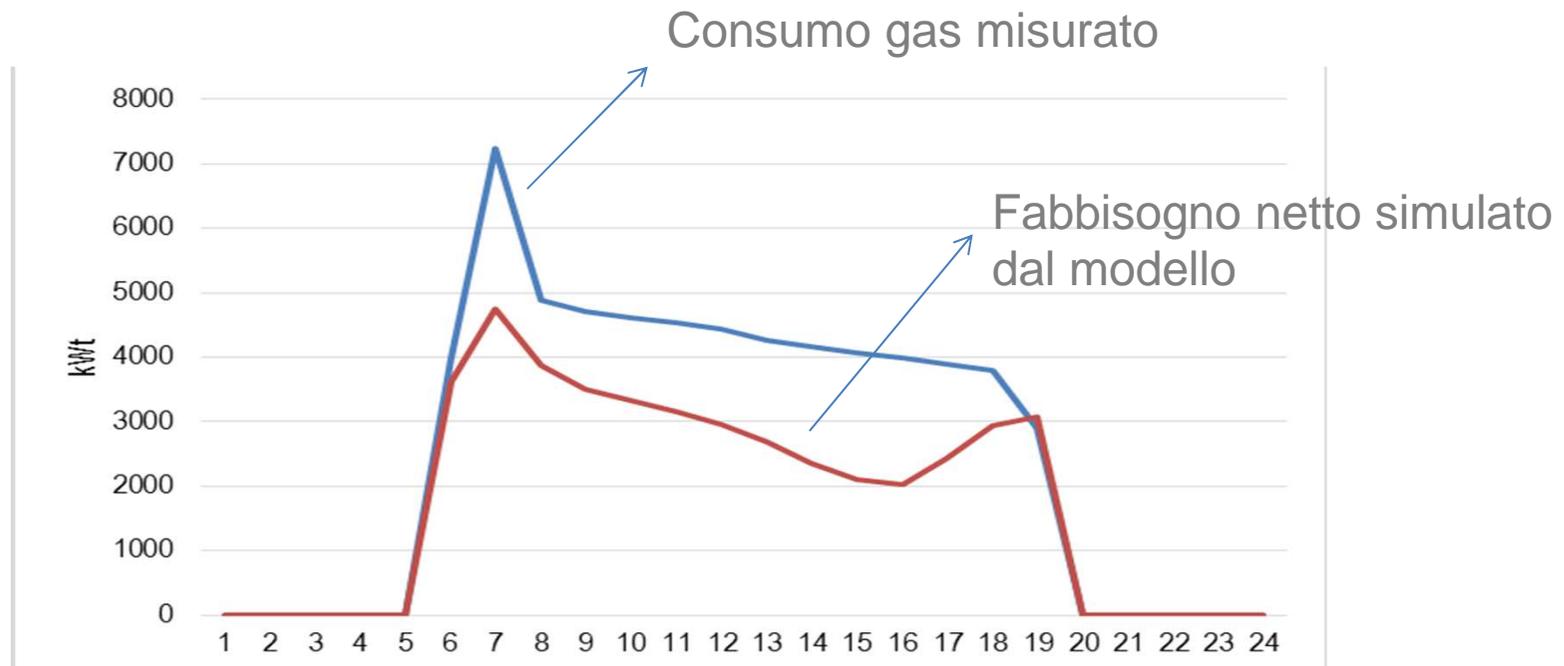


Da utilizzare solamente per il fabbisogno netto dell'edificio

DAL FABBISOGNO AL CONSUMO

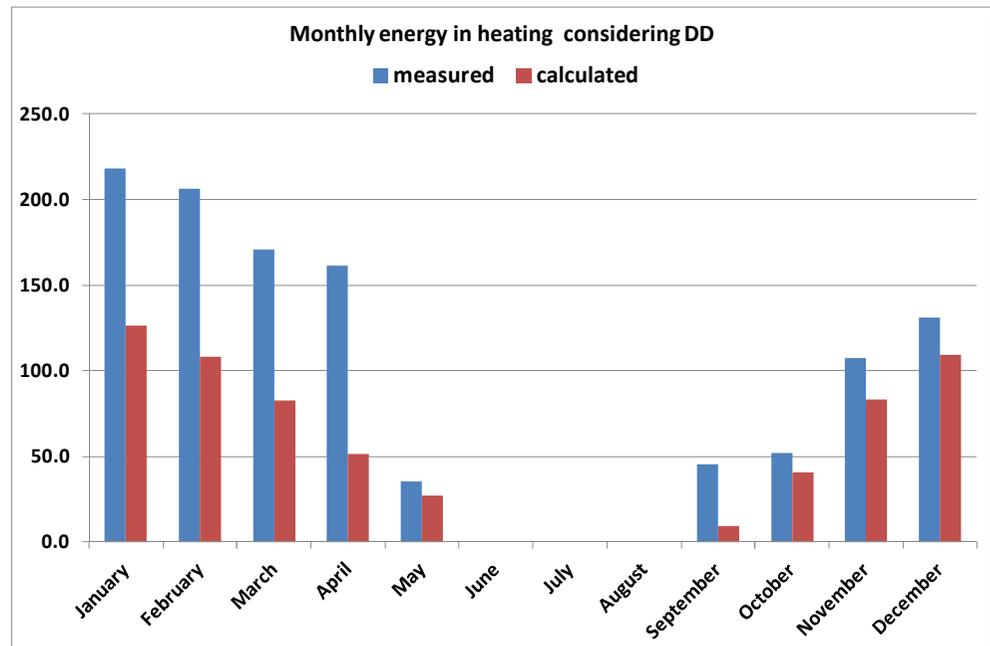
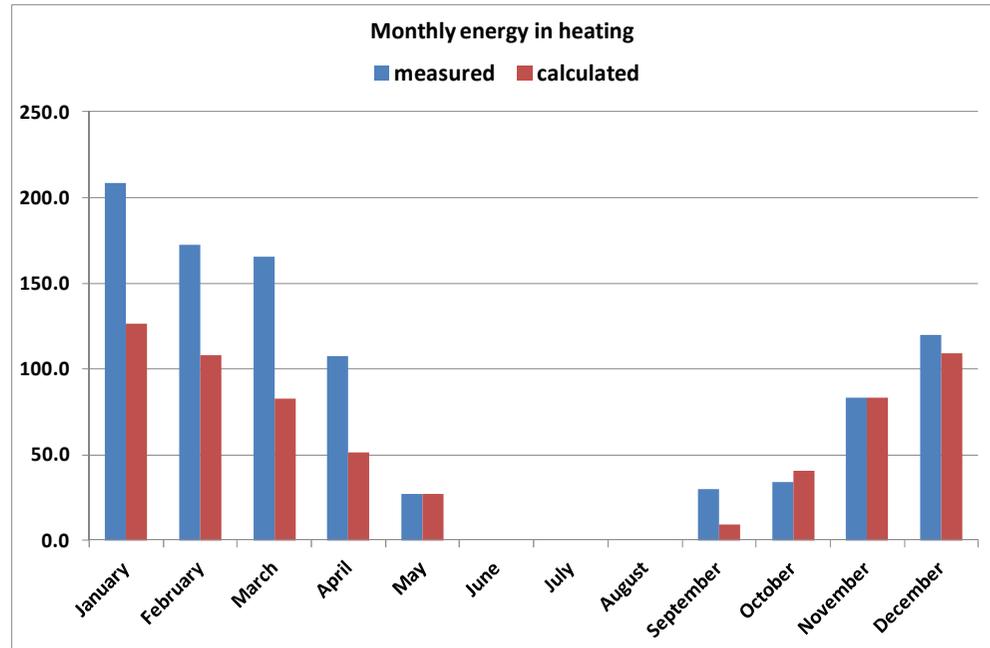
Dati generalmente mancanti:

- Regolazione
- Temperatura di esercizio degli impianti
- Distribuzione idronica e dell'aria
- Rendimenti di impianto
- Rendimenti dell'impianto in condizioni di parzializzazione
- Efficienza dei chiller



CONFRONTO TRA SIMULAZIONE E MISURE

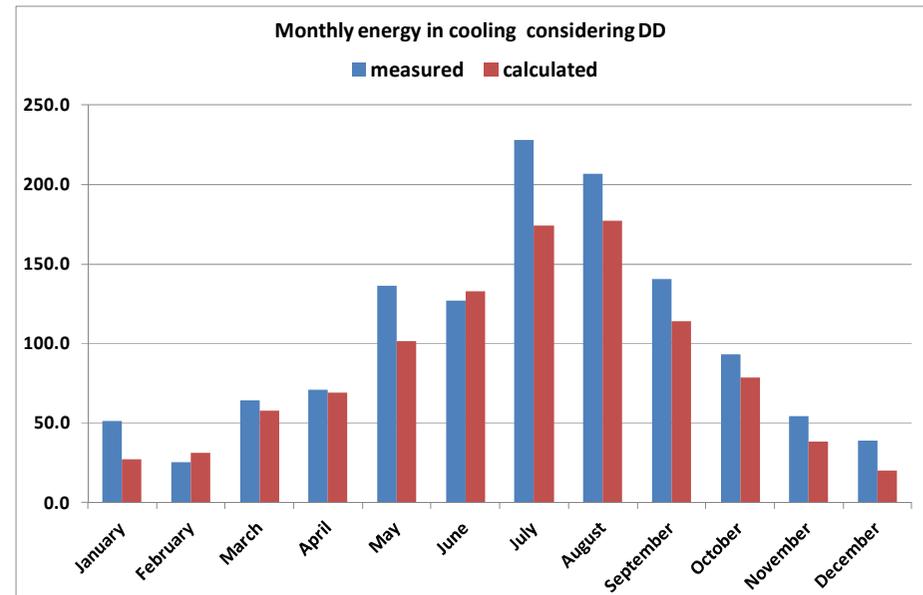
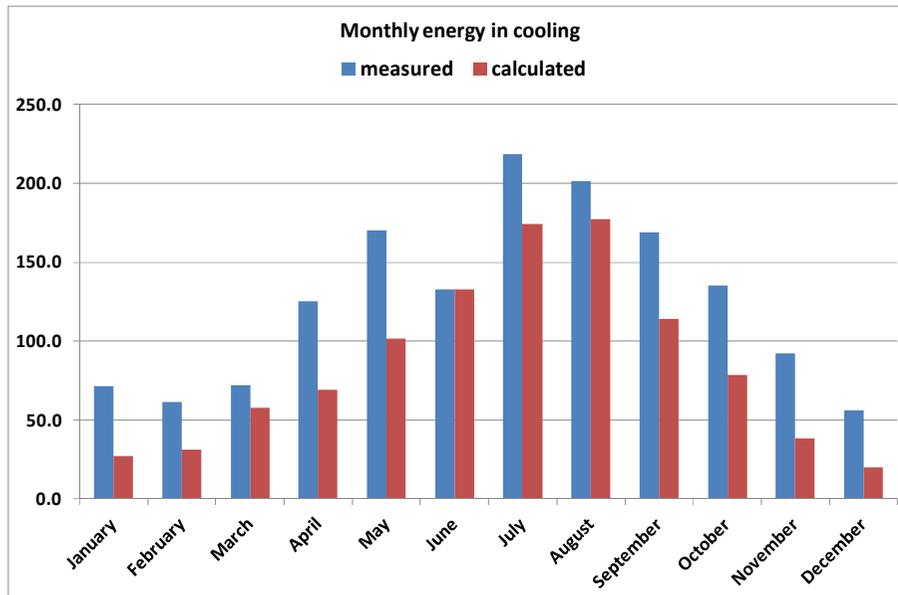
	2011	TRY
January	5.7	4.9
February	7.7	4.9
March	7.7	7.2
April	13.2	8.8
May	14.5	12.2
June	15.9	15.3
July	17.2	17.9
August	17.5	17.9
September	17.2	14.8
October	14.9	11.2
November	10.9	7.6
December	7.5	6.1



CORREZIONE DEI VALORI IN RAFFRESCAMENTO

Più difficile:

- Non c'è una temperatura vera e propria di riferimento
- L'edificio potrebbe avere bisogno di raffrescamento anche in inverno (impianti a 4 tubi)
- Bisogna considerare le condizioni esterne sia per il fabbisogno dell'edificio che per l'EER delle macchine frigorifere



EFFICIENZA DEGLI IMPIANTI

- Valutata su valori medi
- Più in dettaglio si va, maggiori sono le assunzioni e gli errori che si commettono

Dai valori tabulati di norma

emission	heating	96%
	cooling	96%
control	heating	94%
	Cooling	94%
distribution	heating	95%
	cooling	95%
distribution, emission, control	heating	86%
	cooling	86%
generation		90%
overall		70%

Δ (consumo-simulazione)

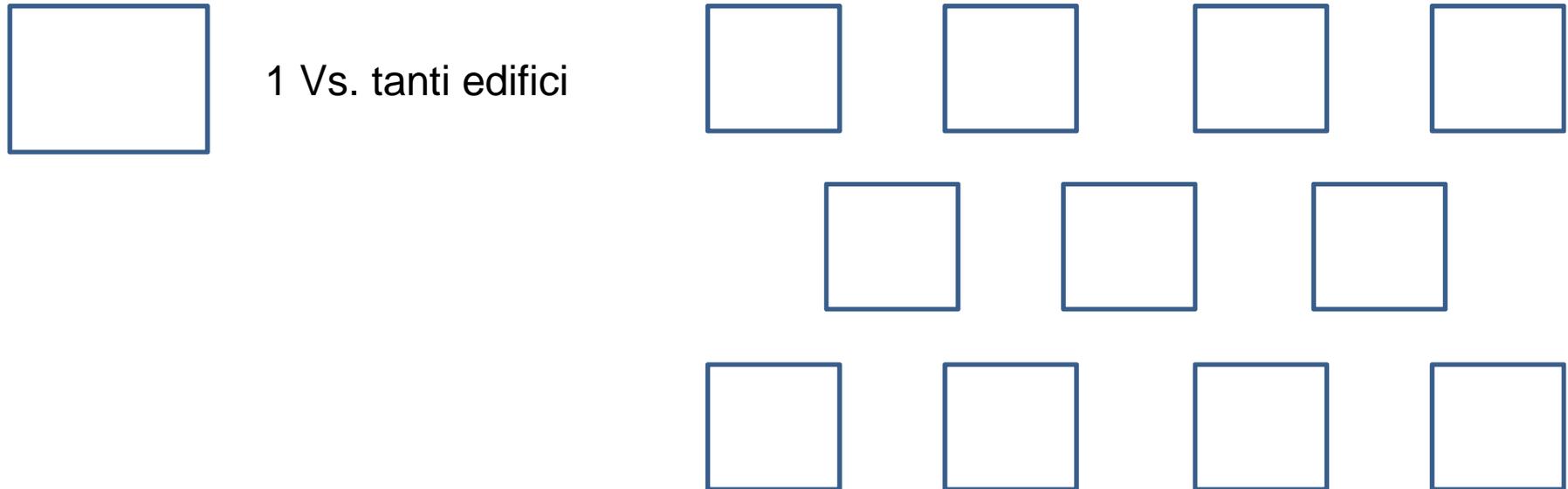
- For cooling purposes.
 - For the whole year is 83%
 - From February to November is 85%

Δ (consumo-simulazione)

- For heating purposes:
 - Considering emission+distr.+control 83%
 - Overall efficiency (including generation): 74%
 - Considering emission+distr.+control 85%
 - Overall efficiency (including generation): 72%

ALTRE DIFFICOLTA'

- Interventi di grande dimensione



- Impianti senza contabilizzazione
- Edifici con diversi usi
- Diversi gradi di dettaglio delle informazioni a disposizione

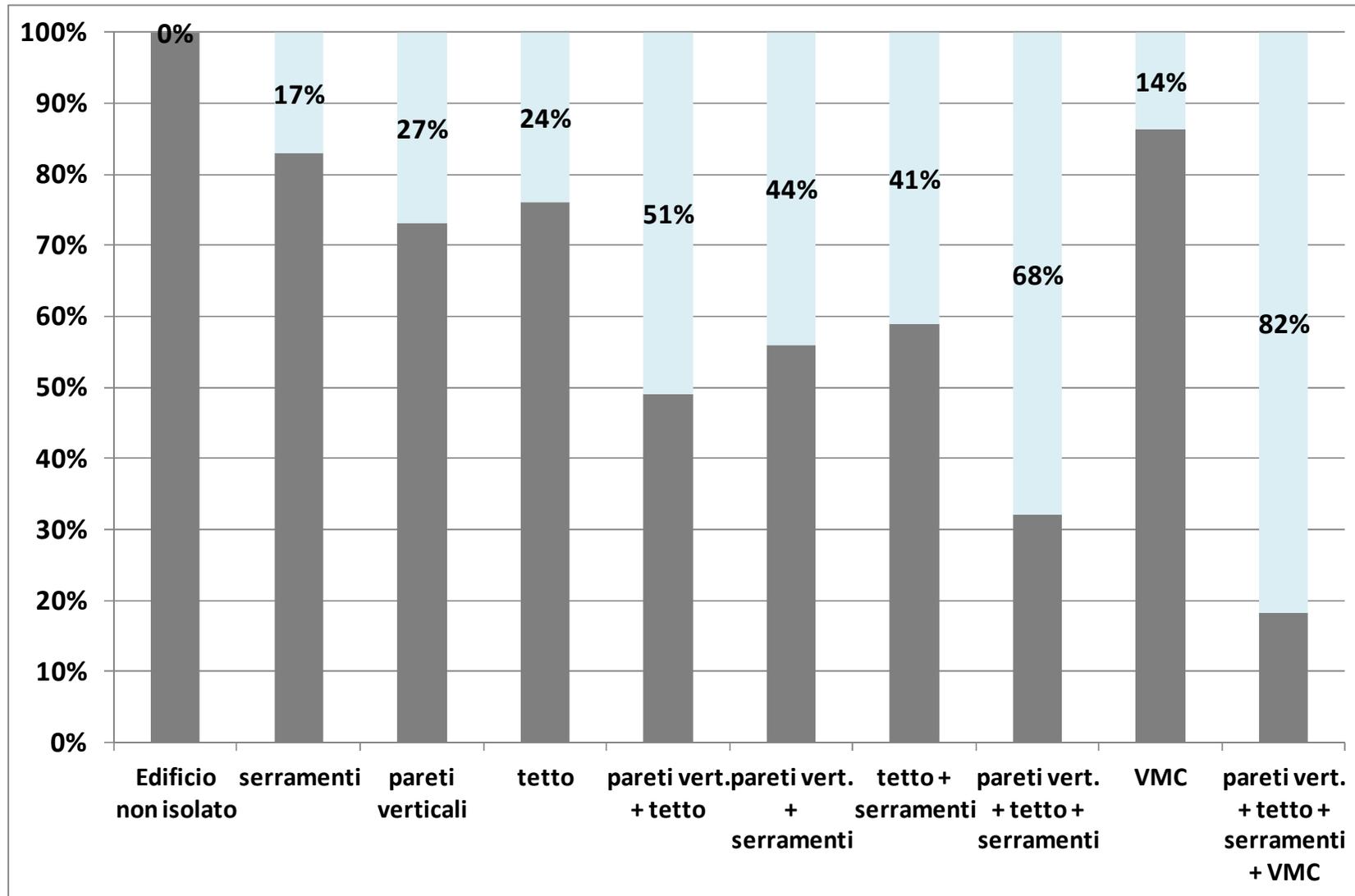
DIFFICOLTA' IMPIANTISTICHE

- Impianti di diverso tipo a servizio dello stesso edificio
- Impianti di tipo diverso in gruppi di edifici
- Impianti con fluidi a diverse temperature

DOVE INTERVENIRE?

- Impianti: tempo di ritorno più rapido, ma risultato inferiore come risparmio
- Involucro: intervento più oneroso: tempo di ritorno più lungo, ma effetto di rinnovo dell'involucro, riqualifica e nuova immagine dell'edificio
- Retrofit completo (deep retrofit)

- Risparmi potenziali in edifici residenziali



- Risparmi potenziali in edifici terziario con elevate portate d'aria

Cappotto Esterno



5 %

Cappotto Esterno + Rifacimento Facciata



12 %

Recupero Aria Espulsa



35 %

Riqualificazione totale



47 %

SOSTITUZIONE DEL GENERATORE

Caldaie a condensazione:

Aspetti positivi:

- ✓ Permettono un risparmio tra il 10% e il 30%
- ✓ Aumento di efficienza con installazione di valvole termostatiche
- ✓ Basso costo di installazione
- ✓ Veloce PBT

Aspetti negativi:

- ✓ Non utilizzano fonti rinnovabili

SOSTITUZIONE DI UN GENERATORE

Caldaie a pellet:

Aspetti positivi:

- ✓ Permettono un risparmio soprattutto rispetto al gasolio
- ✓ Sono rinnovabili
- ✓ Costo limitato di installazione

Aspetti negativi:

- ✓ Volumi di stoccaggio della biomassa
- ✓ Efficienza e costi di manutenzione in funzione della qualità del pellet
- ✓ Emissioni di altre sostanze in atmosfera

SOSTITUZIONE DI UN GENERATORE

Pompe di calore:

Aspetti positivi:

- ✓ Permettono un risparmio tra il 30% e il 40%
- ✓ Possono combinarsi con impianti fotovoltaici
- ✓ Emissioni nulle locali
- ✓ Possono riscaldare e raffrescare

Aspetti negativi:

- ✓ Richiedono terminali a bassa temperatura

SOSTITUZIONE DI UN GENERATORE

Collettori solari termici:

Aspetti positivi:

- ✓ Permettono un risparmio del 50% sull'ACS
- ✓ Rinnovabile

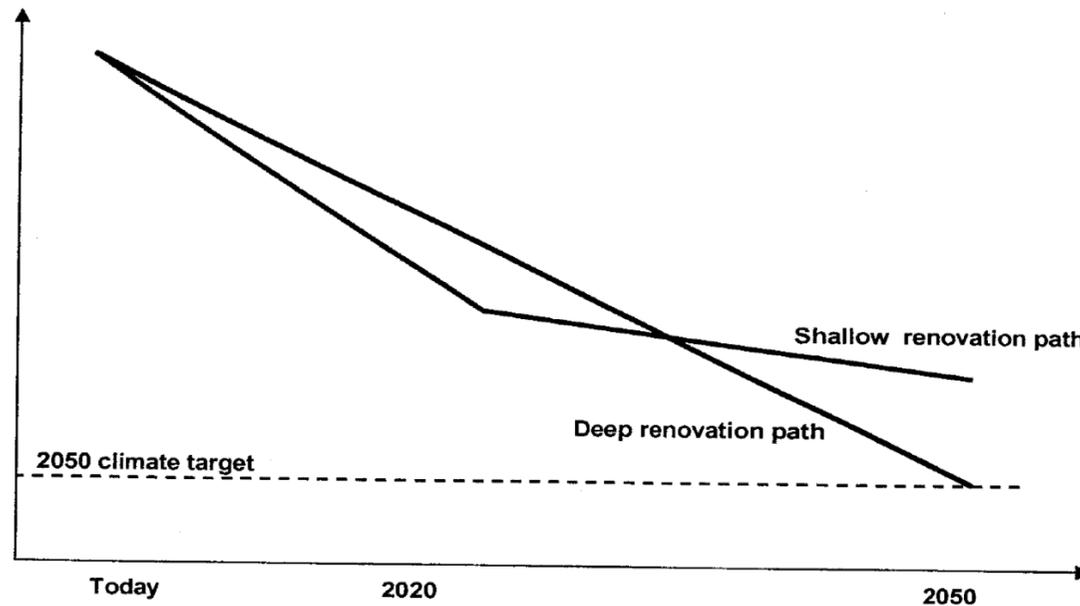
Aspetti negativi:

- ✓ Non possono dare un contributo sostanziale al riscaldamento anche se sovradimensionati

IL CONCETTO DI DEEP RETROFIT

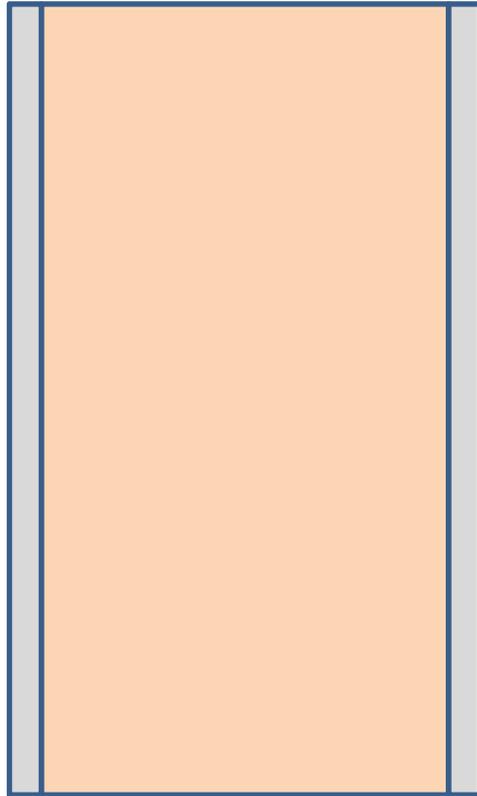
Utilizzare i soldi in retrofit diffusi ma limitati (e con piccoli risparmi) invece di effettuare meno ma più pesanti ristrutturazioni (con maggiori risparmi) può condurre a conseguenze involontarie e irreversibili nel lungo termine.

Per soddisfare i requisiti di breve termine (che sembrano dare ROI più brevi) si rischia di fallire il risultato a lungo termine.



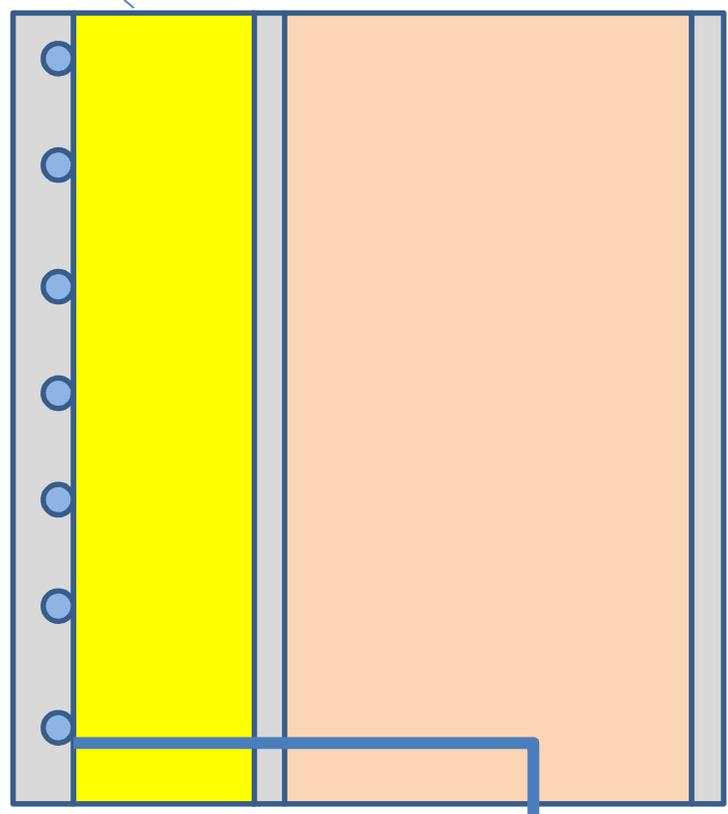
UN ESEMPIO

Muro esistente



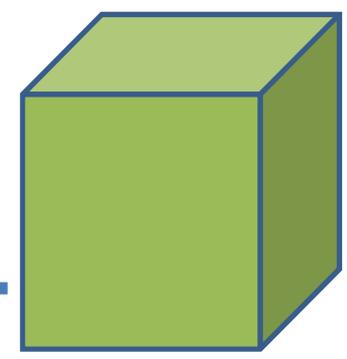
Isolante

Muro esistente



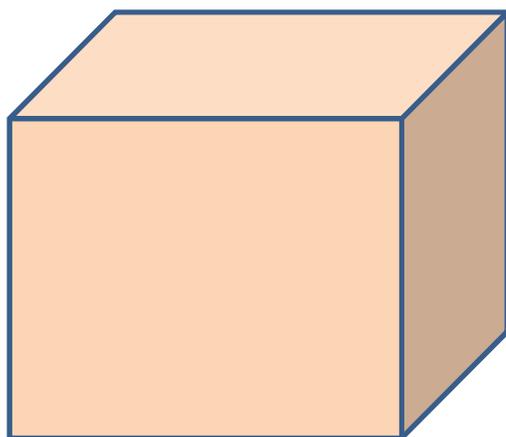
PV in
copertura 

Cartongesso con
impianto radiante



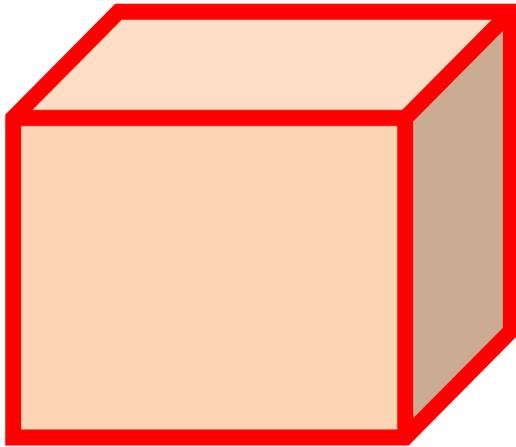
PDC

**ESEMPIO:
EDIFICIO
ESISTENTE**



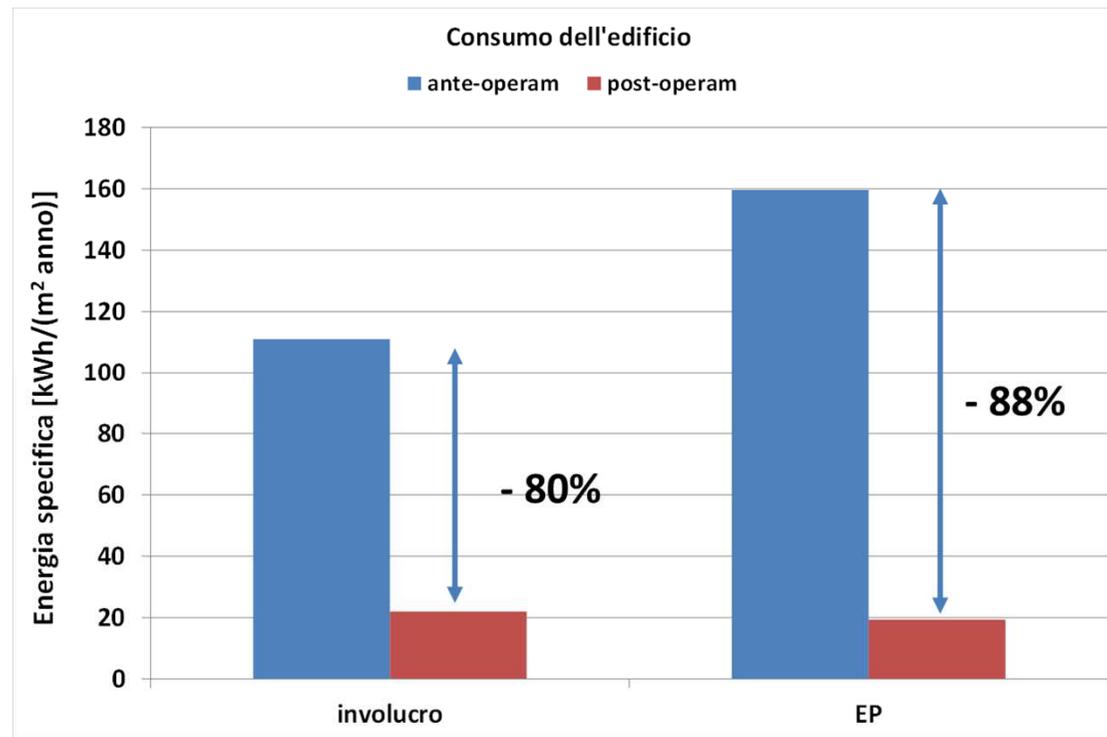
L	30m	
W	16m	
H	18m	
Volume lordo	8640m ³	
S. disperdente	2616m ²	
S/V	0.30	
S. utile	2880m ²	
Rapporto A.I.	0.125	
S. finestre	360.0	12.5%
U _{op}	1.3W/(m ² K)	
U _w	6.0W/(m ² K)	

**ESEMPIO:
EDIFICIO
RIQUALIFICATO**



L	30m	
W	16m	
H	18m	
Volume lordo	8640m ³	
S. disperdente	2616m ²	
S/V	0.30	
S. utile	2880m ²	
Rapporto A.I.	0.125	
S. finestre	360.0	12.5%
Uop	0.2W/(m ² K)	
Uw	1.4W/(m ² K)	

- ✓ Con isolamento interno ridurrebbe solamente del 3% la superficie in pianta dello stabile
- ✓ Si potrebbero integrare altri sistemi e/o impianti



Risparmio sul fabbisogno netto

Risparmio sull'energia primaria

CONCLUSIONI

Se possibile:

- Avere dati misurati
- Avere committenza disponibile a semplificare il problema

Metodi di calcolo:

- Dinamici solo per la parte edificio
- Semplificati per la parte impianto

Dalle simulazioni si capiscono facilmente le possibili soluzioni di efficientamento:

- Recupero di calore sull'aria
- Modifica dell'involucro

Con la modellazione semplificata degli impianti si possono proporre:

- Soluzioni di generazione differente
- Utilizzo delle rinnovabili



Il laboratorio Zero Energy Building dell'Università di Padova

Che cos'è UNIZEB?

- **Laboratorio didattico permanente**
- **Multidisciplinare**
- **Progettazione e realizzazione di un edificio pilota sostenibile**
- **Criteri ispiranti: Solar Decathlon**
- **Edificio completamente smontabile e rimontabile**



Aspetti ambientali:

- **Qualità dell'edificio e degli impianti a loro servizio:**
 - **Materiali utilizzati (isolanti)**
 - **Accessibilità dei mezzi di comunicazione e mobilità**
 - **Utilizzo delle acque pluviali**
 - **Sistemazione del suolo esterno**
 - **Consumi energetici globali**
 - **Utilizzo delle rinnovabili (energia solare, pompe di calore)**
 - **Storage energetico**
 - **Riciclabilità dei materiali da costruzione**
 - **Emissione di sostanze inquinanti da parte dei materiali di finitura**
 - **Nuovi materiali**
 - **Nuove tecnologie**
 - **Illuminazione e distribuzione elettrica (AC, DC)**
 - **Acque reflue e rifiuti**

Aspetti indoor:

- **Qualità dell'ambiente interno:**
 - **Comfort termico**
 - **Comfort acustico**
 - **Comfort luminoso (daylighting e schermature solari)**
 - **Qualità dell'aria**
 - **Efficienza di ventilazione**
 - **Accessibilità**
 - **Domotica**
 - **Nuovi elettrodomestici**
 - **Occupant's behaviour**
 - **Engagement of occupants**
 - **Digital life**

Aspetti di mercato:

- **Contestualizzazione, innovazione, comunicazione:**
 - **Urbanistica**
 - **Modularità**
 - **Marketing**
 - **Sostenibilità economica**
 - **Finalità di utilizzo del modulo**
 - **Social housing**
 - **Social hubs**
 - **Diffusione e comunicazione**