



**OIBA**  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
della Provincia di Bari



Politecnico  
di Bari

Con la partecipazione di

**ENEA**  
Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

# SMART BUILDINGS

*e Comunità Energetiche*

**BARI, 21 marzo 2023**

**Aula Multimediale – Politecnico di Bari**

## RISPARMIO ENERGETICO E QUALITÀ INDOOR NEGLI AMBIENTI DI VITA E DI LAVORO

Francesco Martellotta  
DARCOD, Politecnico di Bari  
Laboratorio di Fisica Tecnica



LABORATORIO  
DI FISICA TECNICA



Politecnico  
di Bari

# CHE COSA È L'«INDOOR ENVIRONMENT QUALITY»?



- La qualità ambientale interna (IEQ) comprende le condizioni all'interno di un edificio (qualità dell'aria, illuminazione, condizioni termiche, ergonomia) e i loro effetti sugli occupanti o residenti.
- Le strategie per affrontare l'IEQ includono quelle che proteggono la salute umana, migliorano la qualità della vita e riducono lo stress e le potenziali lesioni.
- Una migliore qualità dell'ambiente interno può migliorare la vita degli occupanti dell'edificio, aumentarne il valore e ridurre la eventuali responsabilità per i proprietari.

# CHE COSA È L'«INDOOR ENVIRONMENT QUALITY»?



- Poiché i costi del personale superano i costi operativi di un edificio per uffici, le strategie che migliorano la salute e la produttività dei dipendenti nel lungo periodo possono avere un grande ritorno economico.
- Gli obiettivi di miglioramento della IEQ spesso si concentrano sulla fornitura di ambienti stimolanti e confortevoli per gli occupanti e sulla riduzione al minimo del rischio di problemi di salute legati all'edificio.

# CHE COSA È L'«INDOOR ENVIRONMENT QUALITY»?



- Per rendere gli edifici luoghi in cui le persone si sentono bene e sono a loro agio, è necessario bilanciare strategie che promuovono l'efficienza e la conservazione dell'energia con quelle che rispondono ai bisogni degli occupanti e promuovono il benessere.
- Idealmente, le strategie migliori devono fare entrambe le cose: le soluzioni che risparmiano energia, acqua e materiali contribuiscono anche a una ottimale esperienza indoor.

# QUALI SONO LE STRATEGIE MIGLIORI PER L'IEQ?



- Usare l'illuminazione diurna.
- Installare finestre performanti.
- Consentire agli occupanti il controllo della temperatura e della ventilazione.
- Consentire agli occupanti il controllo dell'illuminazione.
- Ascoltare le esigenze degli occupanti.
- Includere un design acustico appropriato.

# QUALI VANTAGGI OTTENIAMO CONSIDERANDO L'IEQ?

ITACA



BREEAM®

CAM

- ITACA assegna 20 su 100 punti per IEQ
- LEED assegna 16 su 110 punti
- BREEAM assegna 13 punti su 100
- I CAM edilizia 2022 considerano
  - Impianti di illuminazione per interni
  - Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria
  - Benessere termico
  - Illuminazione naturale
  - Dispositivi di ombreggiamento
  - Prestazioni e comfort acustico

# QUALI SONO LE IMPLICAZIONI ENERGETICHE?



- È evidente che ciascuno degli aspetti considerati può avere notevoli implicazioni sui consumi energetici
- L'unico modo per garantire un approccio bilanciato è quello di prevedere un adeguato sistema di gestione

# QUALI SONO LE IMPLICAZIONI ENERGETICHE?



## 2.4.3 Impianti di illuminazione per interni

### Criterio

Fermo restando quanto previsto dal decreto interministeriale 26 giugno 2015 «Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici», i progetti di interventi di nuova costruzione, inclusi gli interventi di demolizione e ricostruzione e degli interventi di ristrutturazione prevedono impianti d'illuminazione, conformi alla norma UNI EN 12464-1, con le seguenti caratteristiche:

- a. sono dotati di sistemi di gestione degli apparecchi di illuminazione in grado di effettuare accensione, spegnimento e dimmerizzazione in modo automatico su base oraria e sulla base degli eventuali apporti luminosi naturali. La regolazione di tali sistemi si basa su principi di rilevazione dello stato di occupazione delle aree, livello di illuminamento medio esistente e fascia oraria. Tali requisiti sono garantiti per edifici ad uso non residenziale e per edifici ad uso residenziale limitatamente alle aree comuni;
- b. Le lampade a LED per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici hanno una durata minima di 50.000 (cinquantamila) ore.





# QUALI SONO LE IMPLICAZIONI ENERGETICHE?



## 2.4.7 Illuminazione naturale

### Criterio

Nei progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione e demolizione e ricostruzione, al fine di garantire una dotazione e una distribuzione minima dell'illuminazione naturale all'interno dei locali regolarmente occupati<sup>6</sup>, per qualsiasi destinazione d'uso (escluse quelle per le quali sono vigenti norme specifiche di settore come sale operatorie, sale radiologiche, ecc. ed escluse le scuole materne, gli asili nido e le scuole primarie e secondarie, per le quali sono prescritti livelli di illuminazione naturale superiore) è garantito un illuminamento da luce naturale di almeno 300 lux, verificato almeno nel 50% dei punti di misura all'interno del locale, e di 100 lux, verificato almeno nel 95% dei punti di misura (livello minimo). Tali valori devono essere garantiti per almeno la metà delle ore di luce diurna.

Per le scuole primarie e secondarie è garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 500 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 300 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello medio).

Per le scuole materne e gli asili nido è garantito un livello di illuminamento da luce naturale di almeno 750 lux, verificato nel 50% dei punti di misura e 500 lux verificato nel 95% dei punti di misura, per almeno la metà delle ore di luce diurna (livello ottimale).

Per altre destinazioni d'uso, la stazione appaltante può comunque prevedere un livello di illuminazione naturale superiore al livello minimo, richiedendo al progettista soluzioni architettoniche che garantiscano un livello medio o ottimale, così come definito per l'edilizia scolastica.

# QUALI SONO LE IMPLICAZIONI ENERGETICHE?



## 2.4.8 Dispositivi di ombreggiamento

### Criterio

Nei progetti di ristrutturazione urbanistica, nuova costruzione e demolizione e ricostruzione, è garantito il controllo dell'immissione di radiazione solare diretta nell'ambiente interno prevedendo che le parti trasparenti esterne degli edifici, sia verticali che inclinate, siano dotate di sistemi di schermatura ovvero di ombreggiamento fissi o mobili verso l'esterno e con esposizione da EST a OVEST, passando da Sud. Il soddisfacimento di tale requisito può essere raggiunto anche attraverso le specifiche caratteristiche della sola componente vetrata (ad esempio con vetri selettivi o a controllo solare).

Le schermature solari possiedono un valore del fattore di trasmissione solare totale accoppiato al tipo di vetro della superficie vetrata protetta inferiore o uguale a 0,35 come definito dalla norma UNI EN 14501.



# QUALI SONO LE IMPLICAZIONI ENERGETICHE?



## 2.4.5 Aerazione, ventilazione e qualità dell'aria

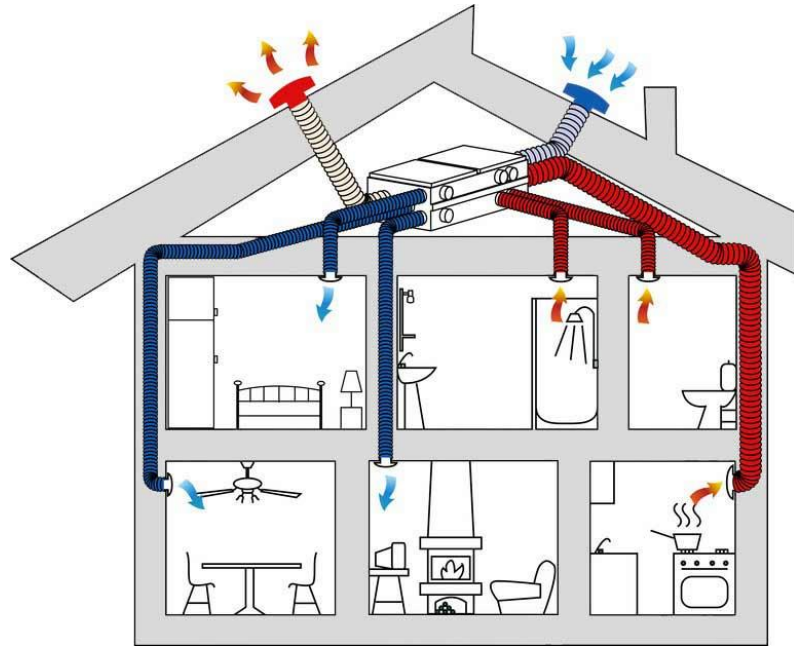
### Criterio

Fermo restando il rispetto dei requisiti di aerazione diretta in tutti i locali in cui sia prevista una possibile occupazione da parte di persone anche per intervalli temporali ridotti; è necessario garantire l'adeguata qualità dell'aria interna in tutti i locali abitabili tramite la realizzazione di impianti di ventilazione meccanica, facendo riferimento alle norme vigenti.

Per tutte le nuove costruzioni, demolizione e ricostruzione, ampliamento e sopra elevazione e le ristrutturazioni importanti di primo livello, sono garantite le portate d'aria esterna previste dalla UNI 10339 oppure è garantita almeno la Classe II della UNI EN 16798-1, *very low polluting building* per gli edifici di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ampliamento e sopra elevazione e *low polluting building* per le ristrutturazioni importanti di primo livello, in entrambi i casi devono essere rispettati i requisiti di benessere termico (previsti al paragrafo 15) e di contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione.

Al fine del contenimento del fabbisogno di energia termica per ventilazione, gli impianti di ventilazione meccanica prevedono anche il recupero di calore, ovvero un sistema integrato per il recupero dell'energia contenuta nell'aria estratta per trasferirla all'aria immessa (pre-trattamento per il riscaldamento e raffrescamento dell'aria, già filtrata, da immettere negli ambienti).

# QUALI SONO LE IMPLICAZIONI ENERGETICHE?



**Table 9**  
Air flow rates for diluting emissions from occupants.

Standard		q <sub>p</sub> (l/s*person)			
		Category I	Category II	Category III	Category IV
ISO 17772, EN 16798	adapted <sup>a</sup>	3.5	2.5	1.5	1
EN 15251	non-adapted	10	7	4	2.5
ASHRAE 62.1	(non-adapted)	10	7	4	< 4
	(adapted)	2.5 (offices), 3.8 (lecture auditoria), 5 (classrooms, age 5+)			

<sup>a</sup> Although the min. air flow rates are less than 4 l/s, the recommended minimum ventilation rate of 4 l/s per person should be applied throughout all categories due to health reasons[3].

**Table 10**  
Air flow rates for diluting emissions due to the building component in non-residential zones.

Standard	q <sub>b</sub> (l/s*m <sup>2</sup> )											
	Very low polluted				Low polluted				Non-low polluted			
Category	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
ISO 17772 <sup>a</sup> , EN 16798	0.5	0.35	0.3	0.25	1	0.7	0.4	0.3	2	1.4	0.8	0.6
EN 15251	0.5	0.35	0.3	-	1	0.7	0.4	-	2	1.4	0.8	-
ASHRAE 62.1	0.3 (offices, auditoria), 0.6 (classrooms, age 5+)											

<sup>a</sup> values are given based on complete mixing in the room.

In un ufficio di 50 m<sup>2</sup> con 4 persone →  $q = 7 \cdot 4 + 0.35 \cdot 50 = 45.5 \text{ l/s} = 163.8 \text{ m}^3/\text{h} = 1.2 \text{ vol/h}$

$q = 2.5 \cdot 4 + 0.35 \cdot 50 = 27.5 \text{ l/s} = 99 \text{ m}^3/\text{h} = 0.73 \text{ vol/h}$

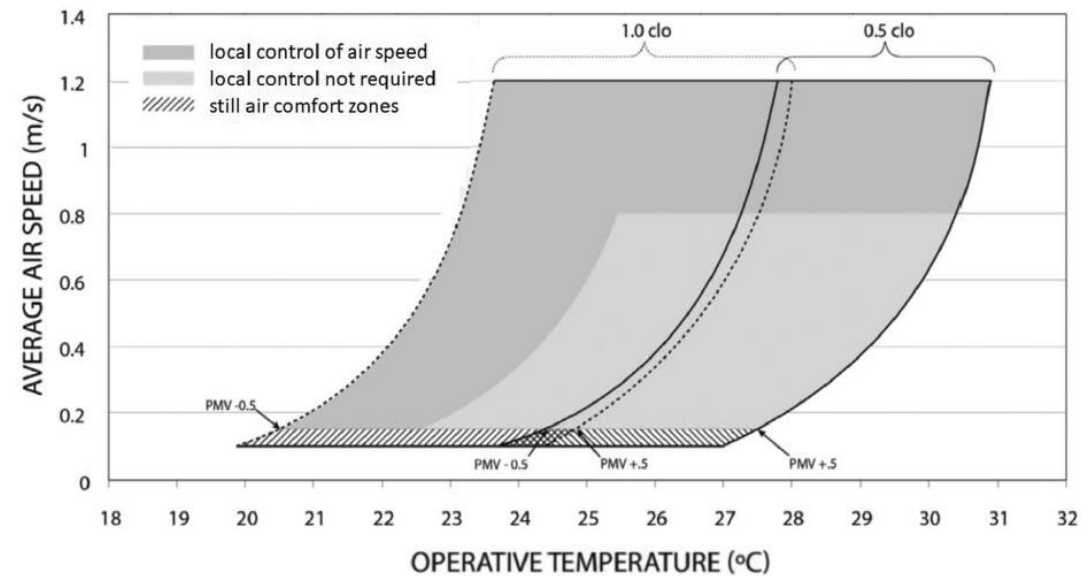
# QUALI SONO LE IMPLICAZIONI ENERGETICHE?



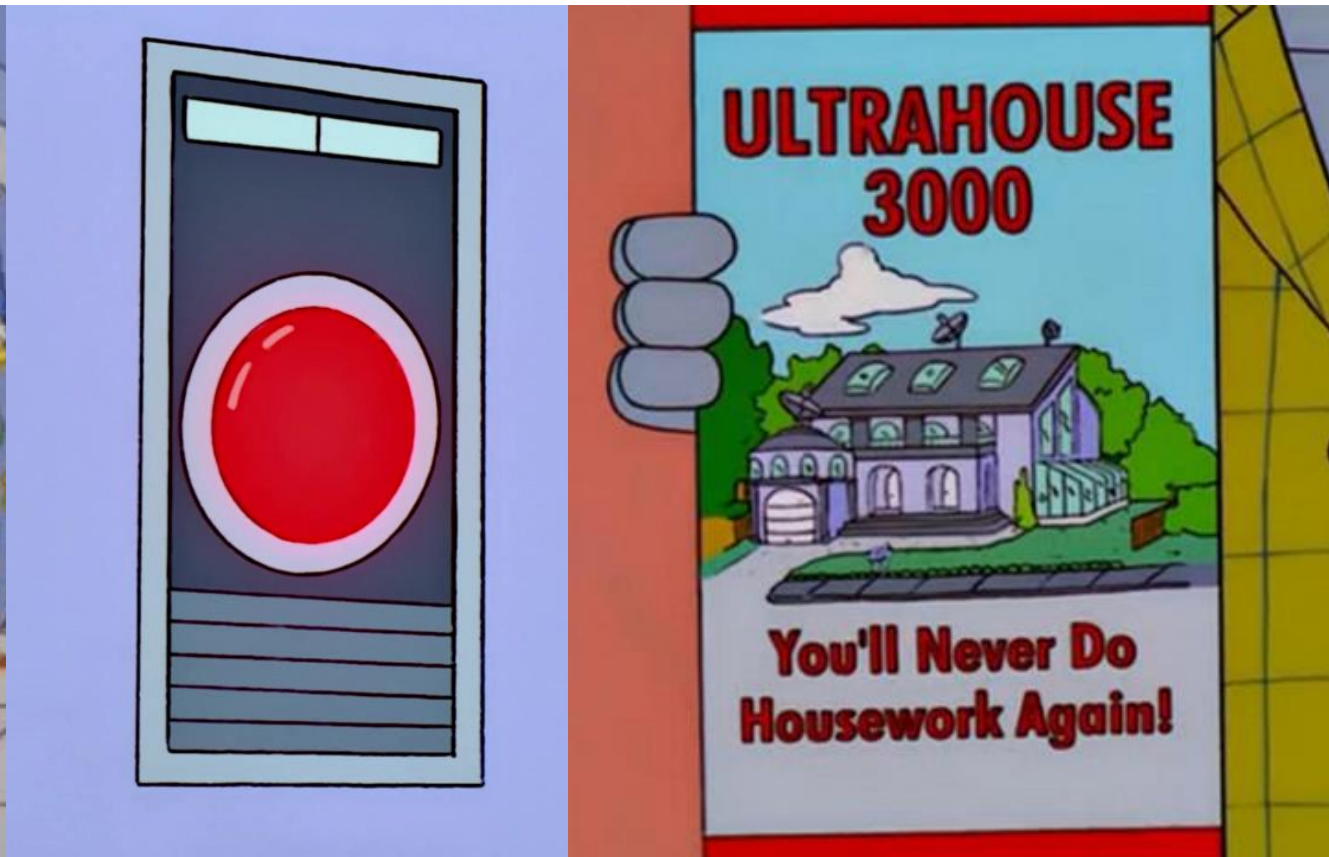
## 2.4.6 Benessere termico

### Criterio

È garantito il benessere termico e di qualità dell'aria interna prevedendo condizioni conformi almeno alla classe B secondo la norma UNI EN ISO 7730 in termini di PMV (Voto Medio Previsto) e di PPD (Percentuale Prevista di Insoddisfatti) oltre che di verifica di assenza di discomfort locale.

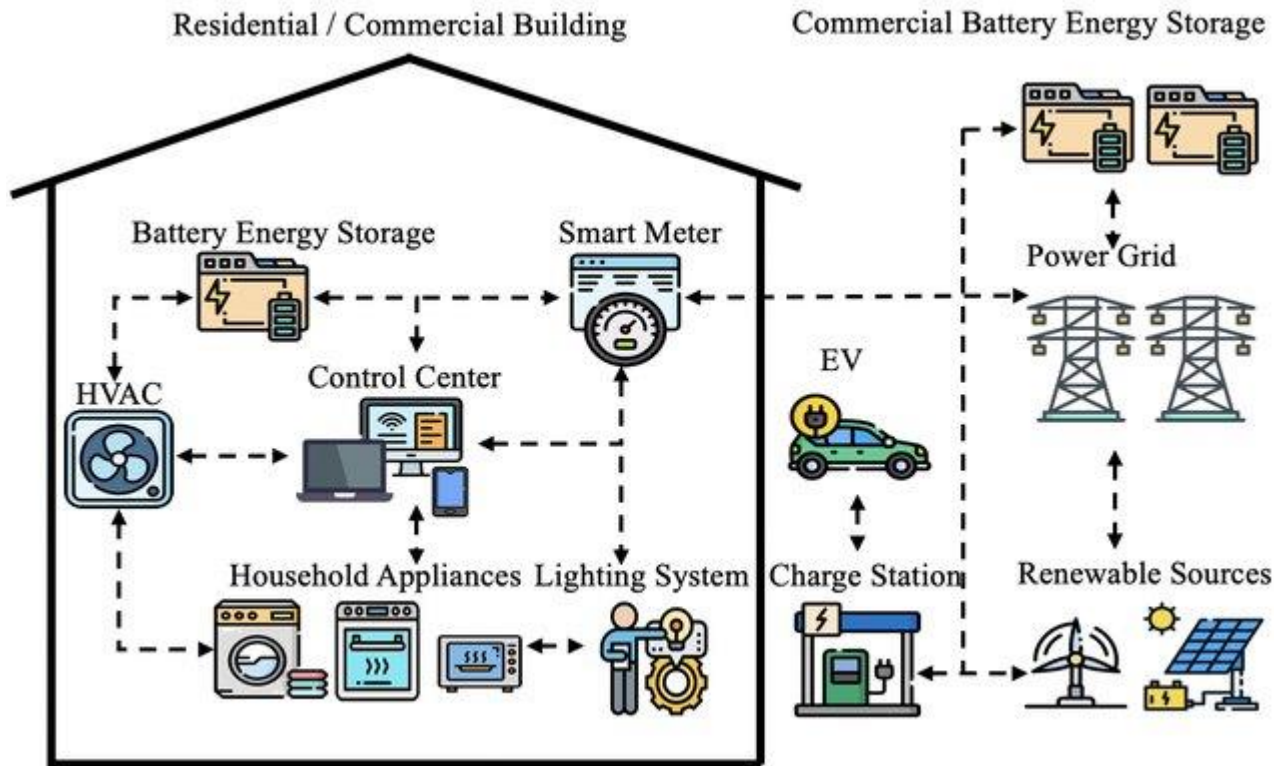


# È POSSIBILE TENERE TUTTO SOTTO CONTROLLO?



Il controllo «smart» degli impianti di riscaldamento/raffrescamento, ventilazione, illuminazione, produzione di acqua calda sanitaria può portare grandi risparmi, così come il loro uso improprio può portare a non conseguire i risparmi attesi, anche a fronte di una classificazione energetica molto alta.

# È POSSIBILE TENERE TUTTO SOTTO CONTROLLO?

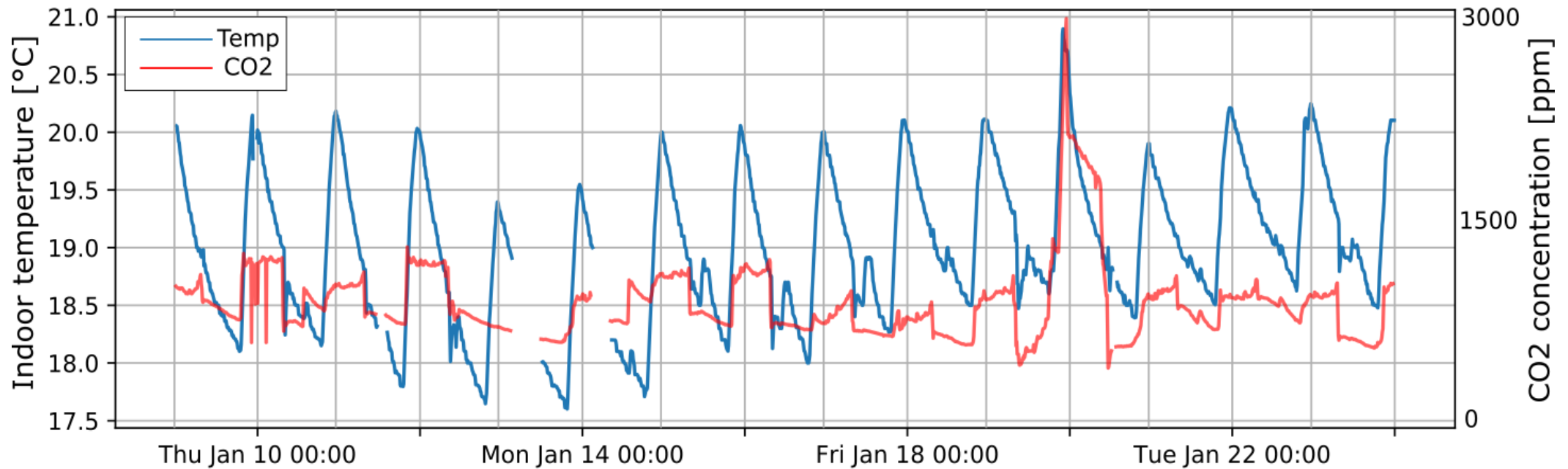


...ad esempio:

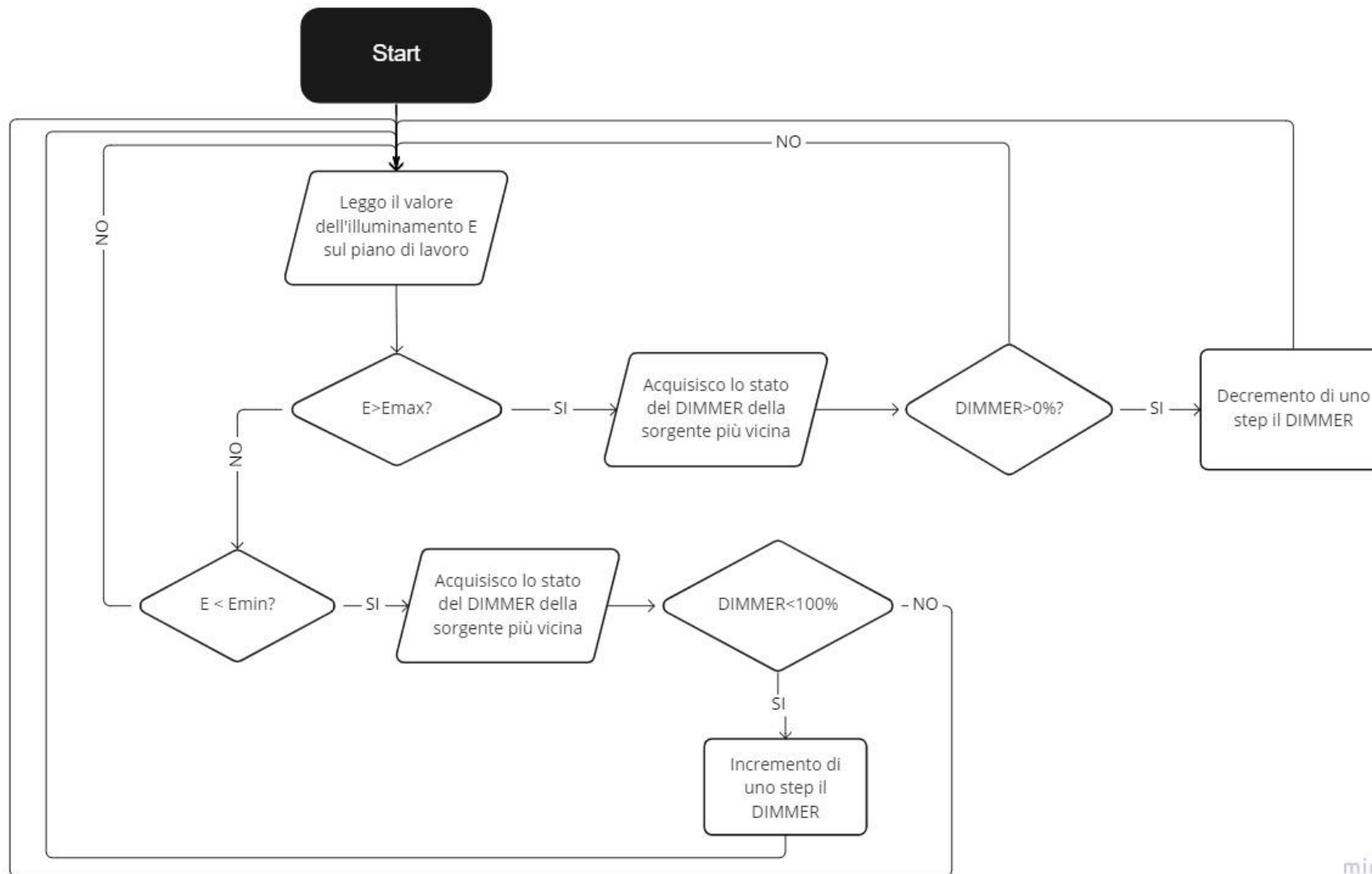
- Gestendo le schermature solari e l'illuminazione artificiale
- Esaminando il profilo di utilizzo dei dispositivi e delle abitudini degli utenti
- Prevedendo anticipatamente i consumi in base ai dati meteo
- Adattando il fabbisogno ai costi dell'energia in tempo reale
- Utilizzando accumulo, rinnovabili o modificando i setpoint di impianto per limitare i picchi (peak shaving)



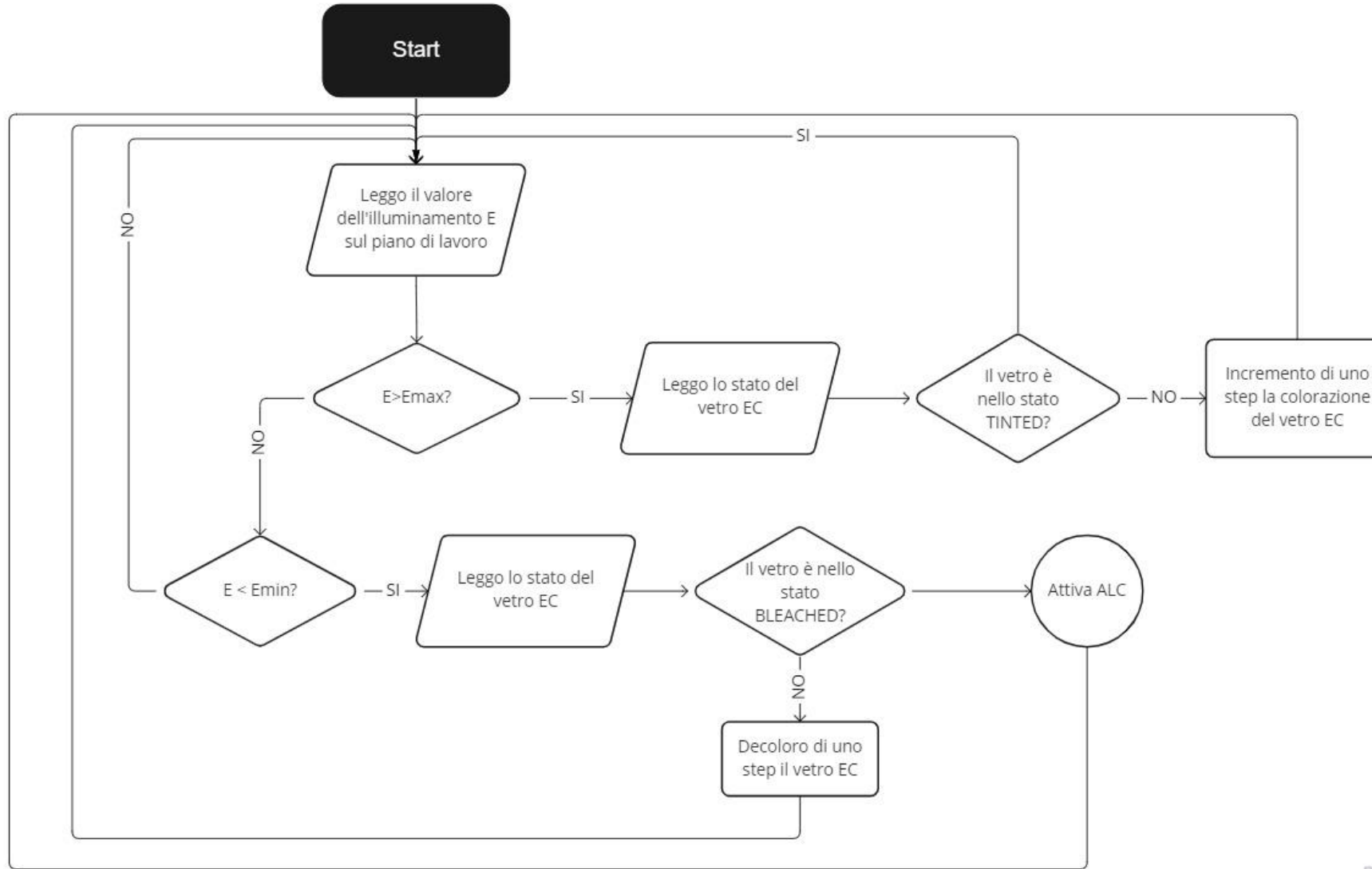
# È POSSIBILE TENERE TUTTO SOTTO CONTROLLO?



# Artificial Lighting Control



# Window Shading Control



miro



# È POSSIBILE TENERE TUTTO SOTTO CONTROLLO?

Configuration	Overall [kWh/m2]					Overall by exposure				Cooler		Hotter					
	L	H	C	T	Var.	S	Var.	N	Var.	S	N	S	N				
Reference (Th=21, Tc=25)	9.0	6.5	22.4	37.9		37.0		38.8		1%	-0.57	15%	-0.62	32%	0.70	7%	0.57
ALC	6.5	6.8	22.2	35.5	-6.5%	34.7	-6.3%	36.2	-6.7%	1%	-0.57	15%	-0.62	32%	0.70	7%	0.57
TSC1	9.0	4.8	19.8	33.6	-11.4%	33.4	-9.9%	33.9	-12.8%	6%	-0.60	35%	-0.65	54%	0.79	39%	0.65
TSC2	9.0	6.3	23.0	38.2	0.8%	37.9	2.3%	38.6	-0.6%	1%	-0.56	7%	-0.66	15%	0.83	3%	0.57
VC0	9.0	3.1	19.7	31.8	-16.2%	31.9	-13.8%	31.7	-18.4%	1%	-0.59	5%	-0.59	48%	0.93	8%	0.80
VC1	9.0	3.8	20.4	33.2	-12.6%	32.9	-11.2%	33.5	-13.8%	1%	-0.58	8%	-0.60	37%	0.83	6%	0.71
VC2	9.0	4.0	11.1	24.1	-36.4%	22.5	-39.3%	25.7	-33.8%	4%	-0.61	16%	-0.62	10%	0.62	0%	0.56
WSC South	9.4	7.8	17.4	34.7	-8.5%	30.8	-17.0%	38.7	-0.5%	5%	-0.66	17%	-0.63	2%	0.55	5%	0.56
WSC+ALC	6.6	8.2	17.1	32.0	-15.8%	27.9	-24.8%	36.0	-7.2%								
ALC+TSC2+VC1+WSC	6.8	4.9	13.5	25.2	-33.6%	22.4	-39.6%	28.0	-27.8%	3%	-0.63	7%	-0.65	4%	0.55	3%	0.55
ALC+TSC1+VC2+WSC	6.6	5.1	8.3	19.9	-47.5%	16.6	-55.3%	23.3	-40.0%	11%	-0.61	17%	-0.63	0%	0.53	0%	0.56
ALC+TSC2+VC1+WSC (con vetro EC bleach a Nord)	6.6	5.0	15.0	26.6	-30.0%	22.5	-39.1%	30.6	-21.3%	2%	-0.62	6%	-0.62	4%	0.56	5%	0.65
ALC+TSC2+VC1+VC2+WSC	6.8	5.2	5.5	17.5	-53.8%	14.5	-60.8%	20.5	-47.1%	8%	-0.59	16%	-0.65	3%	0.55	3%	0.55



# È POSSIBILE TENERE TUTTO SOTTO CONTROLLO?



Il bilanciamento «algoritmico» di comfort e consumi energetici è promettente...

...ma il ruolo degli occupanti resta centrale, in particolare nell'ambito residenziale

Dobbiamo puntare ad avere non solo «smart buildings» ma anche «smart users»

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE!**