



**FutureNow\_2018 "BUILDING NEW GENERATION"**

18 Maggio 2018 presso Villa De Grecis  
Via delle Murge, 63, Bari

## **INVOLUCRI OPACHI PER EDIFICI NZEB**

**Prof. Ing. Pietro Stefanizzi**

Dipartimento di Scienze dell'Ingegneria Civile e dell'Architettura  
Politecnico di Bari



Politecnico di Bari  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELL'INGEGNERIA CIVILE E DELL'ARCHITETTURA (ICAR)  
4 via Orabona - 70125 Bari

Studio del comportamento estivo di una serie di  
edifici al variare della soluzione tecnica adottata  
per le chiusure verticali

Prof. Ing. Pietro Stefanizzi  
Associato di Fisica Tecnica Ambientale  
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELL'INGEGNERIA CIVILE E DELL'ARCHITETTURA  
POLITECNICO DI BARI

Lavoro svolto nell'ambito della convenzione di ricerca stipulata, in data 26 luglio 2017, tra DICAR  
(Politecnico di Bari) e ABES (Assobeton - gruppo manifatturi in Calcestruzzo Aerato Autoclavato  
costituito dalle aziende Air Beton, Doc Airconcrete, Ekoru e Xella Italia).

Al lavoro hanno contribuito:  
Valentina AUGENTI  
Valeria CASCIONE  
Chiara RUBINO  
Stefania LUZZI

*Lavoro svolto nell'ambito della convenzione di ricerca stipulata tra  
DICAR (Politecnico di Bari) e la sezione calcestruzzo aerato  
autoclavato di Assobeton.*

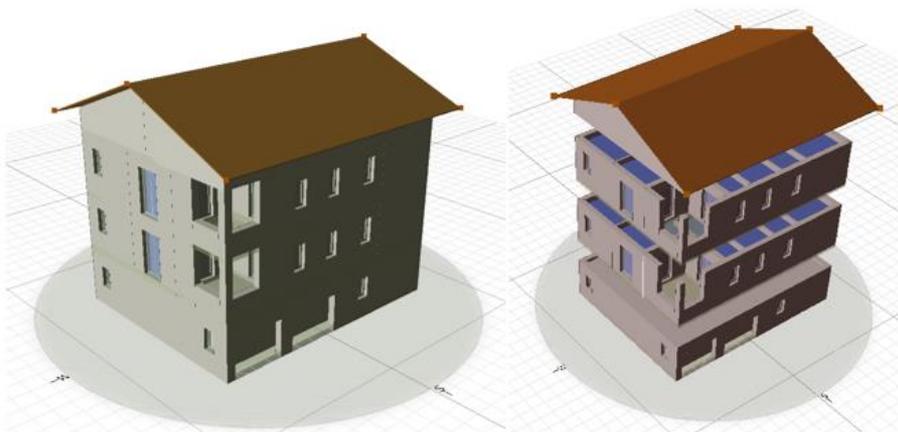
*Titolo:*

**Studio del comportamento estivo di una serie  
di edifici al variare della soluzione tecnica  
adottata per le chiusure verticali**

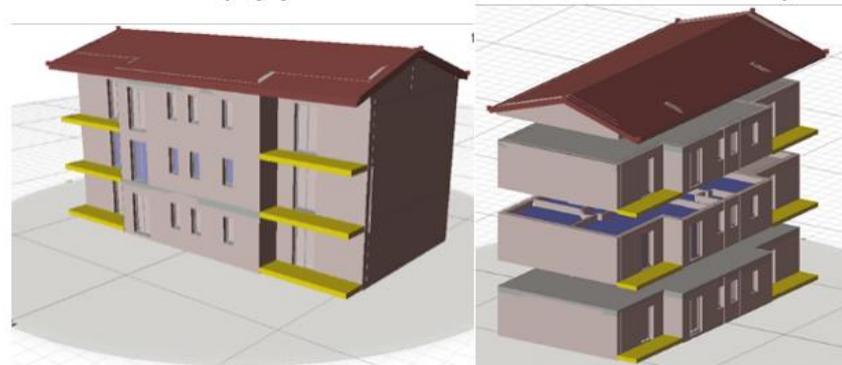
La ricerca ha riguardato la verifica del comportamento estivo di una serie di edifici al variare della soluzione tecnica adottata per le chiusure verticali opache, secondo i limiti di legge al 2021 con livello energetico “NZEB” ai sensi del DM 26.6.2015, opportunamente adattati per le zone climatiche C (Bari) ed E (Milano).

L’obiettivo della ricerca è stato quello di verificare l’utilità del requisito minimo introdotto dal DM 11.10.2017, denominato CAM, sulla **capacità areica interna ( > 40 kJ/(m<sup>2</sup>K))**.

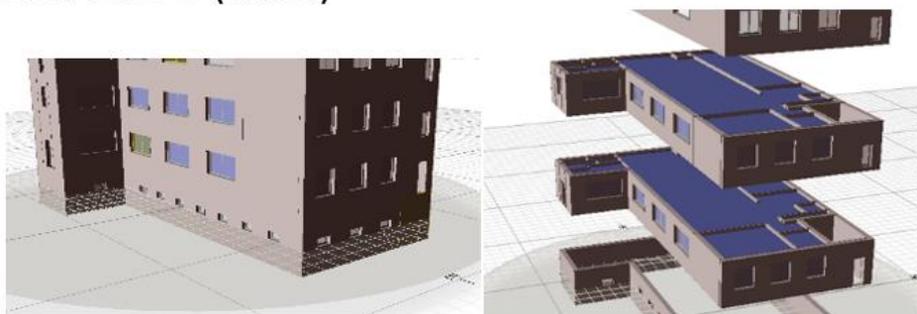
EDIFICIO A (residenza bifamiliare)



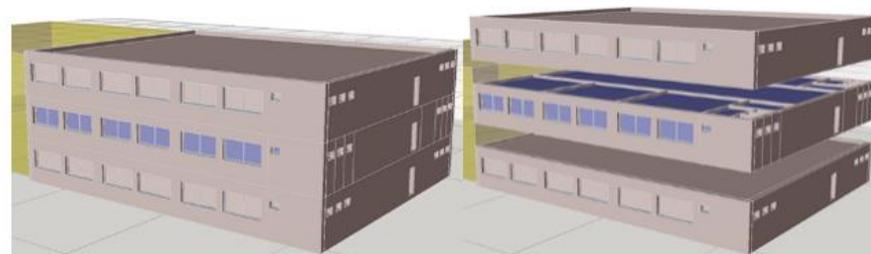
EDIFICIO B (appartamento in condominio)



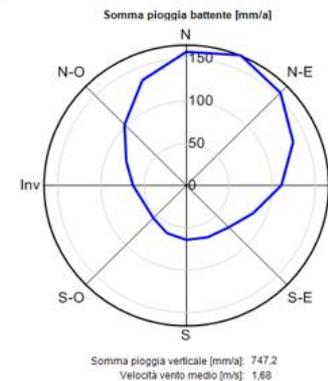
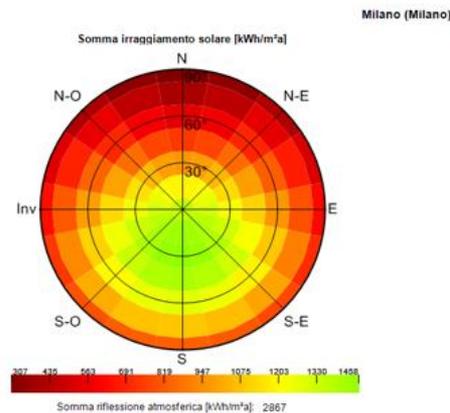
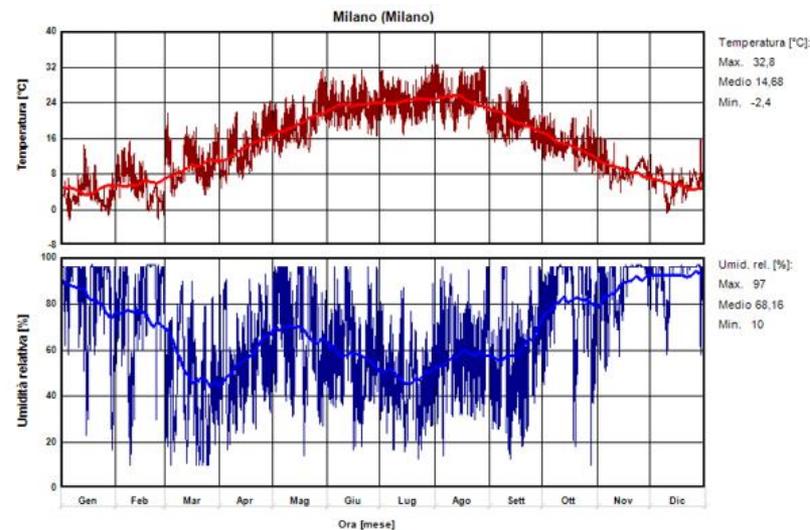
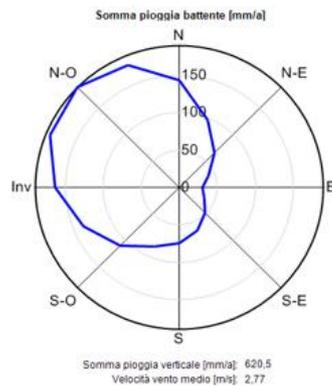
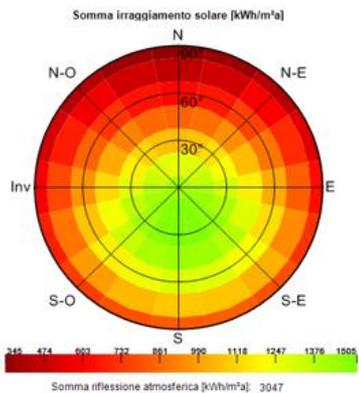
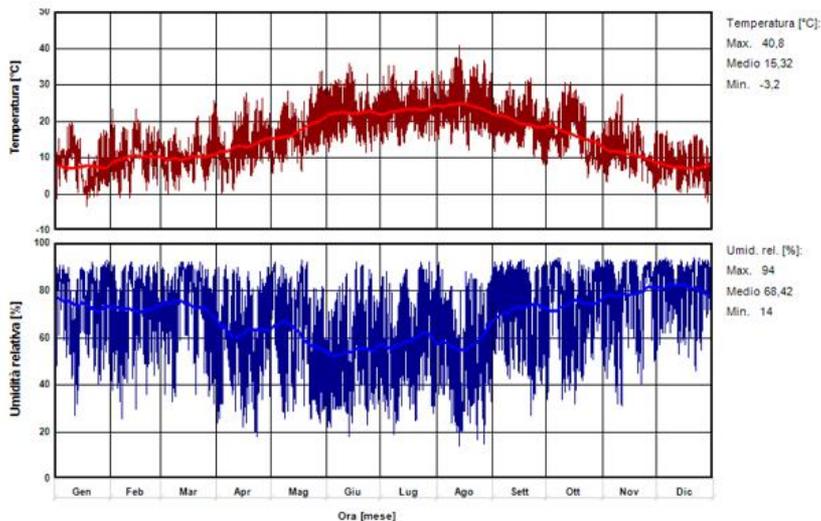
EDIFICIO C (uffici)



EDIFICIO D (scuola)

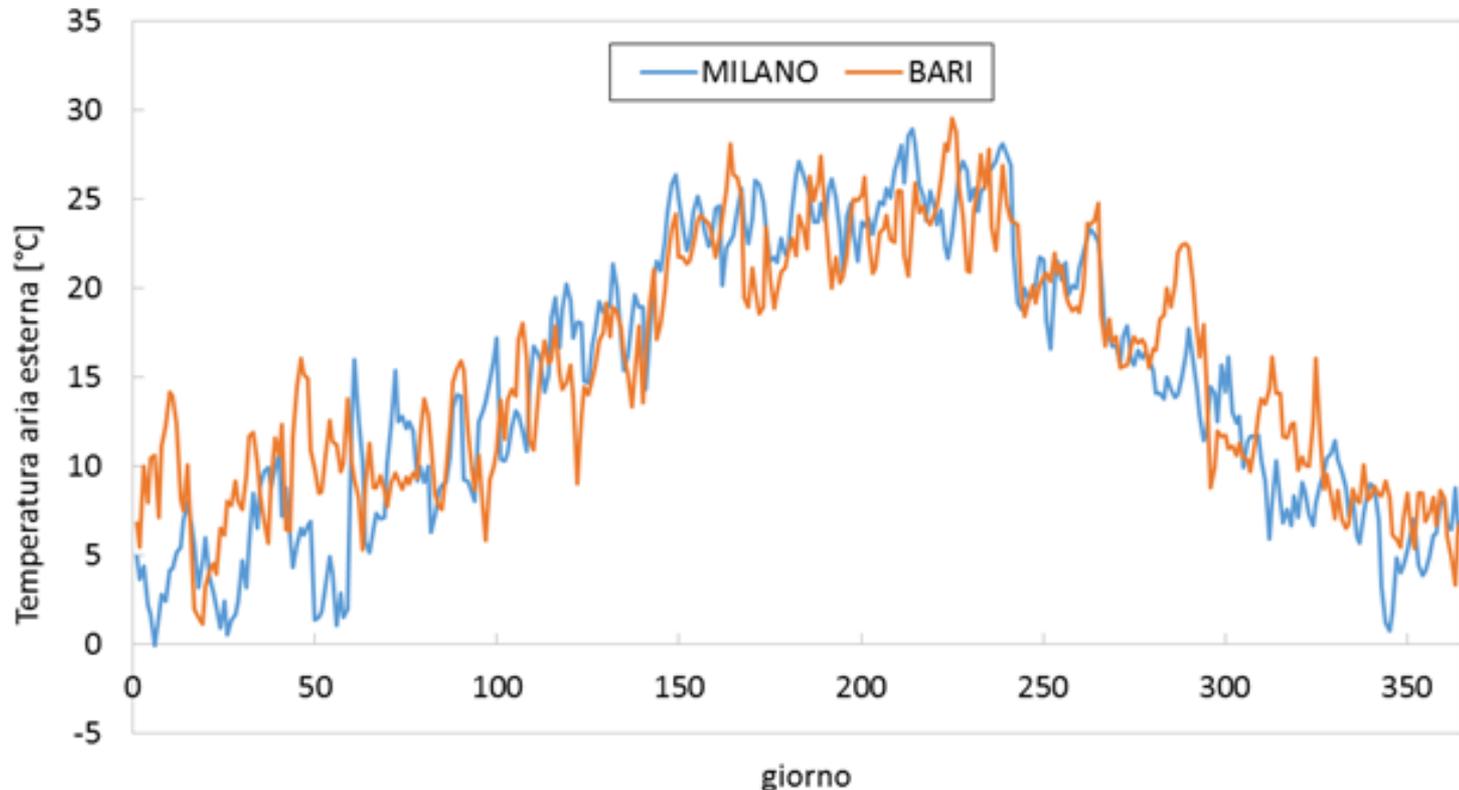


Modello 3D, in Termolog EpiX8, degli **edifici analizzati**



*Dati climatici di Bari (Zona C)*

*Dati climatici di Milano (Zona E)*



*Temperatura media giornaliera nelle due località (files climatici "bari.wbc" e "milano.wbc").*

### **Giorno più caldo**

Milano → 2 agosto con temperatura esterna media di 28,88°C

Bari → 13 agosto con 29,55°C.

# Strutture trasparenti

## Vetri

### Edifici A e B:

vetro doppio con aria, con una lastra basso-emissiva per la zona climatica C ( $U_g = 1,68 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ );

vetro triplo con aria, con una lastra basso-emissiva per la zona climatica E ( $U_g = 1,32 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ).

### Edifici C e D:

doppio vetro con aria, con lastra interna basso-emissiva e lastra esterna a riflessione solare in zona C ( $U_g = 1,63 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ );

triplo vetro con argon, con lastra interna basso-emissiva e lastra esterna a riflessione solare in zona E ( $U_g = 0,81 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ ).

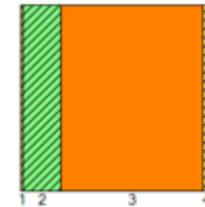
## Finestre

	Zona C (Bari)			Zona E (Milano)				
		$U_w \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$g_{gl,n}$	$g_{gl+sh}$		$U_w \text{ (W/m}^2\text{K)}$	$g_{gl,n}$	$g_{gl+sh}$
Edifici A-B (Villetta bifamiliare ed appartamento in condominio)	<b>F1C (250x140)</b>	<b>1,75</b>	<b>0,62</b>	<b>0,23</b>	<b>F1E (250x140)</b>	<b>1,47</b>	<b>0,57</b>	<b>0,21</b>
	<b>F2C (150x70)</b>	<b>1,73</b>	<b>0,62</b>	<b>0,23</b>	<b>F2E (150x70)</b>	<b>1,47</b>	<b>0,57</b>	<b>0,21</b>
Edificio B	<b>F4C (150x140)</b>	<b>1,66</b>	<b>0,62</b>	<b>0,23</b>	<b>F4E (150x140)</b>	<b>1,39</b>	<b>0,57</b>	<b>0,21</b>
Edificio C (Uffici)	<b>F2C (70x150)</b>	<b>1,69</b>	<b>0,34</b>	<b>0,13</b>	<b>F2E (70x150)</b>	<b>1,28</b>	<b>0,36</b>	<b>0,13</b>
	<b>F3C (150x300)</b>	<b>1,69</b>	<b>0,34</b>	<b>0,20</b>	<b>F3E (150x300)</b>	<b>0,99</b>	<b>0,36</b>	<b>0,21</b>
	<b>F4C (150x140)</b>	<b>1,62</b>	<b>0,34</b>	<b>0,20</b>	<b>F4E (150x140)</b>	<b>1,09</b>	<b>0,36</b>	<b>0,21</b>
Edificio D (Scuola)	<b>F3C (150x300)</b>	<b>1,69</b>	<b>0,34</b>	<b>0,20</b>	<b>F3E (150x300)</b>	<b>0,99</b>	<b>0,36</b>	<b>0,21</b>
	<b>F5C (50x70)</b>	<b>1,71</b>	<b>0,62</b>	<b>0,23</b>	<b>F5E (50x70)</b>	<b>1,50</b>	<b>0,36</b>	<b>0,13</b>

## Tipologie e caratteristiche chiusure opache verticali a confronto

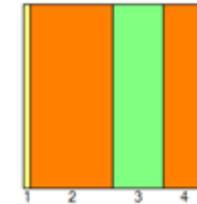
**M1.1** - Muratura in laterizio porizzato con cappotto esterno in EPS

Descrizione	Spessore [m]
Superficie esterna	
Colla e rasatura minerale	0,0050
EPS (conduttività:0.036 W/mK - densità: 18 kg/m3)	0,0800
Laterizi alveolati sp.30 cm.rif.1.1.14	0,3000
Calce, sabbia	0,0150
Superficie interna	



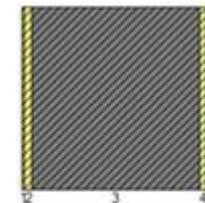
**M1.22** - Doppia parete in laterizio con isolante fibroso minerale in intercapedine

Descrizione	Spessore [m]
Superficie esterna	
Intonaco di cemento sabbia e calce per estemo	0,0150
Laterizi forati sp.20 cm.rif.1.1.15	0,2000
Feltri resinati in fibre minerali di rocce feldspatiche	0,1200
Laterizi forati sp.10 cm.rif.1.1.20	0,1000
Calce, sabbia	0,0150
Superficie interna	



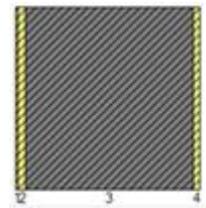
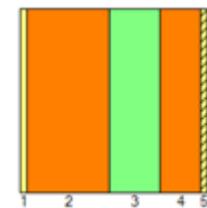
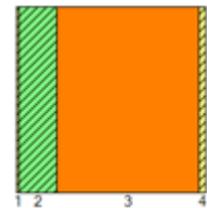
**M1.3** - Muratura monostrato in CAA densità 300 kg/m<sup>3</sup>

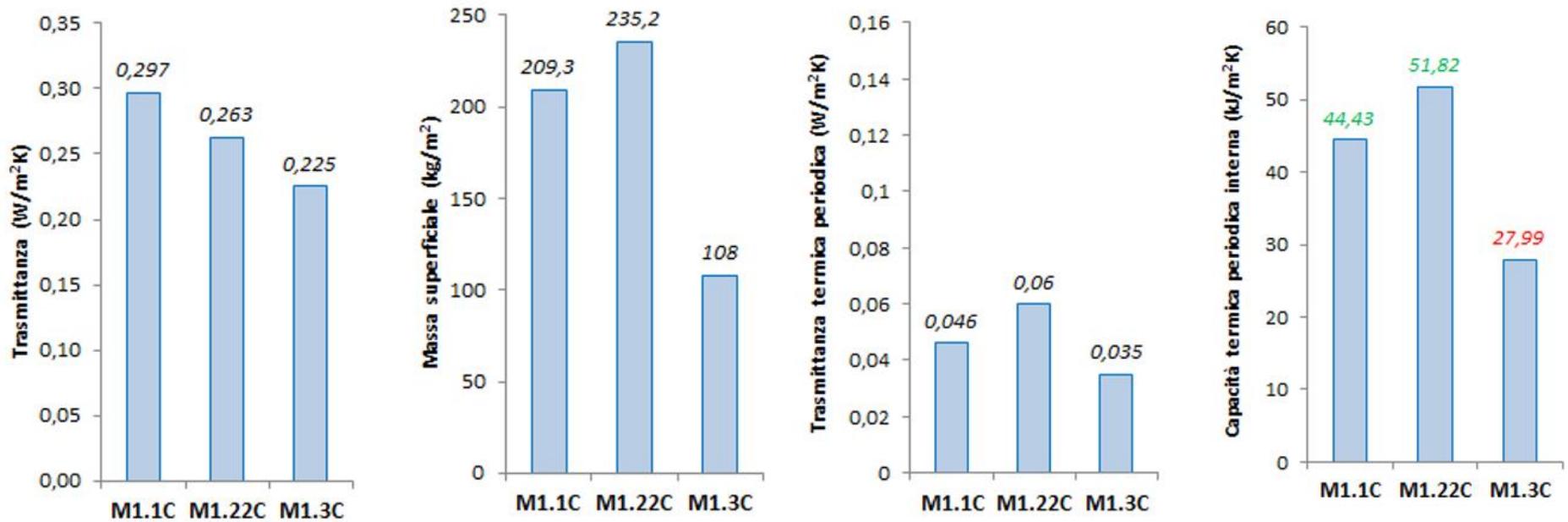
Descrizione	Spessore [m]
Superficie esterna	
Rasante alleggerito specifico	0,0050
Intonaco di fondo per AAC	0,0150
Calcestruzzo aerato autoclavato	0,3600
Intonaco di fondo per AAC	0,0150
Superficie interna	



## Caratteristiche chiusure opache per Zona climatica C (Bari)

	M1.1C	M1.22C	M1.3C
Spessore [m]	<b>0,400</b>	<b>0,450</b>	<b>0,395</b>
Trasmittanza U [W/m <sup>2</sup> K]	<b>0,297</b>	<b>0,263</b>	<b>0,225</b>
Massa superficiale (intonaci esclusi) Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	<b>209,3</b>	<b>235,2</b>	<b>108,0</b>
Trasmittanza termica periodica Y <sub>IE</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	<b>0,046</b>	<b>0,060</b>	<b>0,035</b>
Attenuazione f [-]	<b>0,155</b>	<b>0,230</b>	<b>0,157</b>
Sfasamento [ore]	<b>10h 56'</b>	<b>11h 50'</b>	<b>14h 23'</b>
Capacità termica interna areica C <sub>ip</sub> [kJ/m <sup>2</sup> K]	<b>44,43</b>	<b>51,82</b>	<b>27,99</b>
Ammettenza interna Y <sub>ii</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	<b>3,187</b>	<b>3,721</b>	<b>2,033</b>
Coefficiente di assorbimento rad. solare (colore chiaro)	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>

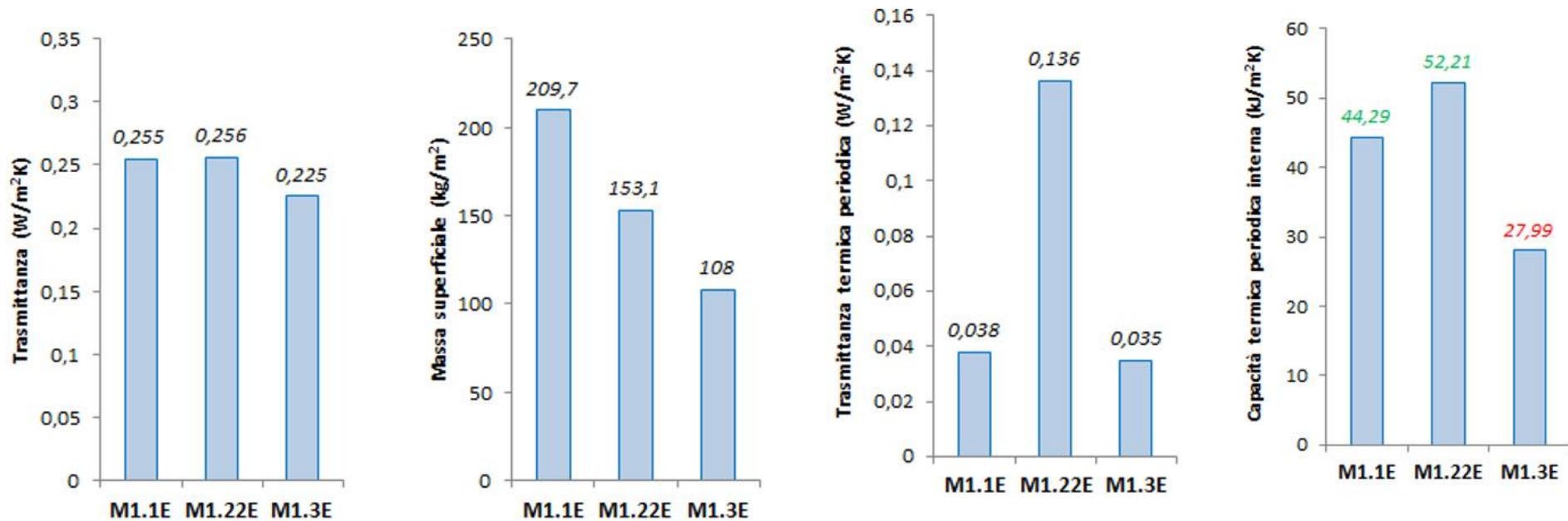




## Proprietà delle pareti per la zona C (Bari)

## Caratteristiche chiusure opache per Zona climatica E (Milano)

	<b>M1.1E</b>	<b>M1.22E</b>	<b>M1.3E</b>
Spessore [m]	<b>0,420</b>	<b>0,370</b>	<b>0,395</b>
Trasmittanza U [W/m <sup>2</sup> K]	<b>0,255</b>	<b>0,256</b>	<b>0,225</b>
Massa superficiale (intonaci esclusi) Ms [kg/m <sup>2</sup> ]	<b>209,7</b>	<b>153,1</b>	<b>108,0</b>
Trasmittanza termica periodica Y <sub>IE</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	<b>0,038</b>	<b>0,136</b>	<b>0,035</b>
Attenuazione f [-]	<b>0,147</b>	<b>0,531</b>	<b>0,157</b>
Sfasamento [ore]	<b>11h 7'</b>	<b>7h 55'</b>	<b>14h 23'</b>
Capacità termica interna areica C <sub>ip</sub> [kJ/m <sup>2</sup> K]	<b>44,29</b>	<b>52,21</b>	<b>27,99</b>
Ammettenza interna Y <sub>ii</sub> [W/m <sup>2</sup> K]	<b>3,186</b>	<b>3,665</b>	<b>2,033</b>
Coefficiente di assorbimento rad. solare (colore chiaro)	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>	<b>0,6</b>



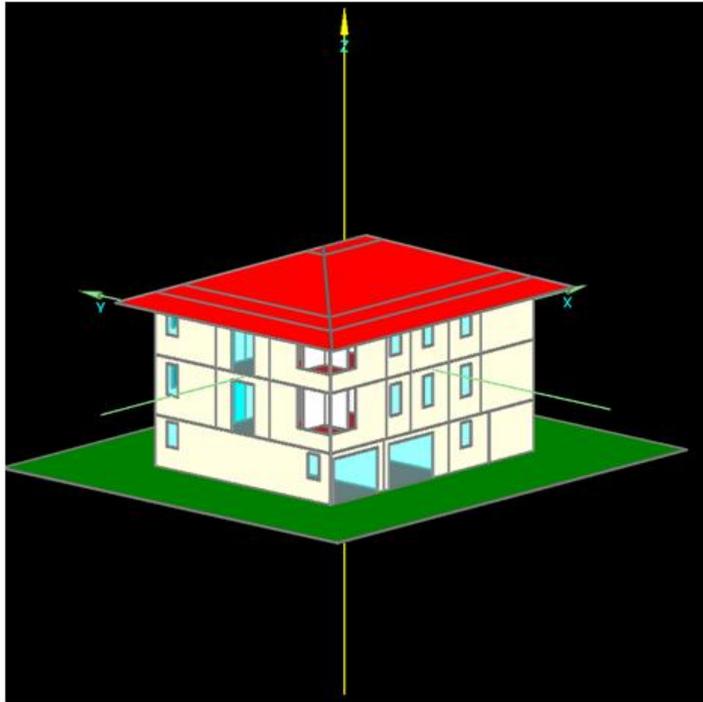
### Proprietà delle pareti per la zona E (Milano)

EDIFICI A-B	zona C	zona E
Periodo riscaldamento	15 nov.-31 marzo	15 ott.-15 apr.
Giorni accensione	LUN-DOM	LUN-DOM
N. ore accensione	10	14
Periodo accensione	7-9; 16-22	7-11; 15-23
Temperatura set point	20°C	20°C
Periodo raffrescamento	1 apr.-14 nov.	16 apr.-14 ott.
Giorni accensione	LUN-DOM	LUN-DOM
N. ore accensione	12	12
Periodo accensione	8-19	8-19
Temperatura set point	26°C	26°C
EDIFICIO C	zona C	zona E
Periodo riscaldamento	15 nov.-31 marzo	15 ott.-15 apr.
Giorni accensione	LUN-VEN (SAB-DOM spento)	LUN-VEN (SAB-DOM spento)
N. ore accensione	12	12
Periodo accensione	7-18	7-18
Temperatura set point	20°C	20°C
Periodo raffrescamento	1 apr.-14 nov.	16 apr.-14 ott.
Giorni accensione	LUN-VEN (SAB-DOM spento)	LUN-VEN (SAB-DOM spento)
N. ore accensione	12	12
Periodo accensione	7-18	7-18
Temperatura set point	26°C	26°C
EDIFICIO D	zona C	zona E
Periodo riscaldamento	15 nov.-31 marzo	15 ott.-15 apr.
Giorni accensione	LUN-SAB (DOM spento)	LUN-SAB (DOM spento)
N. ore accensione	12	12
Periodo accensione	7-18	7-18
Temperatura set point	20°C	20°C
Periodo raffrescamento	1 apr.-14 nov.	16 apr.-14 ott.
Giorni accensione	LUN-SAB (DOM spento)	LUN-SAB (DOM spento)
N. ore accensione	12	12
Periodo accensione	7-18	7-18
Temperatura set point	26°C	26°C

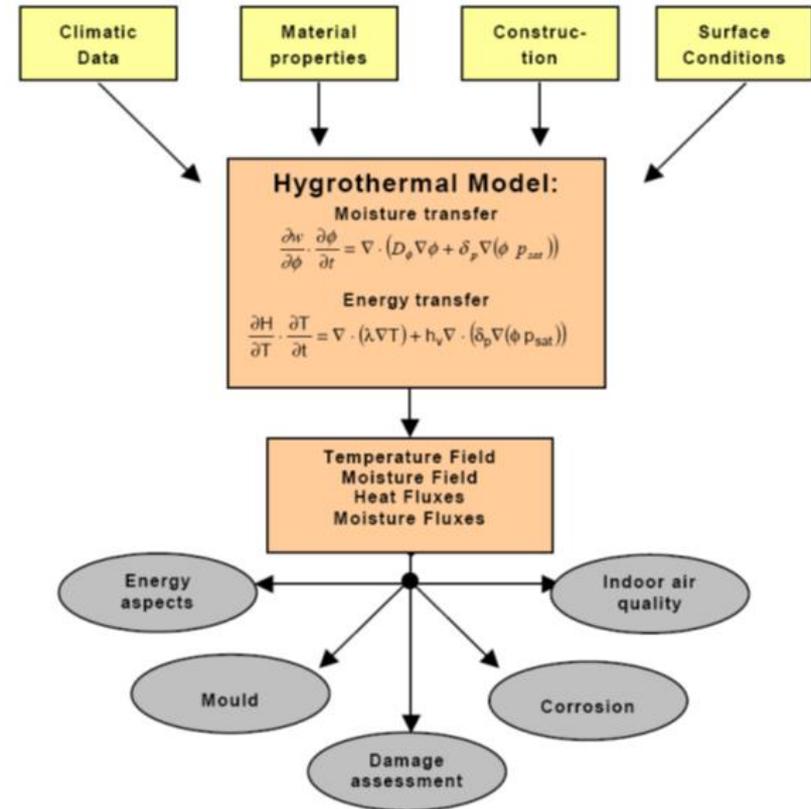
*Parametri di funzionamento degli impianti di riscaldamento e raffrescamento*



## Analisi termoigrometrica con metodo dinamico (step orario) con software WUFI PLUS

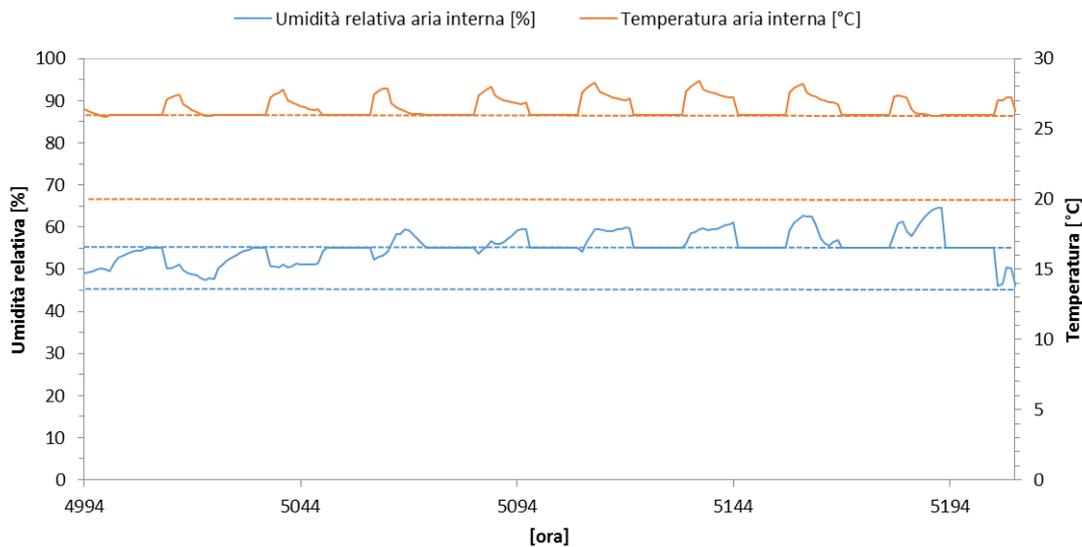
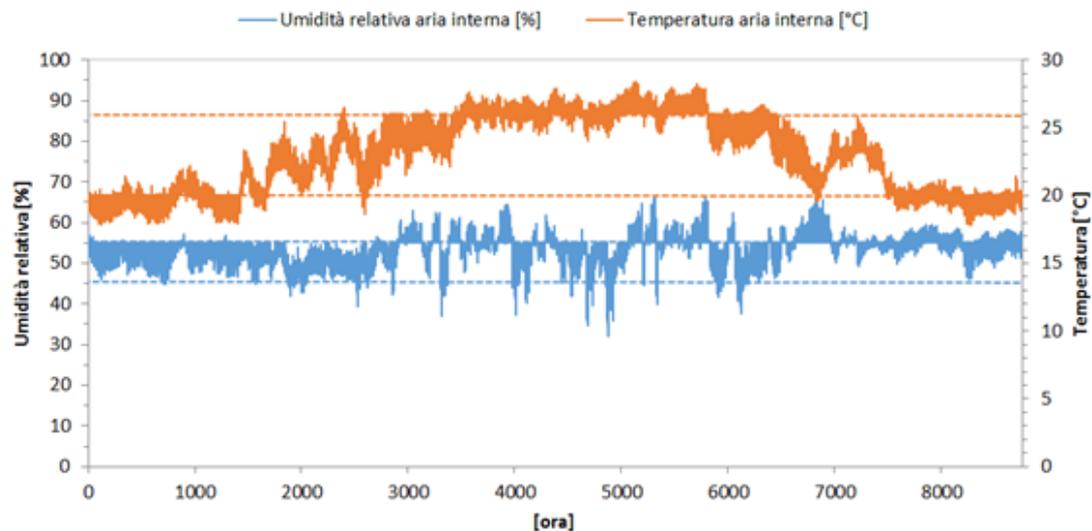


Modello dell'Edificio A in WUFI Plus



Il software di calcolo WUFI® - Plus (**W**ärme-**U**nd **F**euchtetransport **I**nstationär) è stato sviluppato dall'Istituto IBP (Fraunhofer Institute for Building Physics).

Andamento di temperatura e umidità relativa nel **soggiorno al secondo piano dell'edificio A** collocato a Milano in di parete esterna M1.1E



*dal 28 luglio al 5 agosto*

		Edificio A (Bari)			Edificio A (Milano)		
		M1.1C	M1.22C	M1.3C	M1.1E	M1.22E	M1.3E
$C_{ip}$ [kJ/m <sup>2</sup> K]		44,4	51,8	28,0	44,3	52,2	28,0
INVERNO	1) Riscaldamento sensibile Q <sub>h,nd</sub> [kWh/anno]	2457,94	2291,85	2174,96	3678,54	3690,44	3645,05
		+13,0%	+5,4%	-	+0,9%	+1,2%	-
	2) Umidificazione [kWh/anno]	34,87	42,63	39,63	343,87	347,00	360,50
		-12,0%	+7,6%	-	-4,6%	-3,7%	-
	3) Deumidificazione [kWh/anno]	488,13	445,23	453,34	601,01	603,77	577,81
	+7,7%	-1,8%	-	+4,0%	+4,5%	-	
Totale riscaldamento Q <sub>h,tot</sub> [kWh/anno]: 1)+2)+3)		2980,94	2779,70	2667,93	4623,42	4641,21	4583,37
		+11,7%	+4,2%	-	+0,9%	+1,3%	-
Delta costo totale riscaldamento [€/anno]		+17,54	+6,74	-	+0,13	+1,62	-
ESTATE	4) Raffrescamento sensibile Q <sub>c,nd</sub>	1276,34	1300,43	1337,91	2254,23	2270,34	2243,50
		-4,6%	-2,8%	-	+0,5%	+1,2%	-
	5) Umidificazione [kWh/anno]	40,98	40,35	41,27	74,36	71,31	65,31
		-0,7%	-2,2%	-	+13,9%	+9,2%	-
	6) Deumidificazione [kWh/anno]	878,54	861,48	875,95	878,54	809,03	840,38
	+0,3%	-1,7%	-	+4,5%	-3,7%	-	
Totale raffrescamento Q <sub>c,tot</sub> [kWh/anno]: 4)+5)+6)		2195,87	2202,27	2255,12	3207,14	3150,68	3149,18
		-2,6%	-2,3%	-	+1,8%	+0,0%	-
Delta costo totale raffrescamento [€/anno]		-3,99	-3,65	-	+5,07	+0,64	-
Fabbisogno totale annuo Q <sub>h,tot</sub> + Q <sub>c,tot</sub>		5176,81	4981,97	4923,05	7830,55	7791,89	7732,55
		+5,2%	+1,2%	-	+1,3%	+0,8%	-
Delta costo totale annuo [€]		+13,55	+3,09	-	+5,21	+2,27	-

Fabbisogni per l'edificio A collocato a Bari e a Milano in funzione del tipo di parete esterna

...ipotizzando un costo del kWh elettrico di €0,20;  
 Il fabbisogno di riscaldamento sensibile è stato ipotizzato coperto da una pompa di calore con COP=3,5;  
 il raffrescamento sensibile e la deumidificazione sono considerati prodotti da condizionatore con EER=3;  
 l'umidificazione è stata considerata prodotta da umidificatore a vapore ad energia elettrica.

		Bari			Milano		
		M1.1C	M1.22C	M1.3C	M1.1E	M1.22E	M1.3E
$C_{ip}$ [kJ/m <sup>2</sup> K]		44,4	51,8	28,0	44,3	52,2	28,0
Edificio B	Totale riscaldamento Q <sub>h,tot</sub> [kWh/anno]:	1269,39 +12,9%	1389,59 +23,6%	1124,11 -	2026,11 +0,7%	2056,91 +2,3%	2011,33 -
	Totale raffrescamento Q <sub>c,tot</sub> [kWh/anno]: 4)+5)+6)	1193,77 -2,1%	1196,82 -1,9%	1219,43 -	1890,20 +0,1%	1886,18 -0,1%	1888,65 -
	Fabbisogno totale annuo Q <sub>h,tot</sub> + Q <sub>c,tot</sub>	2463,16 +5,1%	2586,41 +10,4%	2343,54 -	3916,31 +0,4%	3943,09 +1,1%	3899,98 -
	<b>Delta costo totale annuo [€]</b>	<b>+6,26</b>	<b>+13,37</b>	<b>-</b>	<b>-0,23</b>	<b>+2,63</b>	<b>-</b>
	Totale riscaldamento Q <sub>h,tot</sub> [kWh/anno]: 1)+2)+3)	10423,29 +6,2%	10986,07 +12,0%	9810,27 -	19387,57 +1,5%	19597,38 +2,6%	19093,88 -
Edificio C	Totale raffrescamento Q <sub>c,tot</sub> [kWh/anno]: 4)+5)+6)	7906,32 -0,8%	7839,58 -1,6%	7970,69 -	9441,54 +1,1%	9374,97 +0,3%	9342,93 -
	Fabbisogno totale annuo Q <sub>h,tot</sub> + Q <sub>c,tot</sub>	18329,60 +3,1%	18825,65 +5,9%	17780,95 -	28829,10 +1,4%	28972,34 +1,9%	28436,81 -
	<b>Delta costo totale annuo [€]</b>	<b>+22,73</b>	<b>+43,70</b>	<b>-</b>	<b>+34,16</b>	<b>+43,98</b>	<b>-</b>
	Totale riscaldamento Q <sub>h,tot</sub> [kWh/anno]: 1)+2)+3)	21055,84 +1,3%	21253,93 +2,2%	20793,35 -	32004,32 +0,3%	32047,31 +0,4%	31915,44 -
	Totale raffrescamento Q <sub>c,tot</sub> [kWh/anno]: 4)+5)+6)	15437,34 -0,1%	15476,40 +0,2%	15449,75 -	12678,02 +0,0%	12698,22 +0,1%	12683,51 -
Edificio D	Fabbisogno totale annuo Q <sub>h,tot</sub> + Q <sub>c,tot</sub>	36493,18 +0,7%	36730,33 +1,3%	36243,10 -	44682,34 +0,2%	44745,53 +0,3%	44598,95 -
	<b>Delta costo totale annuo [€]</b>	<b>+10,98</b>	<b>+25,71</b>	<b>-</b>	<b>+3,71</b>	<b>+8,72</b>	<b>-</b>

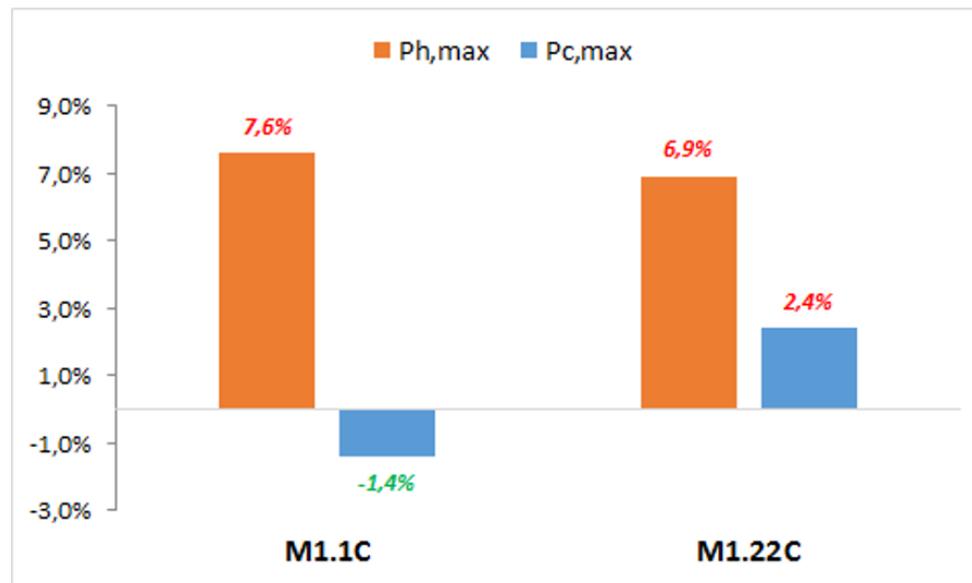
Fabbisogni per gli Edifici B-C-D collocati a Bari e a Milano in funzione del tipo di parete esterna

I risultati per l'Edificio B (appartamento in condominio), Edificio C (uffici), Edificio D (scuola) confermano la presenza di un **maggiore esborso annuale per la climatizzazione invernale-estiva delle pareti con maggiore capacità termica interna periodica rispetto alla parete in CAA di capacità termica quasi metà.**

In particolare la differenza è più elevata per strutture tipo uffici/scuole.

## Potenza di picco in riscaldamento e in raffrescamento per l'edificio A

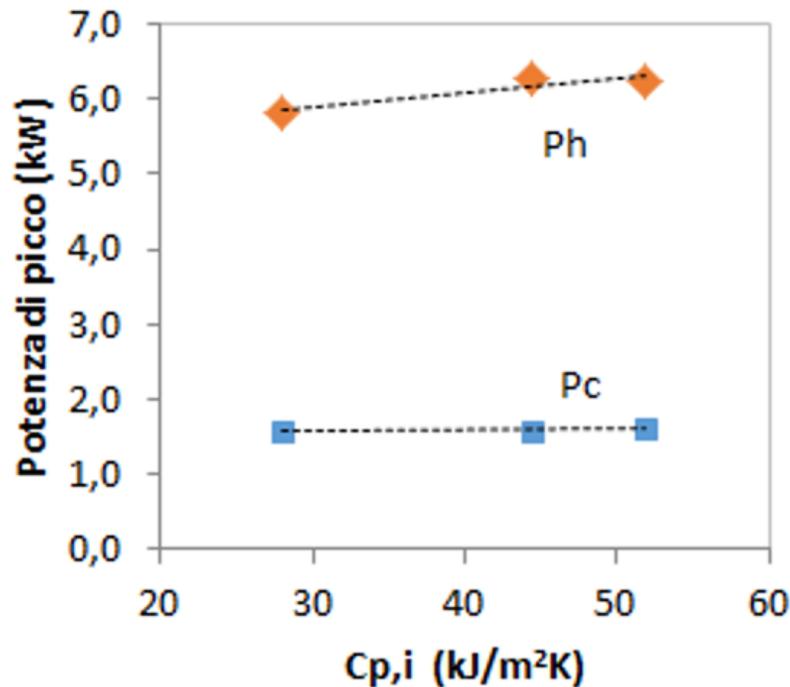
Si è valutata la potenza di picco (sensibile) di riscaldamento e di raffrescamento per l'edificio A, parametro importante per la scelta progettuale del climatizzatore e potenzialmente influenzabile dall'inerzia termica della struttura edilizia



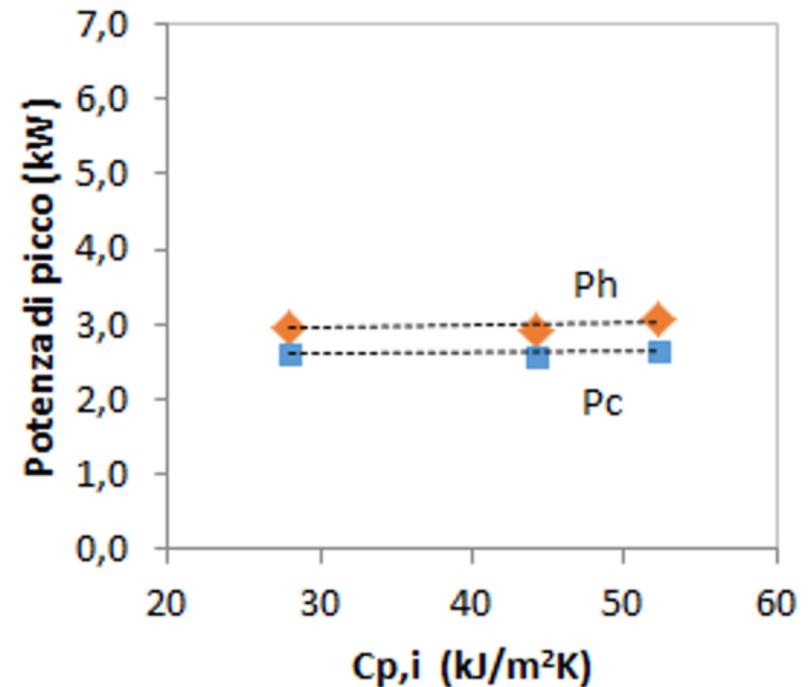
*Variazione percentuale della potenza di picco, totale per i due piani dell'edificio A, richiesta in funzione del tipo di parete rispetto alla parete di riferimento M1.3C in CAA ( $Ph,max=5834$  W;  $Pc,max=1582$  W)*

## Edificio A

### Zona C (Bari)



### Zona E (Milano)



*Potenza di picco in riscaldamento ( $Ph,max$ ) e raffrescamento ( $Pc,max$ ) per l'edificio A, in funzione della capacità termica interna periodica della parete esterna.*

## Comfort in regime estivo in assenza di impianto

### Valutazione del comfort mediante temperatura operante - DM sui CAM del 11.10.2017

Secondo il nuovo DM sui CAM del 11.10.2017, il livello di comfort estivo interno può essere valutato **alternativamente alla verifica della Cip minima di 40 kJ/m<sup>2</sup>K**, in termini di **temperatura operante estiva**, con riferimento al giorno più caldo della stagione estiva e per l'ambiente dell'edificio destinato alla permanenza di persone ritenuto più sfavorevole. Lo scarto in valore assoluto ( $\Delta T_i$ ), che corrisponde al livello minimo di comfort da garantire nell'ambiente più sfavorevole, si valuta con la seguente formula:

$$\Delta T_i = |T_{o,t} - T_{rif}| < 4^\circ C$$

dove:

$$T_{rif} = (0.33 \cdot T_{est}) + 18.8$$

con  $T_{est}$  = temperatura esterna media del giorno più caldo.

**Esempio:**

Per l'**Edificio A** collocato a Bari, con parete opaca M1.3C

		T-OPERANTE MEDIA GIORNO PIU' CALDO
Piano primo	Camera matrimoniale	26,66
	Camera 1	27,28
	Bagno 1	26,59
	Bagno 2	26,22
	Studio	27,25
	Disimpegno	26,50
	Soggiorno	28,94
	Cucina	28,67

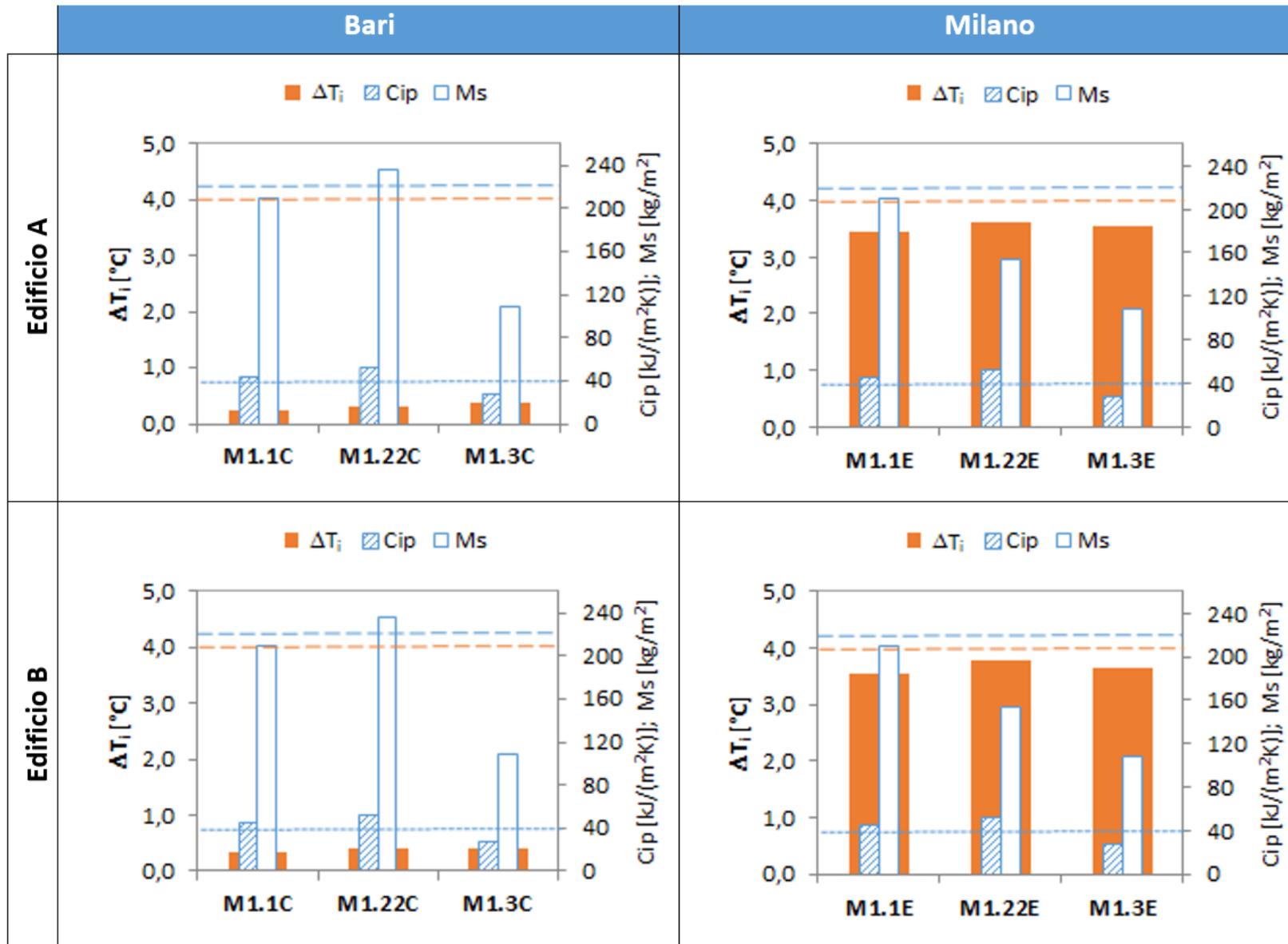
Nel locale più sfavorevole (soggiorno al primo piano) è risultata una temperatura media operante di 28,94°C nel giorno più caldo dell'anno. Per cui:

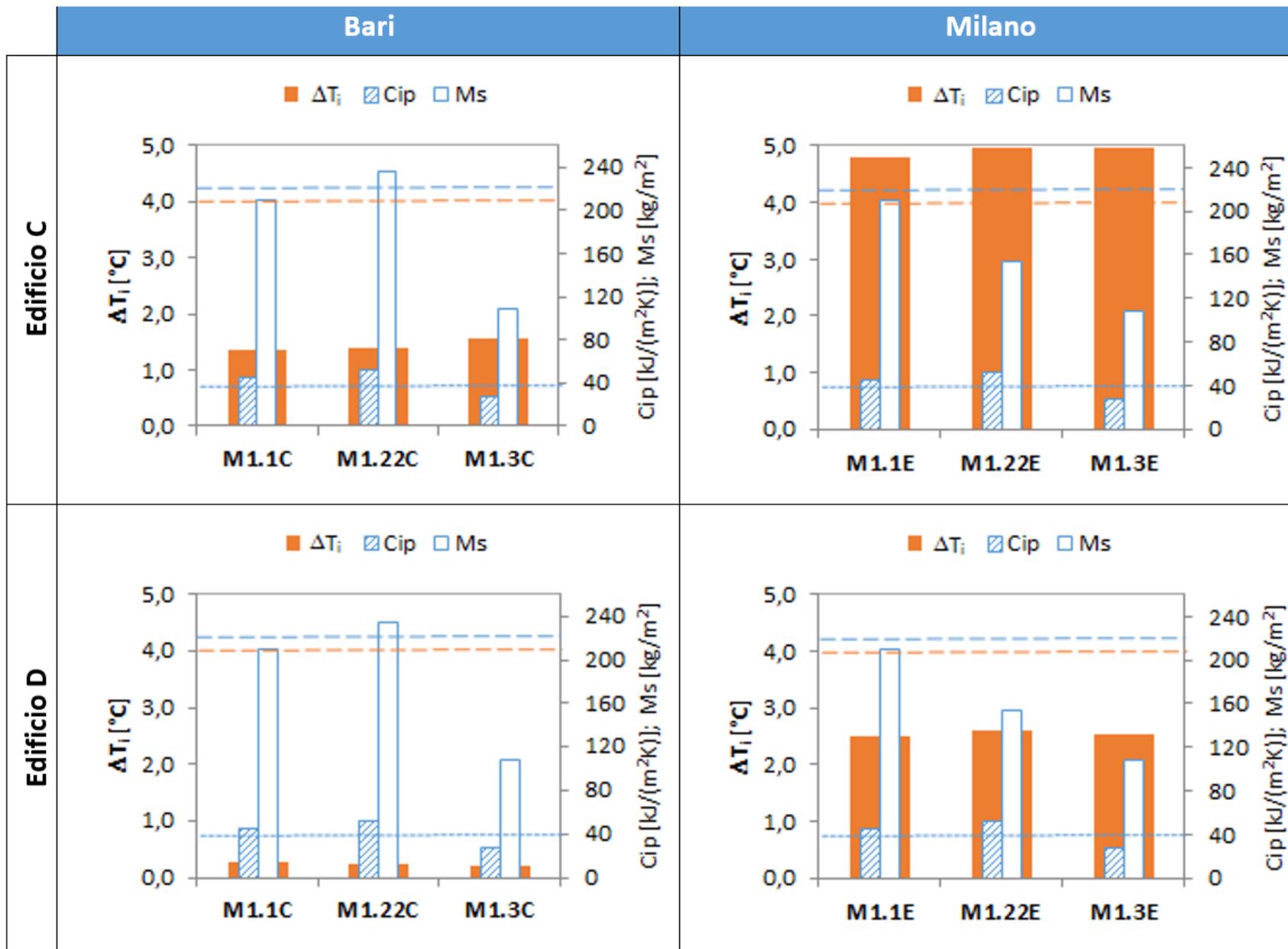
$$T_{est} = 29,55^{\circ}C \rightarrow T_{rif} = 28,55^{\circ}C$$

$$\Delta T_i = 0,39^{\circ}C < 4^{\circ}C$$

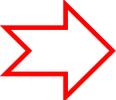


La parete esterna M1.3 con Cip interna minima pari a 28 kJ/m<sup>2</sup>K garantisce comunque **condizioni di comfort estivo** interno, all'interno delle fasce di comfort previste dal DM sui CAM del 11.10.2017





## Osservazioni

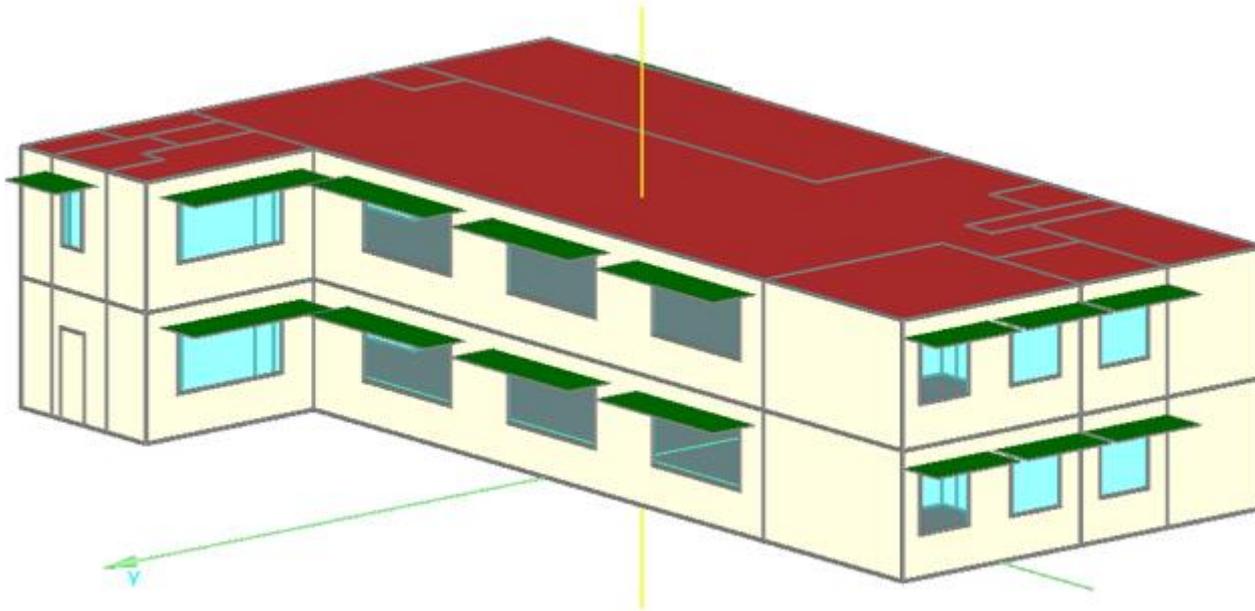
-  In tutti gli edifici, indipendentemente dalla C<sub>ip</sub> delle pareti, tutti i locali individuati come i più sfavoriti, rientrano nel limite di comfort sia nella zona C sia nella zona E, eccetto per l'edificio C (uffici) in zona E dove con tutte le tipologie di pareti esterne si supera di circa 1°C il limite del  $\Delta T_i$  ammesso nel DM-CAM.
  
-  Si rileva un aumento da 2,5 a 3,5°C per la temperatura operante nel locale più sfavorito per la zona E rispetto alla zona C, per tutte le tipologie edilizie studiate. Questo risultato è dovuto principalmente al comportamento delle componenti vetrate dell'involucro.  
In zona E, l'adozione di un triplo vetro a bassa trasmittanza termica comporta una riduzione della permeabilità termica dell'involucro, con conseguente surriscaldamento, a parità di apporti interni nelle due zone climatiche.

## FOCUS - L'importanza delle schermature solari e dei sistemi di ombreggiamento

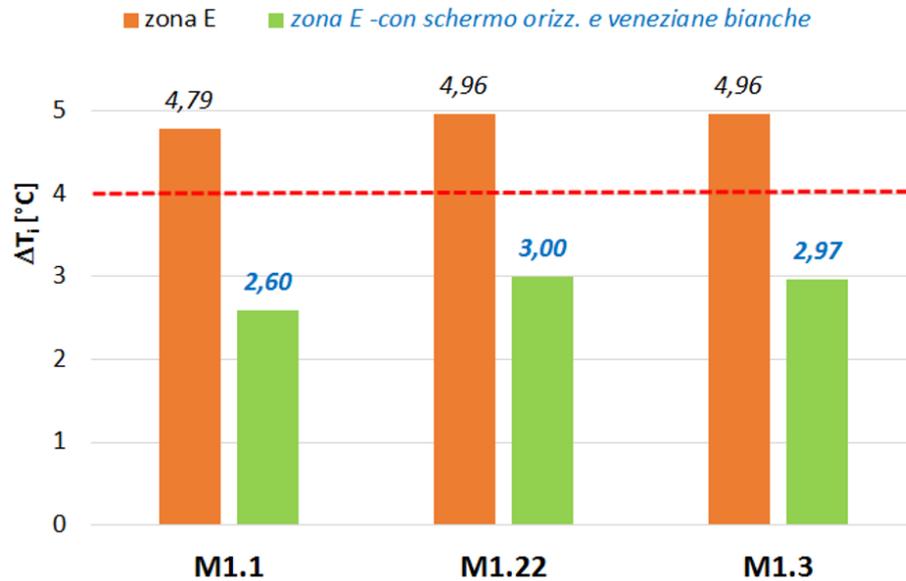
L'adozione di adeguate schermature mobili e/o fisse può dare riduzioni di temperatura operante interna significativa.

A tal fine è stato ricalcolato l'edificio C (uffici), che presenta in zona E un comportamento critico nei confronti del surriscaldamento estivo, imponendo le seguenti due modifiche:

- Sostituzione delle schermature mobili. Al posto della tenda interna in tessuti colorati con fattore di riduzione  $g_{gl+sh}/g_{gl}=0,42$  (prospetto B.6 - UNI/TS 11300-1), si è previsto l'impiego di **Veneziane bianche interne** con  $g_{gl+sh}/g_{gl}=0,25$ ;
- In corrispondenza del serramento vetrato è stato ipotizzato uno **schermo fisso orizzontale esterno** di profondità 1,2 m.



*Modello WUFI-Plus dell'edificio C (Uffici), in zona E,  
con gli schermi fissi orizzontali*



$\Delta T_i$  nel locale più sfavorito dell'edificio C (uffici) in zona E. Confronto tra i valori prima e dopo l'adozione di schermi orizzontali e veneziane bianche

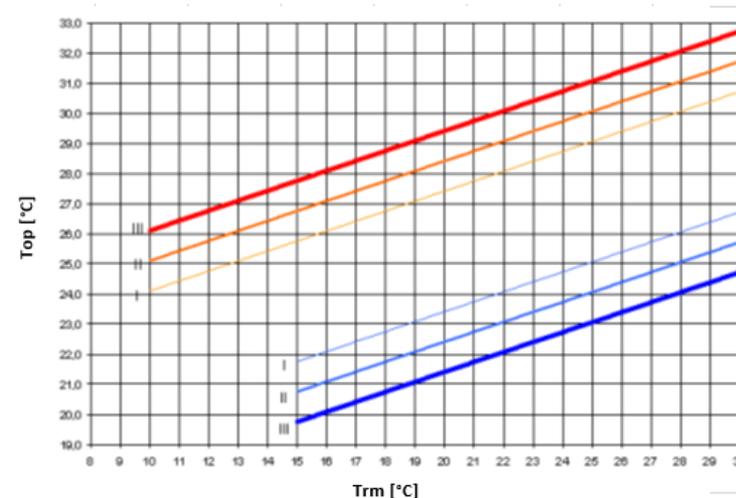
Si può quindi concludere che:

**Nei confronti del controllo del surriscaldamento estivo, all'assenza di influenza della Capacità termica periodica interna della parete opaca, fa riscontro una sensibile e determinante influenza dei sistemi schermanti.**

# Valutazione del comfort mediante temperatura operante - UNI EN 15251

La valutazione del Comfort estivo, con il Metodo A (Annex F, UNI EN 15251:2008) viene effettuata in funzione della categoria di edificio:

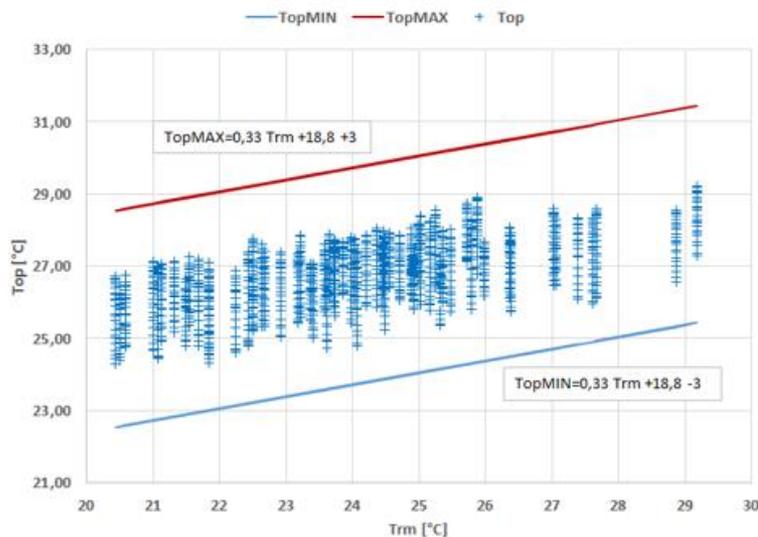
Category	Explanation
I	High level of expectation and is recommended for spaces occupied by very sensitive and fragile persons with special requirements like handicapped, sick, very young children and elderly persons
II	Normal level of expectation and should be used for new buildings and renovations
III	An acceptable, moderate level of expectation and may be used for existing buildings
IV	Values outside the criteria for the above categories. This category should only be accepted for a limited part of the year



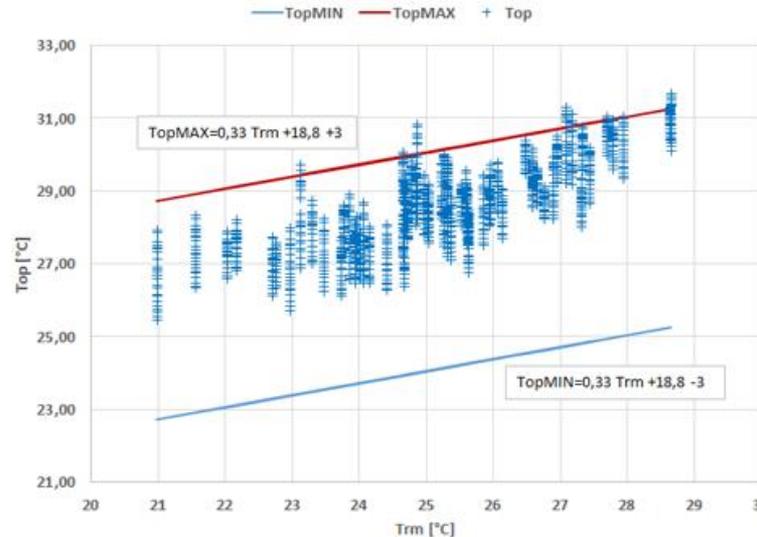
Rispetto al metodo previsto dal DM-CAM, che prende in considerazione la temperatura operante interna media nel locale più sfavorito nel giorno più caldo dell'anno, questo metodo **valuta la temperatura operante in tutta la stagione calda, correlandola alla storia termica dell'ambiente esterno.**

# Edificio A

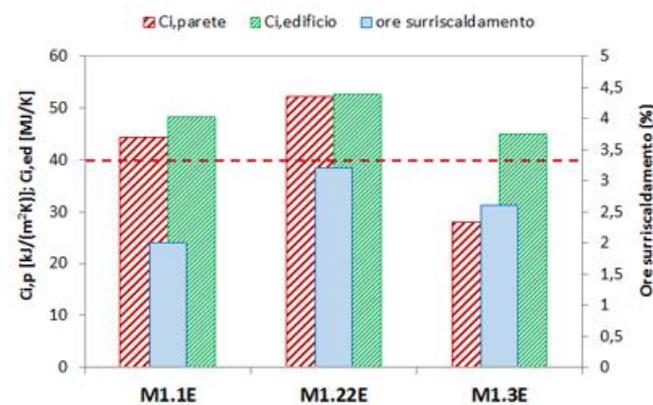
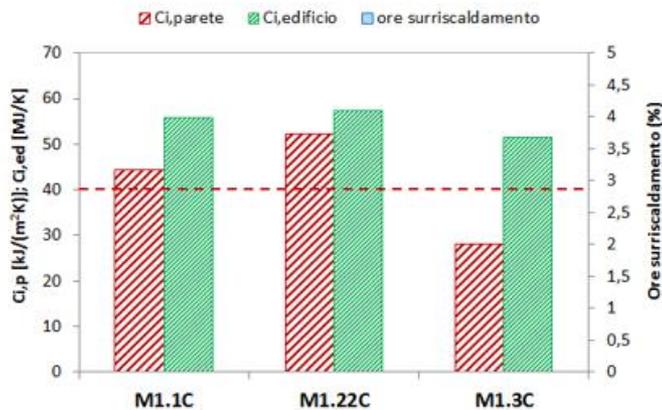
## Zona C (Bari)



## Zona E (Milano)



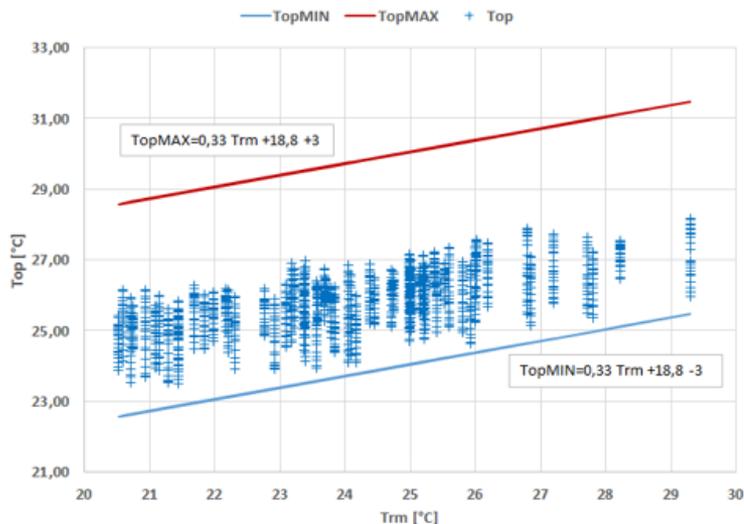
Temperatura operante (1 luglio-31 agosto) per edificio con parete M1.3



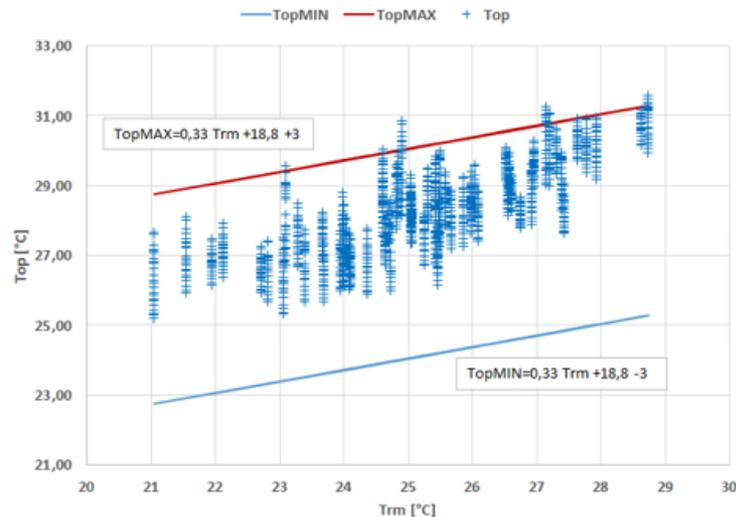
Ore surriscaldamento (%) in relazione alla capacità termica periodica interna della parete ed alla capacità termica totale dell'edificio

# Edificio B

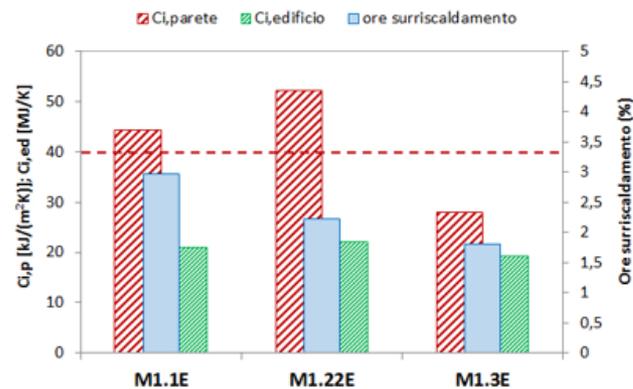
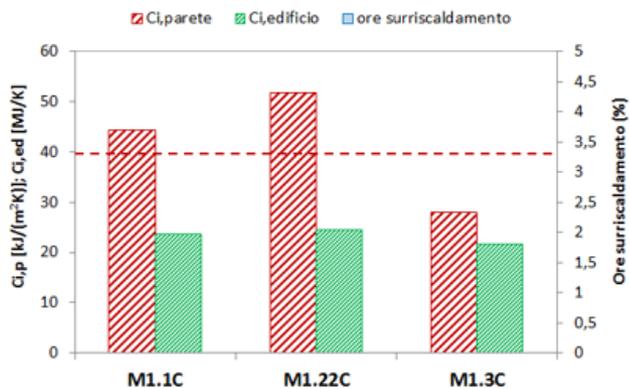
## Zona C (Bari)



## Zona E (Milano)



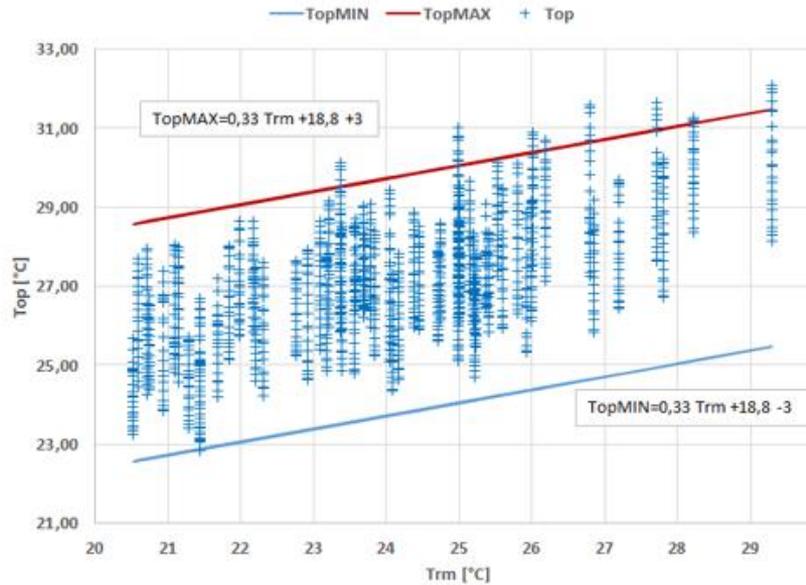
Temperatura operante (1 luglio-31 agosto) per edificio con parete M1.3



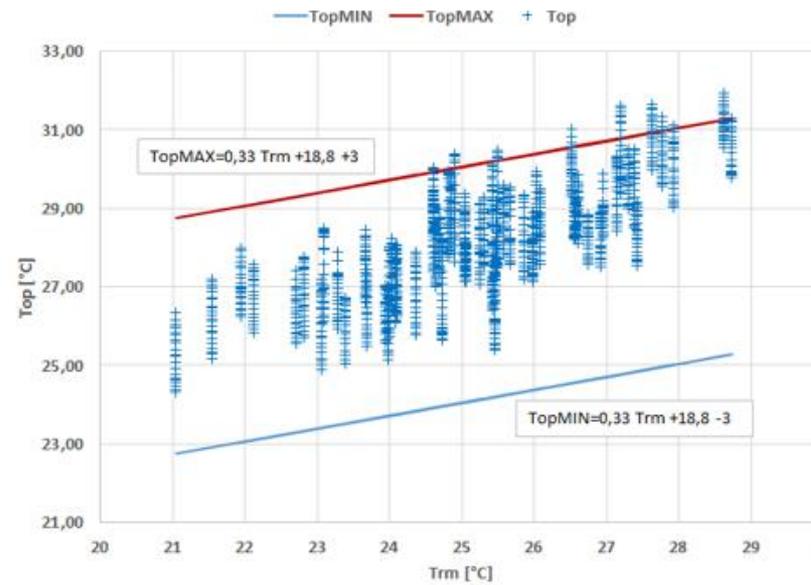
Ore surriscaldamento (%) in relazione alla capacità termica periodica interna della parete ed alla capacità termica totale dell'edificio

# Edificio C

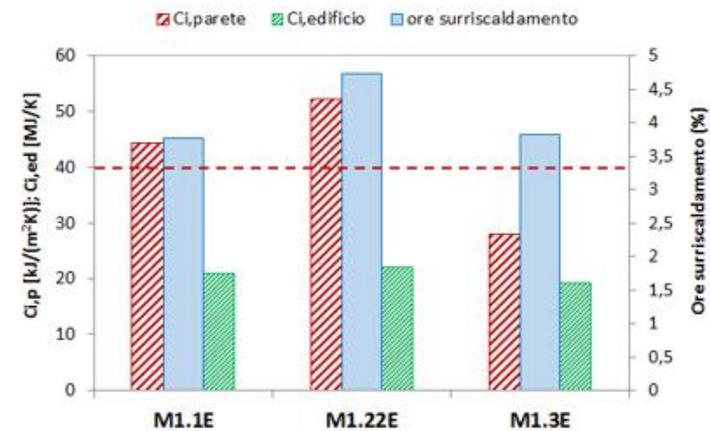
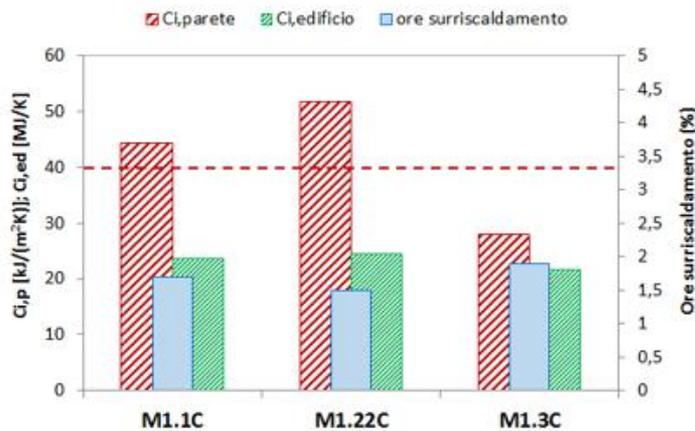
## Zona C (Bari)



## Zona E (Milano)



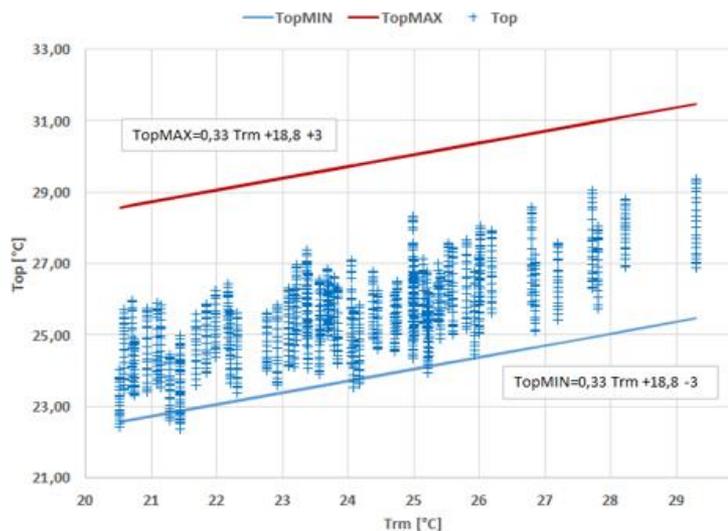
Temperatura operante (1 luglio-31 agosto) per edificio con parete M1.3



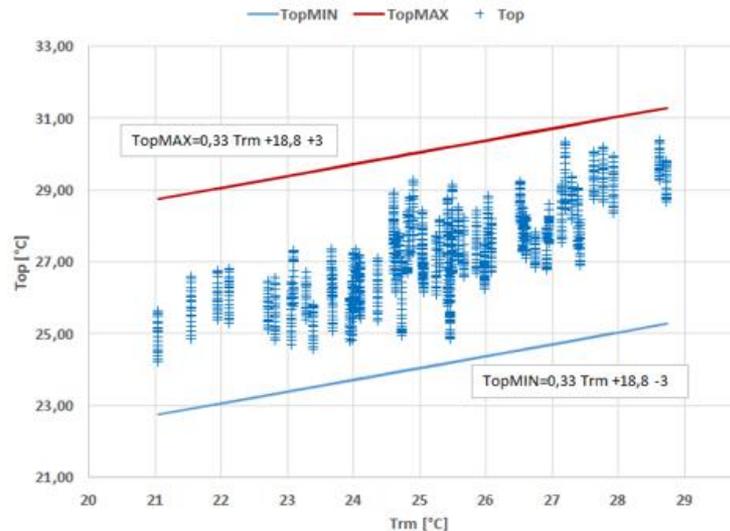
Ore surriscaldamento (%) in relazione alla capacità termica periodica interna della parete ed alla capacità termica totale dell'edificio

## Edificio D

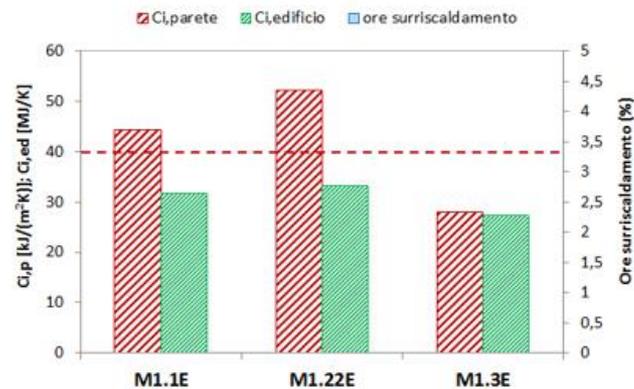
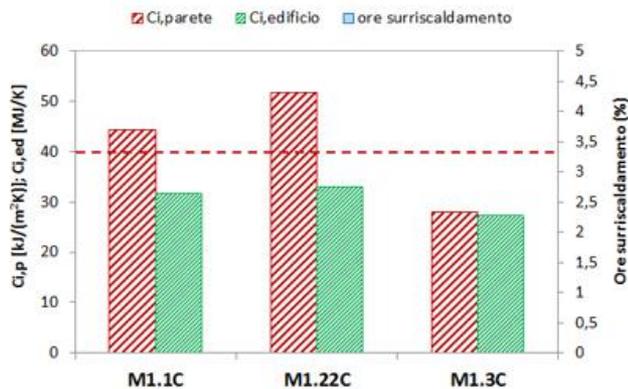
### Zona C (Bari)



### Zona E (Milano)



Temperatura operante (1 luglio-31 agosto) per edificio con parete M1.3



Ore surriscaldamento (%) in relazione alla capacità termica periodica interna della parete ed alla capacità termica totale dell'edificio

## Conclusioni dello studio sulle chiusure verticali opache per nuove costruzioni NZEB

E' stata condotta una analisi dinamica del comportamento termo-igrometrico di **3 tipi di chiusure verticali opache**:

- muratura in laterizio porizzato con cappotto esterno in EPS,
- doppia parete in laterizio con isolante fibroso minerale in intercapedine,
- muratura monostrato in calcestruzzo aerato autoclavato,

utilizzate in **4 tipologie edilizie**:

- villetta bifamiliare,
- appartamento in condominio,
- edificio uffici,
- edificio scolastico,

in **2 zone climatiche**:

- zona C (Bari),
- zona E (Milano),

in **2 condizioni di funzionamento**:

- con impianto di climatizzazione (riscaldamento, raffrescamento, umidificazione, deumidificazione),
- senza impianto di climatizzazione (edificio free-running).

## CONCLUSIONI

La capacità termica areica interna periodica non determina, da sola, l'effettivo comportamento dinamico in opera dell'involucro edilizio. Involucri con bassa capacità termica areica, presentano prestazioni, in termini di fabbisogno per climatizzazione e di comfort termo-igrometrico, equivalenti se non superiori, a quelle di involucro di più elevata capacità areica interna periodica;

Un'attenta progettazione dei sistemi schermanti (fissi/mobili) può assicurare condizioni estive di comfort ottimali, stante la loro sensibile influenza sulla temperatura operante interna;

La prescrizione contenuta nel DM 11.10.2017 (CAM) sulla capacità termica periodica interna della parete opaca esterna, non è giustificabile. I limiti prestazionali definiti nel DM 26.06.2015 Requisiti Minimi per gli edifici NZEB, sono sufficienti ad assicurare condizioni in opera di elevata efficienza energetica e comfort termo-igrometrico del sistema edificio-impianto.



**FutureNow\_2018 "BUILDING NEW GENERATION"**

18 Maggio 2018 presso Villa De Grecis  
Via delle Murge, 63, Bari

**Grazie per l'attenzione...**

