

La direttiva EPBD₂ e la casa **NZEB in laterizio**

Progettazione energetica: best case



Prof. Ing. Costanzo Di Perna

*Università Politecnica delle
Marche*

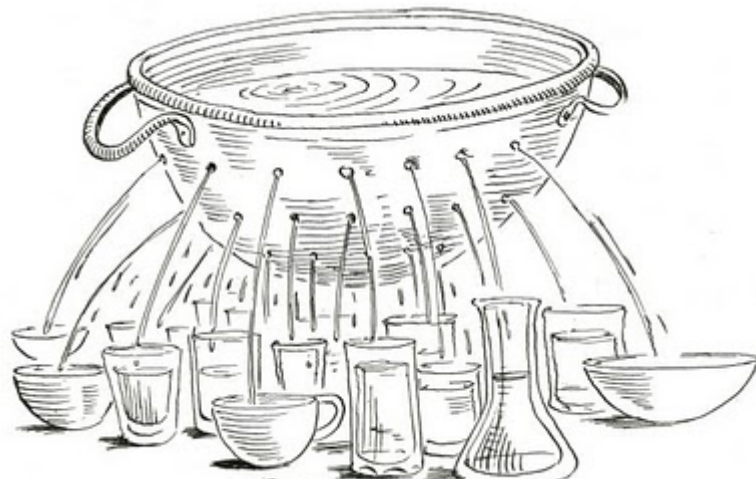
Reggio Emilia, 14 gennaio 2014

- La definizione di NZEB dovrà coincidere con i limiti di legge del 2020;
- La direttiva prescrive che il NZEB dovrà avere una richiesta energetica quasi nulla o molto bassa;
- La direttiva non quantifica il concetto di molto bassa

- Un possibile riferimento per il calcolo è l'Energia primaria totale

$$\begin{aligned} & \text{Energia Primaria totale} \\ & = \\ & \text{Energia primaria non rinnovabile} \\ & + \\ & \text{Energia rinnovabile} \end{aligned}$$

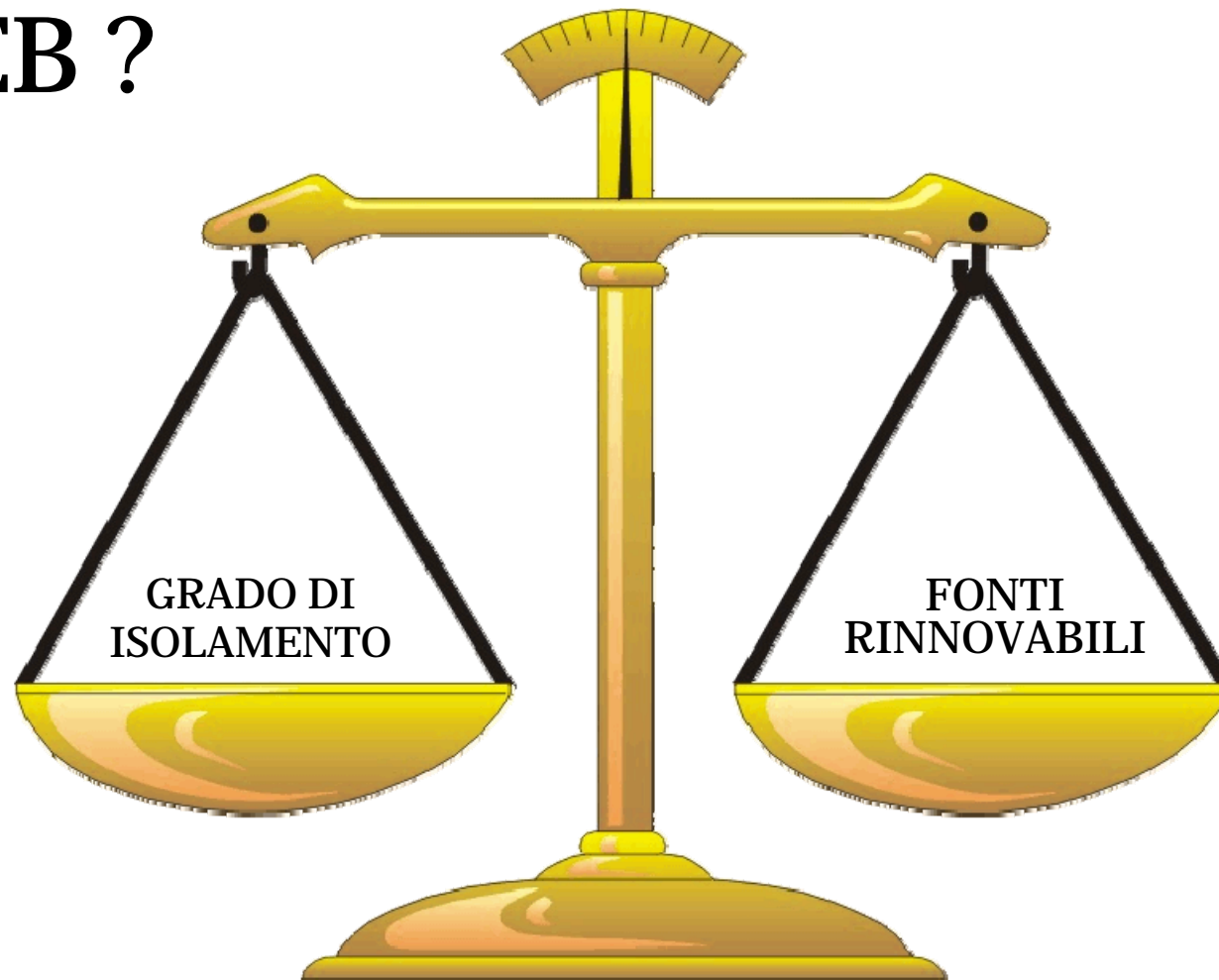
NZEB ?



+



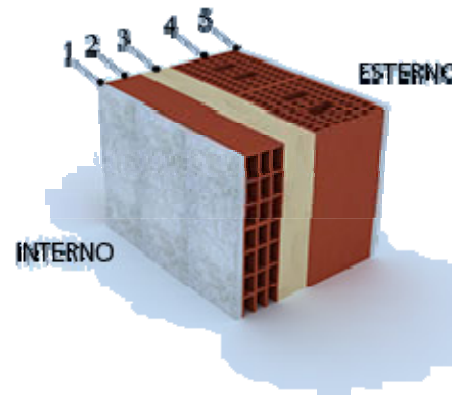
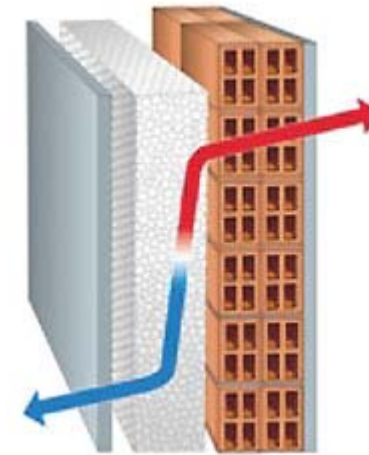
NZEB ?



VALORE OTTIMALE PER LA TRASMITTANZA PARETI OPACHE

$U_p \rightarrow 0,25 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
Riduzione del 20%

1	isolamento termico della parete esterna (EIFS-S-EW): sistema a cappotto	Trasmittanza termica (W/m ² K)	U_p
2	isolamento termico della parete esterna (CW/EW): isolamento nell'intercapedine	Trasmittanza termica (W/m ² K)	U_p

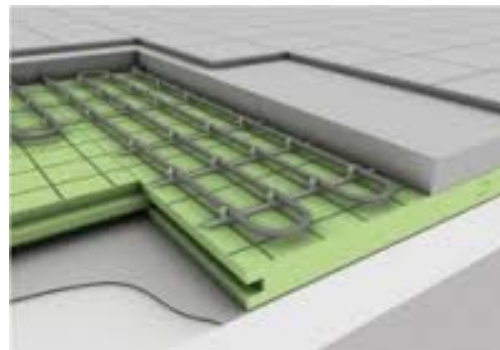


$U_p \rightarrow 0,34 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
ottimizzazione

VALORE OTTIMALE PER LE COPERTURE

$$U_{r,f} \rightarrow 0,2 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

3	Isolamento termico della copertura (INS-R)	Trasmittanza termica (W/m ² K)	U _r
4	Isolamento termico del pavimento (INS-F)	Trasmittanza termica (W/m ² K)	U _f



$$U_p \rightarrow 0,4 \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

ottimizzazione

VALORE OTTIMALE PER LE FINESTRE

$U_w \rightarrow 1,9 \text{ [W/m}^2\text{K]},$
Riduzione del 20%



5

Isolamento termico degli elementi trasparenti | Trasmittanza termica (W/m²K)

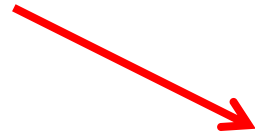
| U_w |

$U_p \rightarrow 2,2 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
ottimizzazione

VALORE OTTIMALE PER LE SCHERMATURE

$$g \rightarrow 0,77$$

6 | Sistemi di schermatura solare (SHAD) | Trasmittanza di energia solare totale | g_{gl}



**Massa e comfort:
necessità di una adeguata capacità
termica areica interna periodica**

L'industria dei Laterizi - marzo aprile 2008 - 110



Energy and Buildings

Volume 43, Issue 1, January 2011, Pages 200–206



Influence of the internal inertia of the building envelope on summertime comfort in buildings with high internal heat loads

C. DiPerna^a, F. Stazi^b,   , A. Ursini Casalena^b, M. D'Orazio^b

- 1. Title: The role of interior thermal mass in a small commercial building under moderate weather condition Applied Energy, 2012**
- 2. P. Ma, L.-S. Wang, Effective heat capacity of interior planar thermal mass (IPTM) subject to periodic heating and cooling, Energy and Buildings 47 (2012) 44–52**
- 3.**

Università Politecnica delle Marche

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e dell'Architettura*
Dipartimento di Ingegneria Industriale e Scienze Matematiche**



EFFETTI SUL CONFORT E SUI CONSUMI ENERGETICI DI PARETI A DIVERSA INERZIA TERMICA

Parte 1:

CALCOLO DELLA TEMPERATURA OPERANTE E ANALISI CON METODO SEMI-STAZIONARIO

Prof. C. Di Perna**

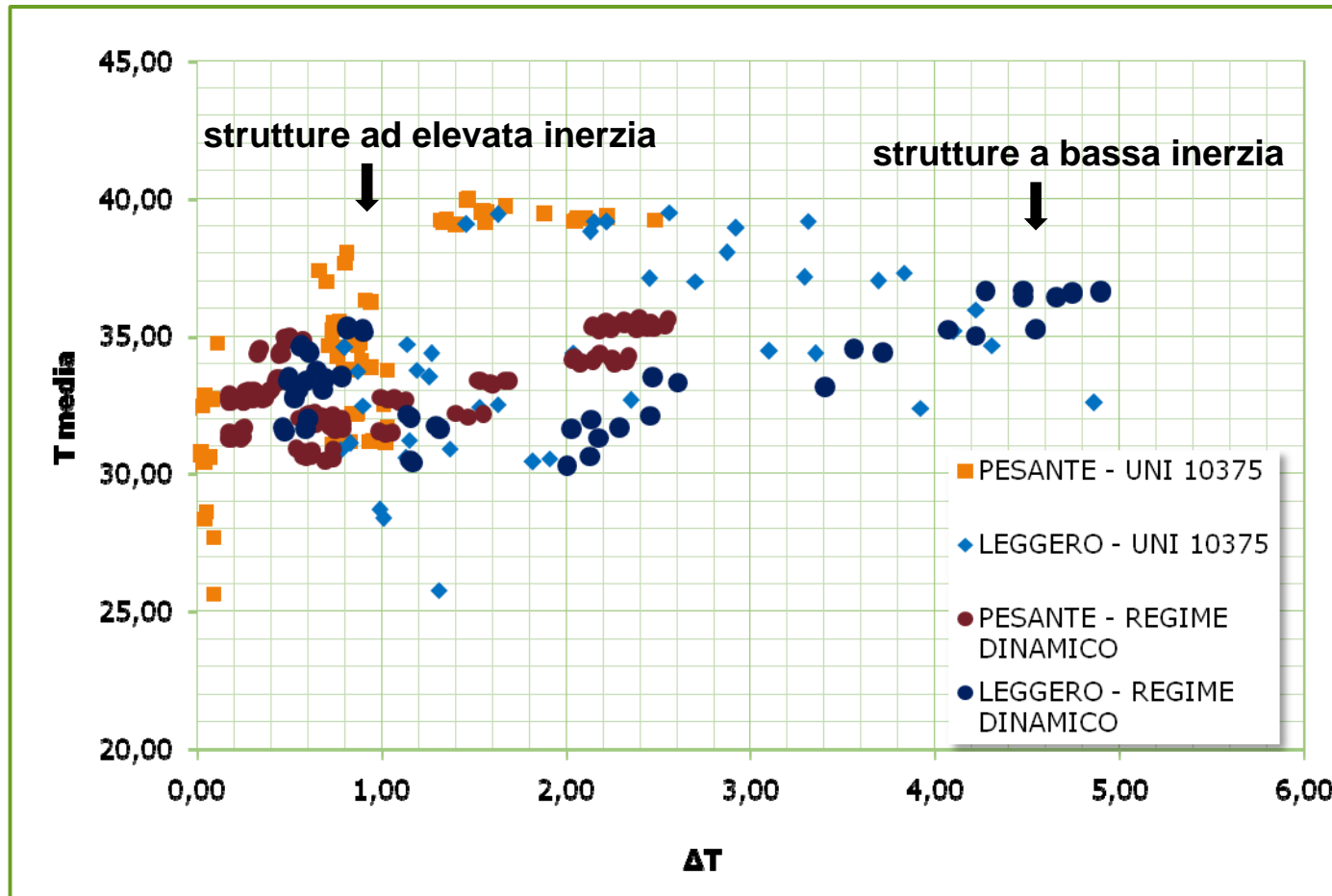
Prof. M. D'Orazio*

Ing. E. Di Giuseppe*

Ing. L. Fantini**

Confronto analisi della prestazione in regime dinamico

EDIFICI A DIVERSA INERZIA TERMICA



EDIFICI DI RIFERIMENTO

Definire **edifici di riferimento** caratterizzati dalla loro funzionalità e posizione geografica (sia residenziali che non residenziali, sia di nuova costruzione che già esistenti).

L'edificio di riferimento rappresenta il **parco immobiliare normale e medio** in un dato Stato membro.

EDIFICI DI RIFERIMENTO RICHIESTI

Secondo quanto previsto dal Regolamento, per ciascuna delle seguenti categorie vanno individuati almeno un edificio di riferimento per i nuovi edifici e due per quelli esistenti:

- abitazioni monofamiliari;
- condomini di appartamenti/multifamiliari;
- edifici uso uffici;

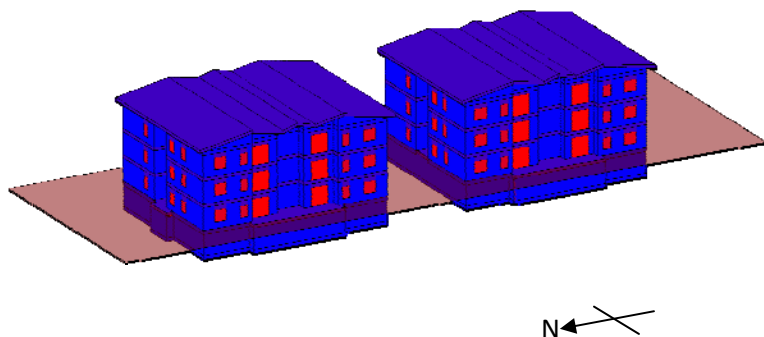
BEST CASE – ANALISI UNIVPM



Intervento: Nuova costruzione


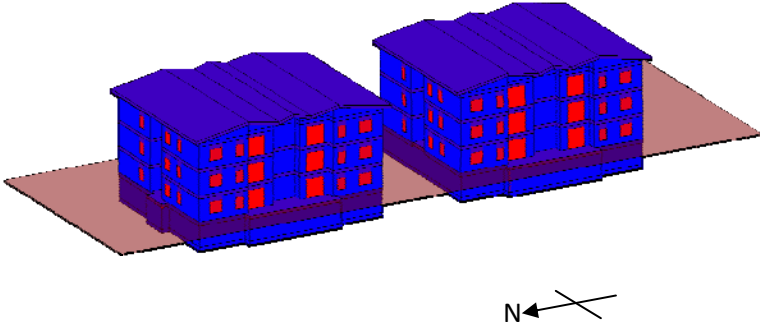
Destinazione d'uso: Residenziale

Zona climatica: E



Tipologia: Piccolo condominio

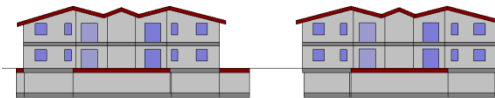
BEST CASE – ANALISI UNIVPM

DATI GENERALI	
<p>Località: BOLOGNA Altitudine: 54 m s.l.m. Latitudine: 40° 30' 27" Longitudine: 11° 21' 05" Gradi giorno: 2259 Zona climatica: E Destinazione d'uso: Residenziale Tipologia: Piccolo condominio Intervento: Nuova costruzione</p>	
	
Volume lordo riscaldato	7655
Sup. esterna che delimita lo spazio riscaldato	4026
S/V	0,526
Sup. calpestabile	1844
N. piani climatizzati	3
altezza interna netta	2,70m
N. unità immobiliari	28
	

COME SIAMO ARRIVATI A DEFINIRE L'EDIFICIO?

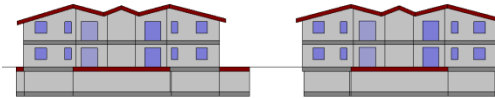
EDIFICIO DI PARTENZA

$$S/V = 0.593$$



EDIFICIO CON
STRATIGRAFIE CONCORDATE

$$S/V = 0.593$$



EDIFICIO MODIFICATO

$$S/V = 0.526:$$

- > dimensioni delle finestre
- < trasmittanza degli infissi
- Piano sottotetto
- > isolamento verso il garage
- aggiunto piano

$S/V \rightarrow 0,6 \text{ [W/m}^2\text{K]}$
ottimizzazione

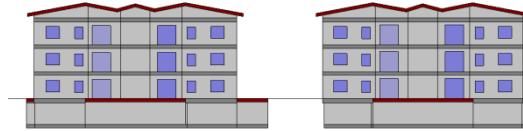


La direttiva EPBD₂ e la casa NZEB in laterizio

EDIFICIO MODIFICATO

$$S/V = 0.526$$

$$U = 0.237 \text{ W/m}^2\text{K}$$



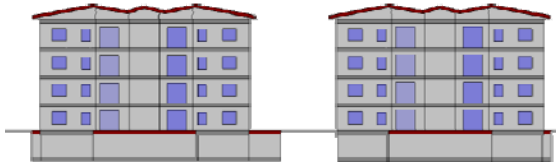
EDIFICIO MODIFICATO

$$S/V = 0.481$$

$$U = 0.174 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0.252 \text{ W/m}^2\text{K}$$

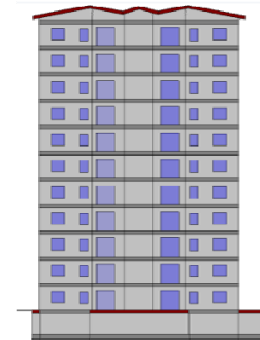
$$U = 0.237 \text{ W/m}^2\text{K}$$



EDIFICIO MODIFICATO

$$S/V = 0.373$$

$$U = 0.237 \text{ W/m}^2\text{K}$$

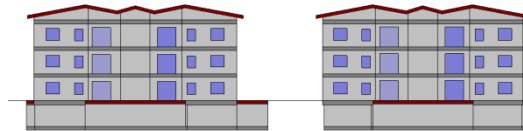


ENTRAMBE LE TIPOLOGIE EDILIZIE RISULTANO **INADEGUATE**
ALL'UTILIZZO DELLA **MURATURA PORTANTE**

EDIFICIO MODIFICATO

S/V = 0.526:

- > dimensioni delle finestre
- < trasmittanza degli infissi
- Piano sottotetto
- > isolamento verso il garage
- aggiunto piano



**SONO STATE ANALIZZATE
25 SOLUZIONI STRATIGRAFICHE
di cui una dlgs.192 e una leggera**

12 - MONOSTRATO

13 - PLURISTRATO

4-PORTANTI

8-NON PORTANTI

3-PORTANTI

10-NON PORTANTI

La direttiva EPBD₂ e la casa NZEB in laterizio

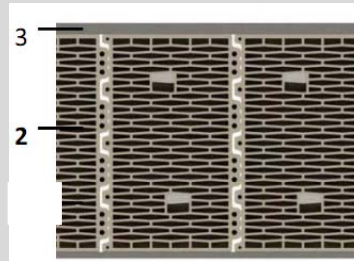
Cod.	Sp.	U	Yie	k1	Portante
	m	W/m ² K	W/m ² K	kJ/m ² K	Si/No
1	43	0,236	0,007	34,7	No
2	53	0,203	0,001	38,6	No
3	45	0,246	0,003	42,5	Si
4	53	0,214	0,003	38,7	No
5	45	0,266	0,003	25,6	Si
9	45	0,261	0,003	21,9	Si
14	48	0,175	0,001	36,9	No
15	48	0,244	0,002	39,2	No
16	43	0,201	0,002	33,1	No
17	43	0,214	0,003	37,0	No
18	43	0,242	0,002	39,4	Si
19	45	0,252	0,006	41,6	No

MONOSTRATO

Cod.	Sp.	U	Yie	k1	Portante
	m	W/m ² K	W/m ² K	kJ/m ² K	Si/No
6	52	0,260	0,007	47,3	No
7	43	0,237	0,006	41,5	No
8	43	0,235	0,012	48,4	Si
10	43	0,235	0,013	39,8	Si
11	45,3	0,208	0,022	42	No
12	45,3	0,225	0,022	41,9	No
13	45,3	0,244	0,017	41,8	No
20	45	0,252	0,013	42,5	No
21	48	0,247	0,012	47,7	Si
22	44,5	0,237	0,018	42	No
23	44,5	0,234	0,014	42	No
24	47,3	0,134	0,024	50	No
25	38	0,320	0,016	42	No

PLURISTRATO

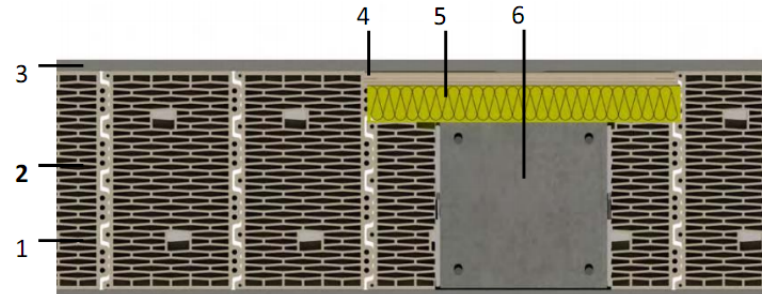
MONOSTRATO NON PORTANTE



1. Intonaco interno sp. 1 cm
2. Blocco a incastro a setti sottili in laterizio alleggerito in pasta (foratura 53%) sp. 40 cm
3. Intonaco esterno termoisolante sp. 2 cm

MONOSTRATO NON PORTANTE

Tamponamento monostrato con blocchi a incastro a setti sottili



$$0,175 < U < 0,252$$

$$43 \text{ cm} < sp < 53 \text{ cm}$$

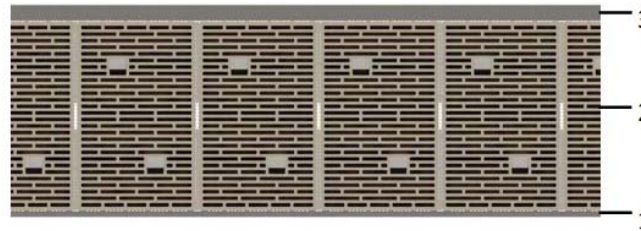
1. Intonaco interno sp. 1 cm
2. Blocco a incastro a setti sottili in laterizio alleggerito in pasta (foratura 53%) sp. 40 cm
3. Intonaco esterno termoisolante sp. 2 cm
4. Tavellina in laterizio sp. 3 cm
5. Strato di materiale isolante in poliuretano sp. 7 cm
6. Pilastro in c.a. sp. 30 cm

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete di tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	43 cm
Trasmittanza U	0,236 W/(m ² K)
Massa areica	306 kg/m ²
Attenuazione	0,029
Sfasamento	21 h 33'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,007 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	34,7 kJ/m ² K

MONOSTRATO PORTANTE

Muratura portante
per zona sismica
ad elevato
isolamento



$$0,242 < U < 0,266$$

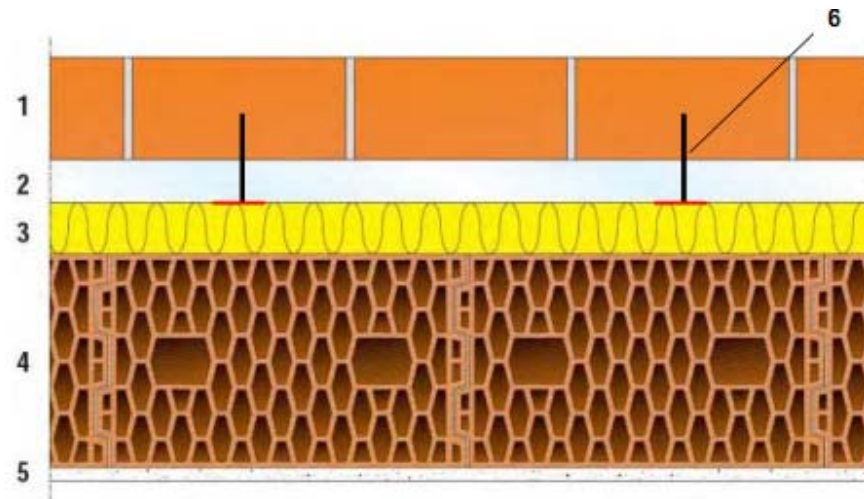
$$43 \text{ cm} < sp < 45 \text{ cm}$$

1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Blocco portante per zona sismica in laterizio alleggerito in pasta (foratura 45%) sp. 40 cm
3. Intonaco esterno termoisolante sp. 3,5 cm

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete portante
Disposizione	Verticale
Spessore	45 cm
Trasmittanza U	0,246 W/(m ² K)
Massa areica	405 kg/m ²
Attenuazione	0,014
Sfasamento	>24h
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,003 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	21,90 kJ/m ² K

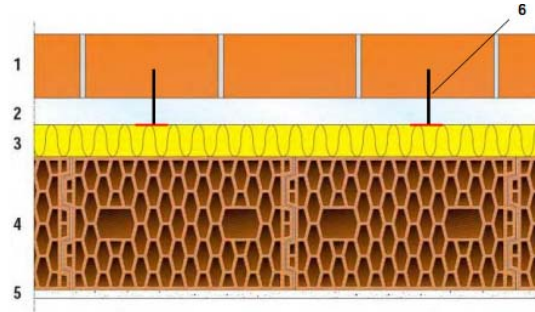
MULTISTRATO NON PORTANTE



1. *Mattone pasta molle faccia a vista, sp. 12 cm*
2. *Intercapedine d'aria non ventilata, sp. 3 cm*
3. *Isolante EPS Neopor, sp. 8 cm*
4. *Blocco alleggerito foratura 50%, sp. 20 cm*
5. *Intonaco di calce e gesso, sp. 2 cm*
6. *Graffaggi*

MULTISTRATO NON PORTANTE

Muratura termo-
acustica con
paramento in
mattoni faccia a
vista pieni



$$0,208 < U < 0,26$$

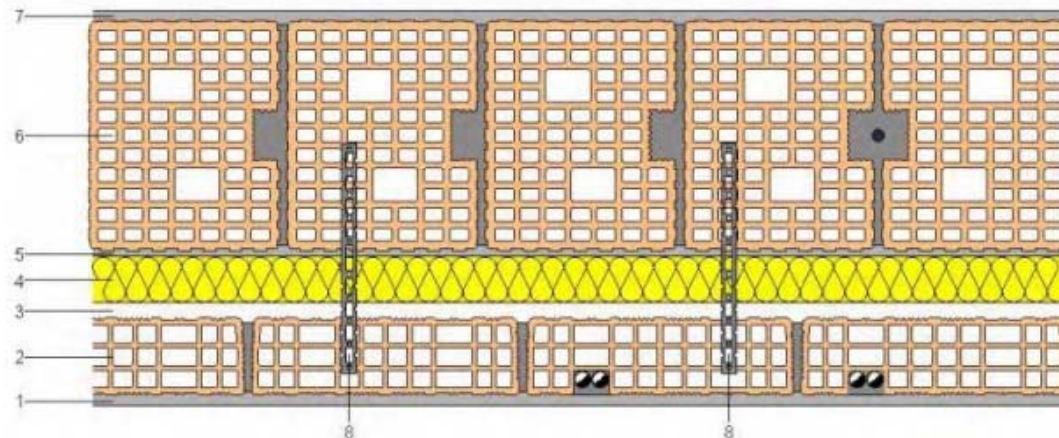
$$43 \text{ cm} < sp < 52 \text{ cm}$$

1. Mattone pasta molle faccia a vista, sp. 12 cm
2. Intercapedine d'aria non ventilata, sp. 3 cm
3. Isolante EPS Neopor, sp. 8 cm
4. Blocco alleggerito foratura 50%, sp. 20 cm
5. Intonaco di calce e gesso, sp. 2 cm
6. Graffaggi

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete di tamponamento
Disposizione	Verticale
Spessore	45 cm
Trasmittanza U	0,234 W/(m ² K)
Resistenza R (senza intonaci)	4,273 (m ² K)/W
Massa areica	391 kg/m ²
Attenuazione	0,061
Sfasamento	17h 23'
Trasmittanza termica periodica Y _{IE}	0,018 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	42,00 kJ/m ² K

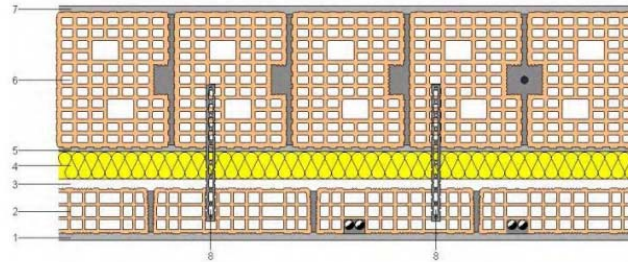
MULTISTRATO PORTANTE



1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Tramezze pre-incise a fori verticali sp. 10 cm
3. Intercapedine d'aria non ventilata sp. 3 cm
4. Strato di materiale isolante termico in fibra minerale sp. 6 cm con barriera vapore lato interno
5. Intonaco di rinaffo sp. 1 cm
6. Blocchi semipièni (foratura $\leq 45\%$) sp. 30 cm
7. Intonaco esterno sp. 1,5 cm
8. Graffaggi

MULTISTRATO PORTANTE

Muratura armata con isolante e paramento interno con tramezze a fori verticali e setti preincisi



1. Intonaco interno sp. 1,5 cm
2. Tramezze pre-incise a fori verticali sp. 10 cm
3. Intercapedine d'aria non ventilata sp. 3 cm
4. Strato di materiale isolante termico in fibra minerale sp. 6 cm con barriera vapore lato interno
5. Intonaco di rinzafo sp. 1 cm
6. Blocchi semipieni (foratura ≤45%) sp. 30 cm
7. Intonaco esterno sp. 1,5 cm
8. Graffaggi

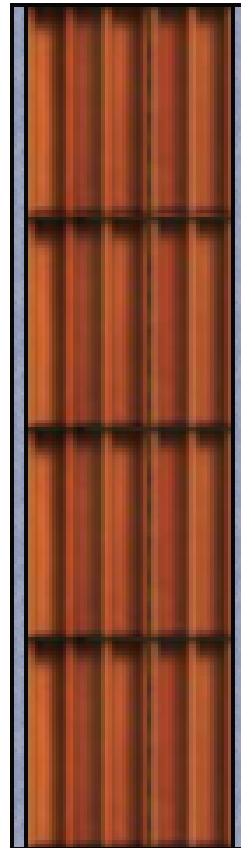
$$0,235 < U < 0,247$$

$$43 \text{ cm} < sp < 48 \text{ cm}$$

Caratteristiche e prestazioni

Tipologia	Parete portante
Disposizione	Verticale
Spessore	53 cm
Trasmittanza U	0,246 W/(m ² K)
Resistenza R (senza intonaci)	3,846 (m ² K)/W
Massa areica	472 kg/m ²
Attenuazione	0,028
Sfasamento	>20h
Trasmittanza termica periodica Y _E	0,007 W/(m ² K)
Capacità termica periodica lato interno K ₁	47,30 kJ/m ² K

PARETE SECONDO DLGS 192



$$U = 0,320$$

$$sp = 38 \text{ [cm]}$$

PARETE LEGGERA

PARETE LEGGERA: Intonaco interno

Lastre cartongesso

Legno cemento

Lastre OSB

Barriera al vapore

Lama d'aria

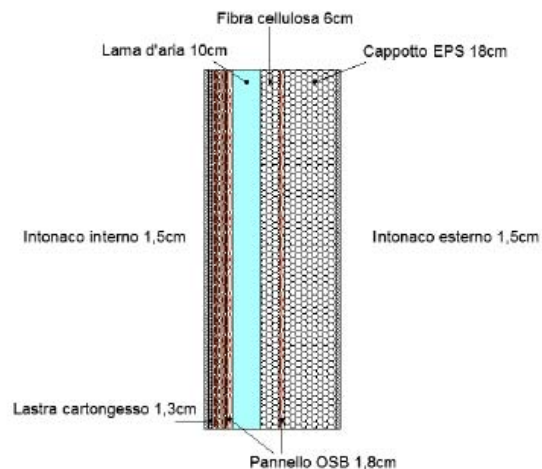
Fibra cellulosa

Barriera all'aria

OSB

EPS

Intonaco per cappotto

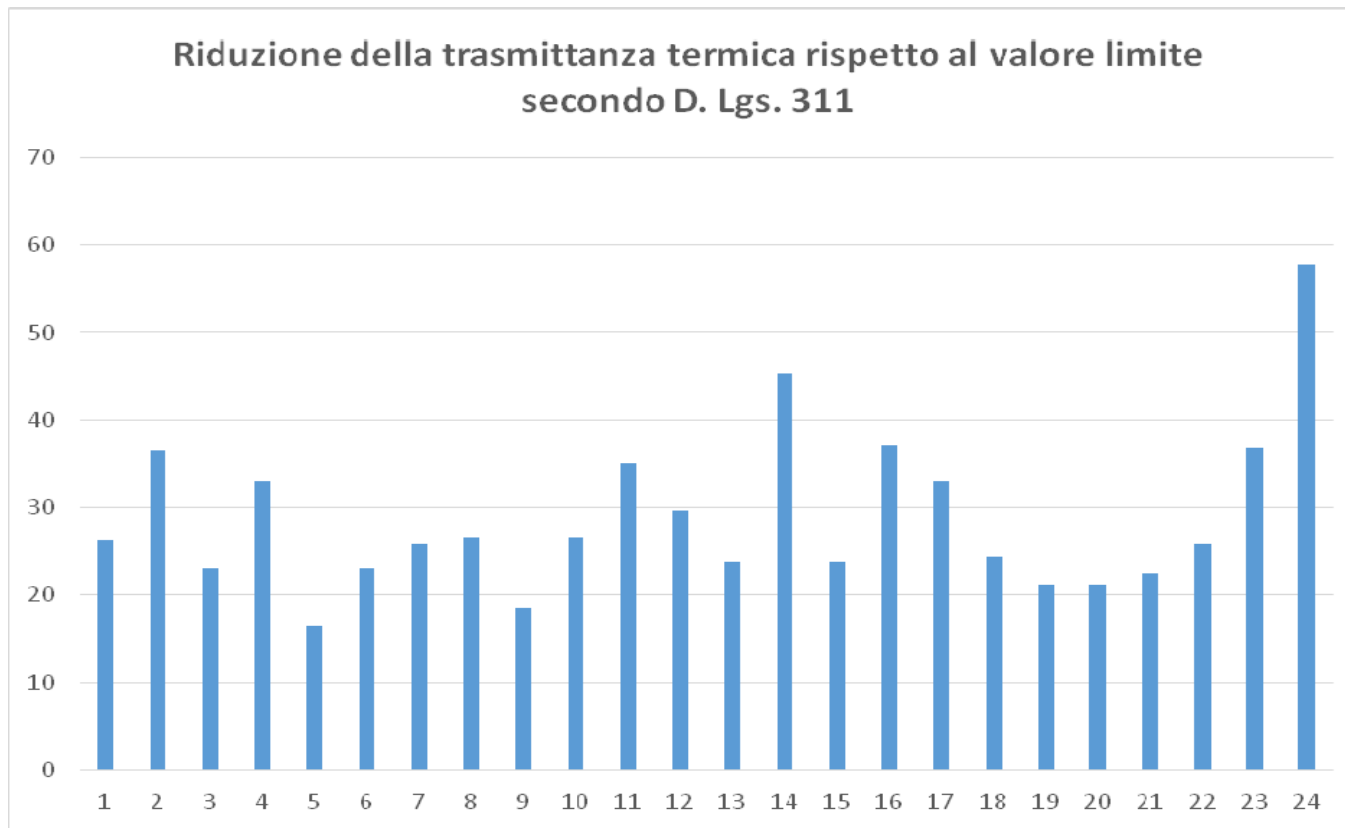


$$U = 0,134$$

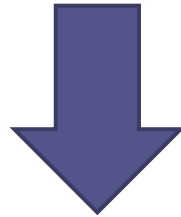
$$Y_{ie} = 0,024$$

$$sp = 47,3 \text{ [cm]}$$

La direttiva EPBD₂ e la casa NZEB in laterizio

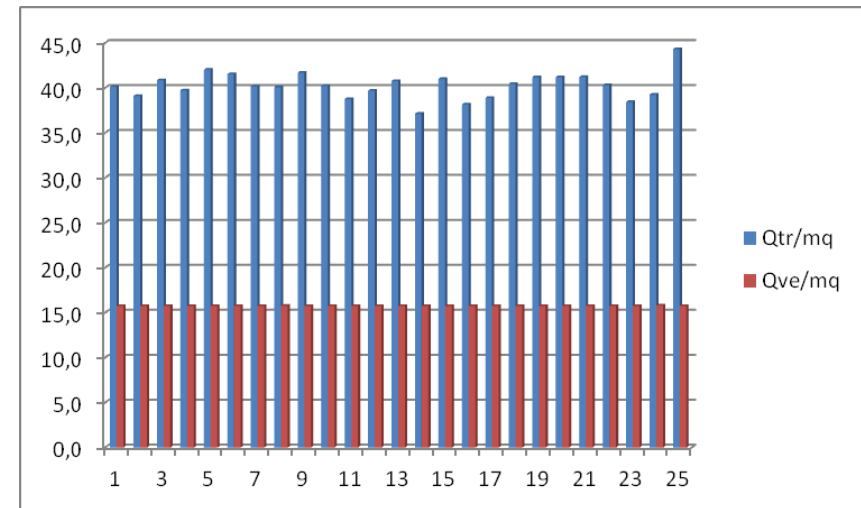
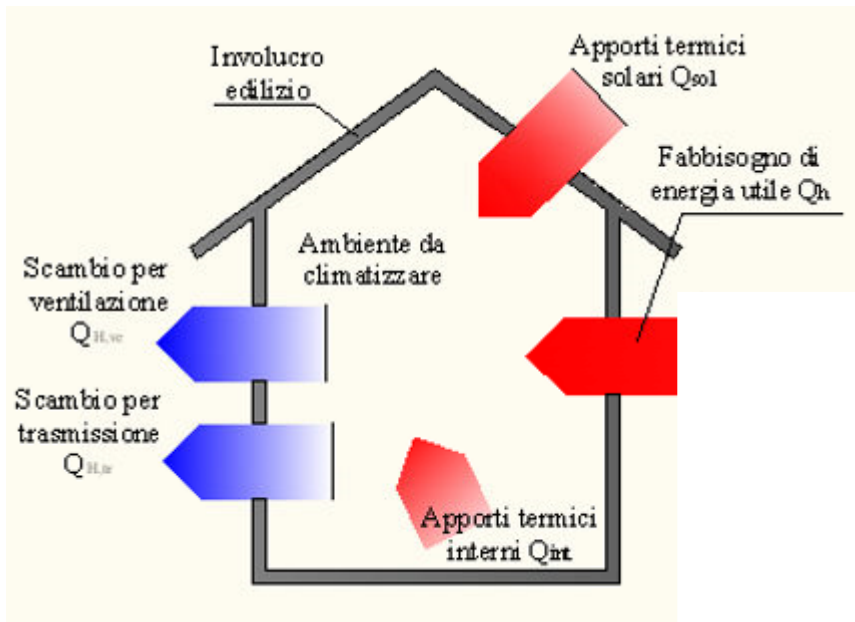


NZEB in laterizio

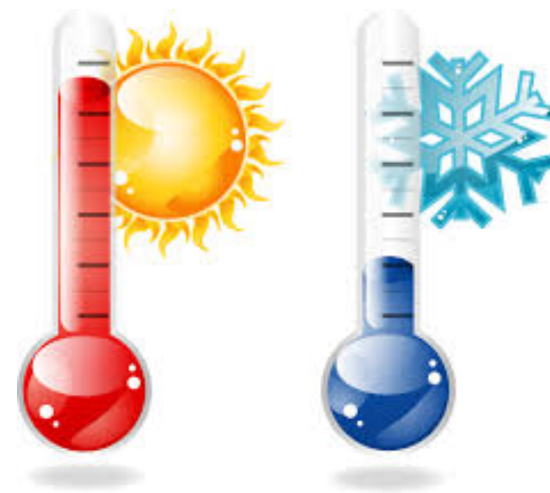
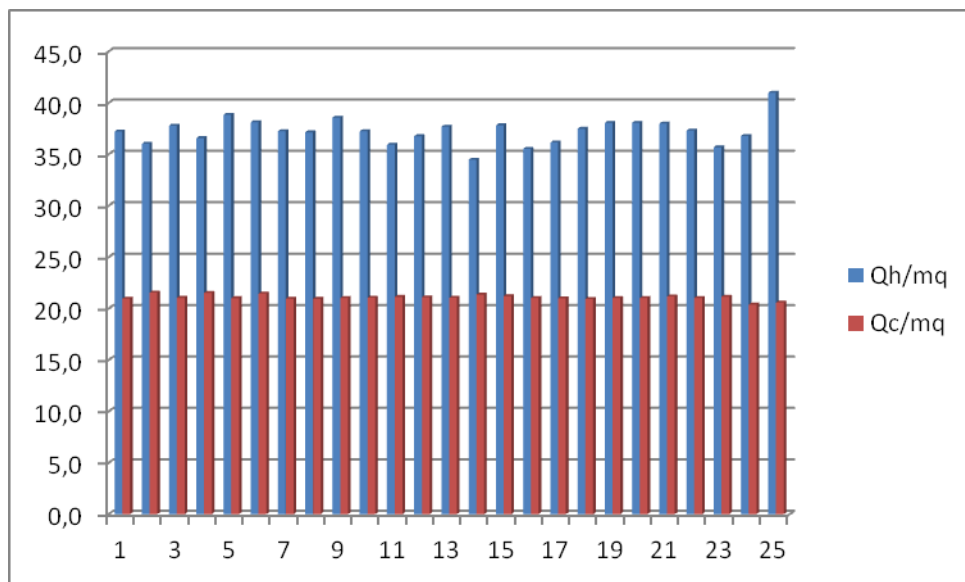


**QUOTA PARTE TRASMISSIONE
QUOTA PARTE VENTILAZIONE**

Calcolata con UNI TS 11300 parte 1

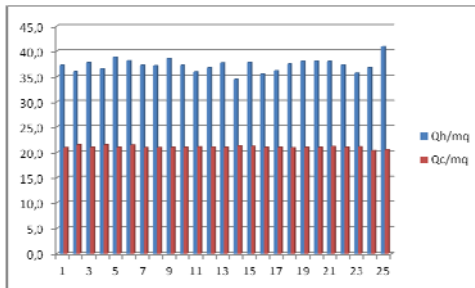
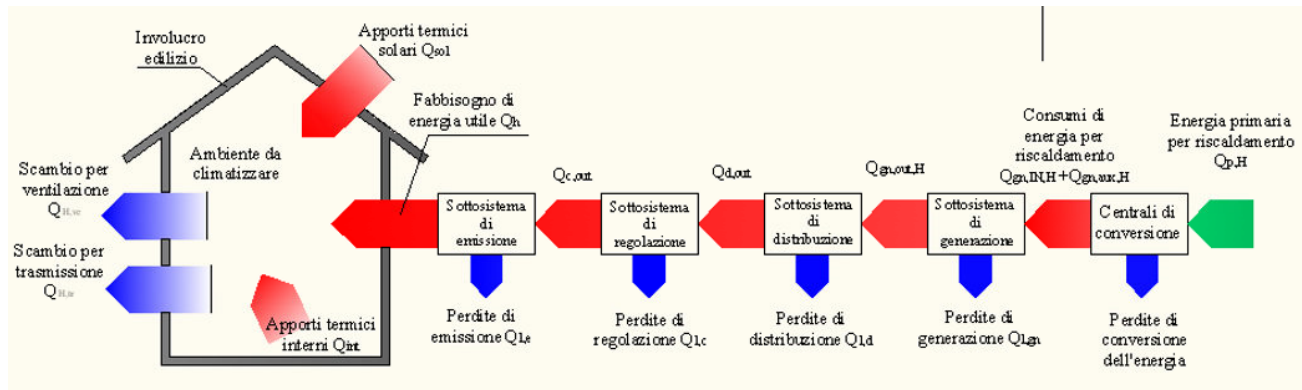


NZEB in laterizio



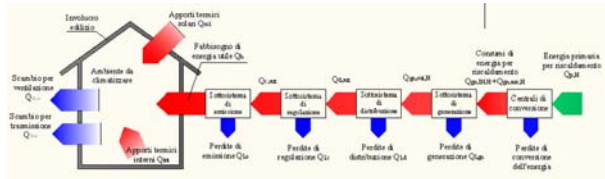
NZEB in laterizio

A questo punto, ottimizzate le strutture di tamponamento, per giungere all'edificio NZEB è necessario introdurre nell'edificio un sistema impiantistico ad alta efficienza



➔ **ENERGIA PRIMARIA**

NZEB in laterizio



Infine inserire le fonti rinnovabili

ENERGIA PRIMARIA TOTALE



GRAZIE