



Il risparmio energetico negli edifici

DD.MM. 26/06/2015: contenuti, parametri, edificio di riferimento, NZEB, classificazione energetica

Correlazione con requisiti acustici

Ing. Lorenzo Bari
Consorzio **POROTON**® Italia

Bari, 5 aprile 2017

Compartimento TERMICO



ORDINE DEGLI INGEGNERI
della Provincia di Bari
ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI BARI



Il risparmio energetico negli edifici

Indice argomenti

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI
Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)
- ✓ D.M. 26.6.2015 "REQUISITI MINIMI"
 - A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali "edificio reale")
 - Ponti termici e verifica rischio muffa
 - Edificio di riferimento:
 - 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
 - 2 parametri impianti
 - Edifici NZEB
 - B) Requisiti specifici (verifiche con "edificio di riferimento")
- ✓ D.M. 26.6.2015 "LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA"
Criteri di classificazione
- ✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI
Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico
- ✓ CONCLUSIONI

Compartimento TERMICO



Il risparmio energetico negli edifici

3 - 108

Indice argomenti

✓ RIFERIMENTI NORMATIVI

Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)

✓ D.M. 26.6.2015 "REQUISITI MINIMI"

A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali "edificio reale")
- Ponti termici e verifica rischio muffa

Edificio di riferimento:

- 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
- 2 parametri impianti

Edifici NZEB

B) Requisiti specifici (verifiche con "edificio di riferimento")

✓ D.M. 26.6.2015 "LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA"

Criteri di classificazione

✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI

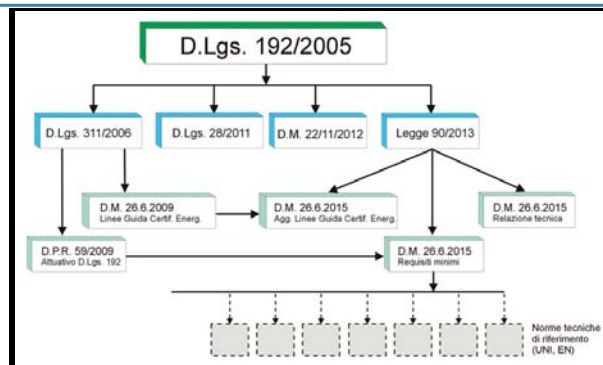
Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico

✓ CONCLUSIONI



Riferimenti normativi – Quadro generale

4 - 108



NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

- UNI/TS 11300-1:2014 "Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale"
- UNI/TS 11300-2:2014 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali"
- UNI/TS 11300-3:2010 "Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva"
- UNI/TS 11300-4:2016 "Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria"
- ...



Riferimenti normativi – Nuovi decreti attuativi

5 - 108

D.M. 26.6.2015 (*)

Requisiti minimi degli edifici	Definisce l'applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche ed i requisiti minimi degli edifici <i>(Sostituisce D.P.R. 59/2009)</i>
Certificazione energetica	Definisce le linee guida per la certificazione energetica degli edifici (APE, AQE, sistema informatico, etichette, monitoraggi, ecc.) <i>(Aggiorna D.M. 26.6.2009)</i>
Relazione tecnica di progetto	Definisce gli schemi e le modalità di compilazione della relazione tecnica di progetto

Compartimento TERMICO



(*) In vigore dal 1.10.2015

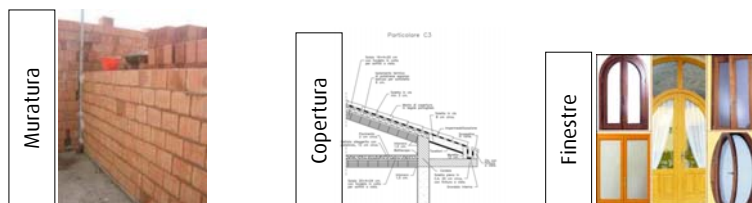


Riferimenti normativi

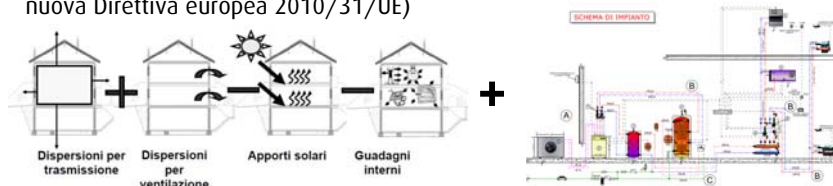
6 - 108

Contenuti della normativa

Passaggio dall'approccio della prestazione del singolo componente (norme transitorie del D.Lgs. 192) ...



... alla prestazione dell'edificio nel suo complesso (attuali decreti attuativi, nuova Direttiva europea 2010/31/UE)



= Fabbisogno energetico

Compartimento TERMICO



Fattori che influenzano la prestazione energetica dell'edificio

- clima esterno ed interno (temperatura + umidità)
- caratteristiche termoigrometriche dell'involucro
- rendimento impianti
- impianto di climatizzazione invernale
- produzione di acqua calda sanitaria
- impianto di climatizzazione estiva
- impianto di ventilazione (se presente)
- apporti interni gratuiti
- posizione ed orientamento degli edifici
- sistemi solari passivi e protezione solare
- ventilazione naturale
- utilizzo di fonti energetiche rinnovabili

Comportamento TERMICO



Ambito di applicazione

Edifici nuova costruzione

Nuovi edifici, demolizioni-ricostruzioni, ampliamento (>15%) e sopraelevazione

Edifici esistenti

Ristrutturazioni importanti di primo livello (>50% sup. disperdente lorda)

Ristrutturazioni importanti di secondo livello (>25% sup. disperdente lorda)

Riqualificazione energetica
(*tutto quello non compreso sopra*)

CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI (CATEGORIE)	
E.1 (1)	EDIFICI RESIDENZIALI con occupazione continuata
E.1 (2)	EDIFICI RESIDENZIALI con occupazione saltuaria
E.1 (3)	EDIFICI adibiti ad ALBERGO, PENSIONE ed attività similari
E.2	EDIFICI per UFFICI e assimilabili
E.3	OSPEDALI, CASE DI CURA, CLINICHE
E.4	EDIFICI adibiti ad attività RICREATIVE, ASSOCIATIVE, CULTO o assimilabili
E.5	EDIFICI adibiti ad attività COMMERCIALE
E.6	EDIFICI adibiti ad attività SPORTIVE
E.7	EDIFICI adibiti ad attività SCOLASTICHE
E.8	EDIFICI INDUSTRIALI ed ARTIGIANALI riscaldati per il comfort degli occupanti

Si applica a tutte le destinazioni d'uso degli edifici

Comportamento TERMICO



Indice argomenti

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI
Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)
- ✓ D.M. 26.6.2015 "REQUISITI MINIMI"
 - A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali "edificio reale")
 - Ponti termici e verifica rischio muffa
 - Edificio di riferimento:
 - 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
 - 2 parametri impianti
 - Edifici NZEB
 - B) Requisiti specifici (verifiche con "edificio di riferimento")
- ✓ D.M. 26.6.2015 "LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA"
Criteri di classificazione
- ✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI
Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico
- ✓ CONCLUSIONI



Requisiti e verifiche

D.M. 26.6.2015 – Requisiti minimi

Quali sono i requisiti e le verifiche per edifici residenziali di nuova costruzione?

A

Requisiti e verifiche da soddisfare **SENZA** l'utilizzo dell'edificio di riferimento

→ **REQUISITI GENERALI**

B

Verifiche da svolgere tramite confronto **CON** parametri dell'edificio di riferimento

→ **REQUISITI SPECIFICI**





A) Requisiti e verifiche da soddisfare SENZA l'utilizzo dell'edificio di riferimento (requisiti generali):

- A1) H'_T - Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente
- A2) $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ - Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile
- A3) Limitazione fabbisogno energetico per climatizzazione estiva e controllo temperatura interna degli ambienti
- A4) Trasmittanza U strutture edilizie (per specifiche casistiche)
- A5) Obbligo integrazione da fonti rinnovabili (D.Lgs. 3.3.2011, n. 28)
- A6) Verifiche igrometriche (UNI EN ISO 13788):
 - Obbligo verifica assenza di condensa interstiziale (nel previgente D.P.R. 59/2009 era consentita formazione purché rievaporabile nel periodo estivo ...)
 - Obbligo verifica assenza di rischio muffa, con particolare attenzione per i ponti termici (verifica non prevista nel previgente D.P.R. 59/2009 ...)



B) Verifiche da svolgere tramite l'utilizzo dell'edificio di riferimento (requisiti specifici):

- B1) $EP_{H,nd}$ indice di prestazione termica utile per climatizzazione invernale (riscaldamento): confronto con $EP_{H,nd,lim}$ (edificio di riferimento)
- B2) $EP_{C,nd}$ indice di prestazione termica utile per climatizzazione estiva (raffrescamento): confronto con $EP_{C,nd,lim}$ (edificio di riferimento)
- B3) $EP_{gl,tot}$ indice di prestazione energetica globale: confronto con $EP_{gl,tot,lim}$ (edificio di riferimento)
- B4) η_H, η_C, η_W efficienze medie stagionali degli impianti di:
 - climatizzazione invernale (riscaldamento): confronto con $\eta_{H,lim}$ (edificio di riferimento)
 - climatizzazione estiva (raffrescamento): confronto con $\eta_{C,lim}$ (edificio di riferimento)
 - acqua calda sanitaria: confronto con $\eta_{W,lim}$ (edificio di riferimento)



Tabella 3 - Efficienze, parametri e indici di prestazione energetica

H'_T	[W/m²K]	Coefficiente medio globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente	PARAMETRI e INDICI di PRESTAZIONE TERMICA UTILE (fabbisogno energia termica) relativi al FABBRICATO (=INVOLUCRO)
$A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$	[-]	Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile	
$EP_{h,nd}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione termica utile per riscaldamento	
η_H	[-]	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione invernale	
$EP_H^{(1)}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale	
$EP_{w,nd}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione termica utile per la produzione di acqua calda sanitaria	
η_w	[-]	Efficienza media stagionale dell'impianto di produzione dell'acqua calda sanitaria	
$EP_w^{(1)}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria	
$EP_v^{(1)}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione energetica per la ventilazione	
$EP_{c,nd}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione termica utile per il raffrescamento	
η_c	[-]	Efficienza media stagionale dell'impianto di climatizzazione estiva	
$EP_c^{(1)}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva	
$EP_{gl}^{(1)}$	[kWh/m²a]	Indice di prestazione energetica globale dell'edificio $EP_{gl} = EP_H + EP_w + EP_v + EP_c$	

Comportamento TERMICO

(1) Può essere espresso in energia primaria non rinnovabile (indice "nren") o totale (indice "tot").

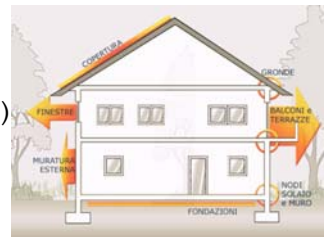


A) Requisiti generali

A1) H'_T - Coefficiente medio globale di scambio termico per unità di superficie disperdente (Verifica)

$$H'_T = H_{tr,adj} / \sum_k A_k < H'_{T,limite} \quad [W/m^2K]$$

- $H_{tr,adj}$ = Coefficiente medio globale di scambio termico, calcolato secondo UNI/TS 11300-1 (scambi termici verso l'esterno, il terreno, locali non climatizzati o climatizzati a temperatura diversa) [W/K]
- A_k = Superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro [m²]



- Verifica inerente il FABBRICATO (INVOLUCRO)
- Rappresenta una "trasmissione media 'pesata' dell'involucro"
- Dipende da dimensioni e caratteristiche termiche dei componenti disperdenti opachi e trasparenti dell'involucro, oltre che dai ponti termici

Comportamento TERMICO



A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

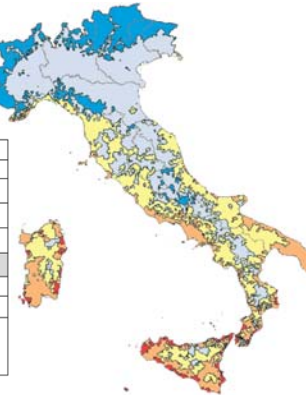
15 - 108

A1) H'_T - Coefficiente medio globale di scambio termico per unità di superficie disperdente (Verifica)

Tabella 10 - Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico H'_T

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica					
		A e B	C	D	E	F	
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48	
2	$0,7 > S/V > 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53	
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70	

Numero Riga	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	Zona climatica					
		A e B	C	D	E	F	
4	Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62	



Per rispettare il limite e soddisfare la verifica:

- limitare la percentuale di superfici vetrate (chiusure trasparenti) rispetto alle superfici opache
- migliorare la trasmittanza delle chiusure trasparenti

Zone climatiche	Gradi giorno
ZONA A	fino a 600
ZONA B	da 601 a 900
ZONA C	da 901 a 1400
ZONA D	da 1401 a 2100
ZONA E	da 2101 a 3000
ZONA F	oltre 3000

Comportamento TERMICO



A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

16 - 108

A2) $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ - Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile (Verifica)

$$A_{sol,est}/A_{sup\ utile} = (\sum_k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - F_F) \times A_{w,p} \times F_{sol,est}) / A_{sup\ utile} < (A_{sol,est}/A_{sup\ utile})_{lim} \quad [-]$$

- $F_{sh,ob}$ = Fattore di riduzione per ombreggiatura per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k-esima, riferito al mese di luglio [-]
- g_{gl+sh} = Trasmittanza di energia solare totale della finestra nel mese di luglio, con uso della schermatura solare [-]
- F_F = Frazione di area relativa al telaio [-]
- $A_{w,p}$ = Area proiettata totale del componente vetrato (area vano finestra) [m²]
- $F_{sol,est}$ = Fattore di correzione per irraggiamento incidente; è il rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, per località ed esposizione considerate, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale [-]
- $A_{sup\ utile}$ = Area superficie utile (netta) riscaldata [m²]



Comportamento TERMICO



A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

17 - 108

A2) $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ - Area solare equivalente estiva per unità di superficie utile

- Verifica inerente il FABBRICATO (INVOLUCRO)
- È una verifica finalizzata al controllo degli apporti solari, per il contenimento del surriscaldamento nel periodo estivo
- Dipende dalle dimensioni dei componenti trasparenti e dalle schermature solari mobili, oltre che da località ed esposizione

Tabella 11 - Valore massimo ammissibile del rapporto tra area solare equivalente estiva dei componenti finestrati e l'area della superficie utile $A_{sol,est} / A_{sup\ utile}$

#	Categoria edificio	Tutte le zone climatiche
1	Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	$\leq 0,030$
2	Tutti gli altri edifici	$\leq 0,040$

Per rispettare il limite e soddisfare la verifica:

- controllare gli apporti solari tramite schermature solari mobili (g_{gl+sh})
- agire sulla dimensione delle chiusure trasparenti (nel rispetto delle prescrizioni relative alle norme igienico-sanitarie)

Comportamento TERMICO



A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

18 - 108

A3) Limitazione fabbisogno energetico climatizzazione estiva

- Valutare e documentare l'efficacia dei SISTEMI SCHERMANTI delle superfici vetrate, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare (**vedi A2**)
- Verificare, in tutte le zone climatiche, ad esclusione della F, per le località in cui il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale $I_{m,s}$, nel mese di massima insolazione, sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 :
 - per le pareti verticali opache, escluse quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est, **almeno una delle seguenti condizioni**:
 - che la **massa superficiale M_s** sia superiore a 230 kg/m^2 (al netto di intonaci)
 - che il valore del modulo della **trasmissione termica periodica Y_{IE}** sia inferiore a $0,10\text{ W/m}^2\text{K}$ (era $0,12$ nel previgente D.P.R. 59/2009)
 - per le pareti opache orizzontali o inclinate che il valore del modulo della trasmissione termica periodica Y_{IE} sia inferiore a $0,18\text{ W/m}^2\text{K}$ (era $0,20$...)

Le attuali prescrizioni per il contenimento del fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva e della temperatura interna non sono incisive

Comportamento TERMICO



A3) Limitazione fabbisogno energetico climatizzazione estiva

Trasmittanza termica periodica

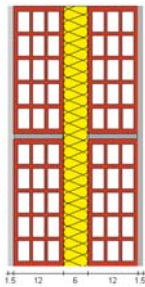
$$Y_{IE} = U \cdot f_a$$

U = trasmittanza termica

f_a = fattore di attenuazione

La **trasmittanza termica periodica Y_{IE}** è il "parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786"

La trasmittanza termica periodica permette di ritenere "adeguate" anche pareti molto leggere che non rispettano i requisiti di massa superficiale



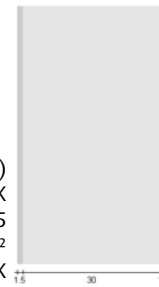
Doppia Parete (Forati)

$$U=0,342 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_a=0,293$$

$$M_s=157 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE}=0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$$



Cls Autoclavato (Sp. 30)

$$U=0,334 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$f_a=0,145$$

$$M_s=165 \text{ kg/m}^2$$

$$Y_{IE}=0,05 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Comportamento TERMICO



Nuovo WinPar 3.0
calcola tutti questi parametri

Y_{IE} parametro scarsamente significativo



A4) Trasmittanza U di strutture edilizie (per specifiche casistiche)

Ad eccezione della categoria E.8, per nuove costruzioni e demolizioni-ricostruzioni in zona climatica C, D, E ed F, nonché in caso di realizzazione di pareti interne per la separazione delle unità immobiliari:

→ per le strutture di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti (*) :

$$U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

→ per tutte le strutture che delimitano verso l'esterno gli ambienti non climatizzati adiacenti ad ambienti climatizzati

(per esempio: vano scala, sottotetto, garage, cantina, ...)

$$U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

(*) Nota Bene - Le pareti di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti devono anche rispettare i requisiti acustici passivi di cui al D.P.C.M. 5.12.1997

Comportamento TERMICO

Correlazione con requisiti acustici passivi



Correlazione con requisiti acustici – D.P.C.M. 5/12/1997

Requisiti acustici passivi degli edifici previsti dal D.P.C.M. 5/12/1997
(non sono qui riportati, per semplicità, i livelli di rumore degli impianti)

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI	REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI (dB)		
	Potere fonoisolante apparente	Isolamento acustico standardizzato di facciata	Livello di rumore di calpestio normalizzato
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$
• Categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55 ^A	45	58
• Categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili • Categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili	50 ^A	40	63
• Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50 ^A	48	58
• Categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili • Categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili • Categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	50 ^A	42	55

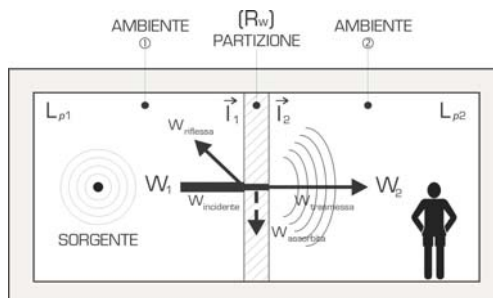
A) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari (art. 2 del D.M. 2.1.1998 n. 28, Regolamento recante norme in tema di costituzione del catasto dei fabbricati: "L'unità immobiliare è costituita da una porzione di fabbricato (...) che presenti potenzialità di autonomia funzionale e reddituale"

Comportamento ACUSTICO



REQUISITI ACUSTICI – Potere fonoisolante R

Il **potere fonoisolante R** di un elemento tecnico (partizione) descrive la sua attitudine a ridurre la trasmissione di energia sonora. Si fa riferimento alla trasmissione di rumori per via aerea.



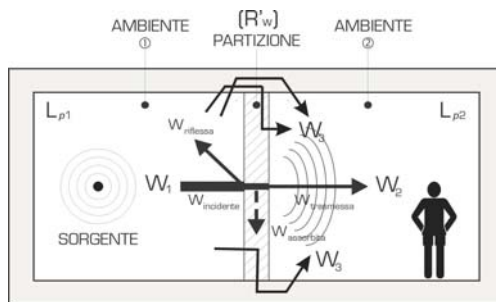
Il **potere fonoisolante R** degli elementi tecnici si valuta con **misure in laboratorio**.

Comportamento ACUSTICO



REQUISITI ACUSTICI – Potere fonoisolante apparente R'

Il **potere fonoisolante apparente R'** di un elemento tecnico è una grandezza analoga al potere fonoisolante R , ma tiene conto anche dell'energia acustica trasmessa lateralmente attraverso le strutture che delimitano l'elemento stesso.



Il **potere fonoisolante apparente R'** degli elementi tecnici si valuta con **misure in opera**.

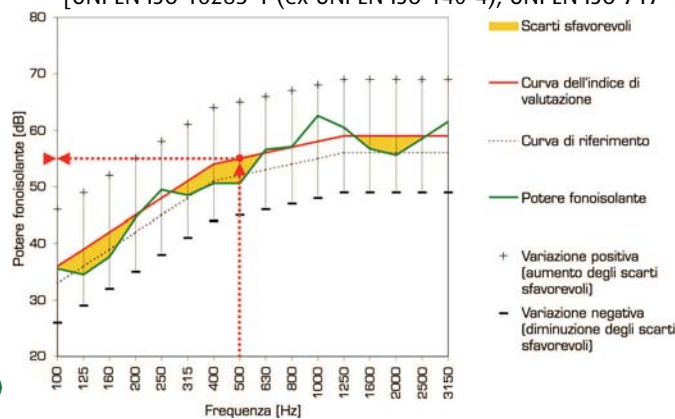
Comportamento ACUSTICO



REQUISITI ACUSTICI – Indice di valutazione R_w e R'_w

I valori in frequenza vengono "sintetizzati" in un indice mononumerico denominato "**indice di valutazione**", indicato con il pedice "w" (UNI EN ISO 717). Per esempio:

R_w = indice di valutazione del potere fonoisolante R (dB)
 [UNI EN ISO 10140-2 (ex UNI EN ISO 140-3), UNI EN ISO 717-1]
 R'_w = indice di valutazione del potere fonoisolante apparente R' (dB)
 [UNI EN ISO 16283-1 (ex UNI EN ISO 140-4), UNI EN ISO 717-1]



Comportamento ACUSTICO

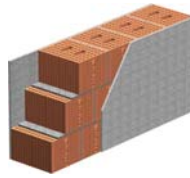


SOLUZIONI ACUSTICHE

Soluzioni per pareti opache verticali

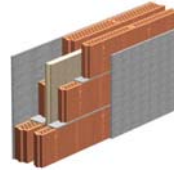
Pareti monostrato "massive"

Campo di impiego prevalente:
 - divisori tra distinte unità immobiliari
 - pareti di facciata



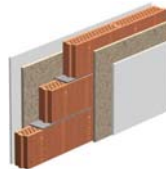
Pareti pluristrato con intercapedine isolata

Campo di impiego prevalente:
 - divisori tra distinte unità immobiliari, alberghi
 - pareti di facciata (previa verifica di compatibilità con requisiti termoigrometrici)



Pareti con placcaggio

Campo di impiego prevalente:
 - divisori di aule scolastiche
 - stanze di albergo



Comportamento ACUSTICO



SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®

Parete monostrato POROTON® 800 – Spessore 30 cm + Intonaco

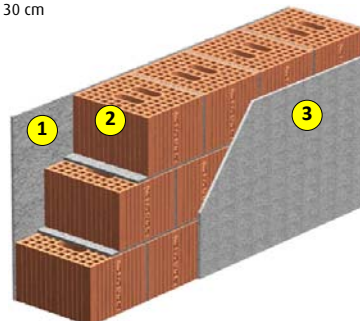


R_w = 54 dB

(C; C_{tr}) (-1; -4) dB

Legenda:

- 1 – Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 – Muratura POROTON® spessore 30 cm
- 3 – Intonaco normale sp. 1,5 cm



Spessore totale parete = 33 cm

Descrizione parete:

Parete realizzata con blocchi di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 30x25x19 cm, percentuale di foratura ≤45%), con giunti di malta orizzontali e verticali continui (spessore medio 1 cm), intonacata su ambo i lati (spessore dell'intonaco 1,5 cm).

Comportamento ACUSTICO



SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®



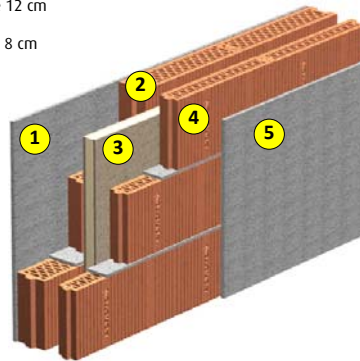
Parete pluristrato POROTON® – Spessore 12+[5]+8 cm + Intonaco



$R_w = 55$ dB **($C; C_{tr}$) (-1; -5) dB**

Legenda:

- 1 – Intonaco normale sp. 1,5 cm
- 2 – Tramezza POROTON® spessore 12 cm
- 3 – Celenit L3 sp. 5,0 cm
- 4 – Tramezza POROTON® spessore 8 cm
- 5 – Intonaco normale sp. 1,5 cm



Spessore totale parete = 28 cm



Comportamento ACUSTICO



Descrizione parete:

Parete doppia realizzata con tramezze di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 12x50x25 cm e 8x50x25 cm, percentuale di foratura ≤50%), con giunti di malta orizzontali e verticali (spessore medio 1 cm), intercapedine di spessore 5 cm contenente pannelli Celenit L3 (spessore 5 cm) ed intonacata sui due lati esterni (spessore dell'intonaco 1,5 cm).

SOLUZIONI ACUSTICHE – Certificati POROTON®



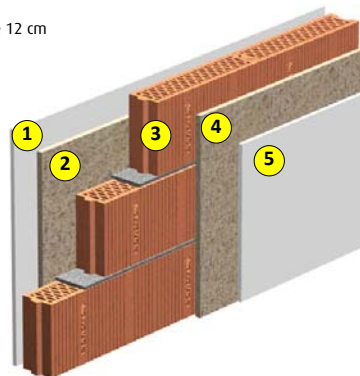
Parete con placcaggio POROTON® – Spessore 12 cm + Placcaggi



$R_w = 55$ dB **($C; C_{tr}$) (-4; -10) dB**

Legenda:

- 1 – Cartongesso sp. 1,5 cm
- 2 – Celenit N sp. 2,0 cm
- 3 – Tramezza POROTON® spessore 12 cm
- 4 – Celenit N sp. 2,0 cm
- 5 – Cartongesso sp. 1,5 cm



Spessore totale parete = 21 cm



Comportamento ACUSTICO



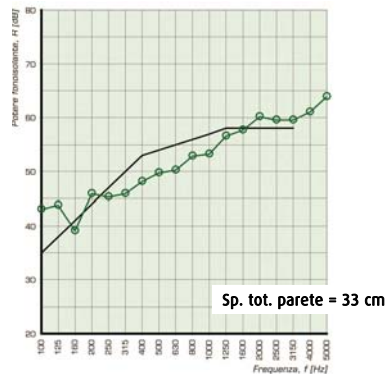
Descrizione parete:

Parete realizzata con tramezze di laterizio porizzato POROTON® a fori verticali (dimensioni nominali 12x50x25 cm, percentuale di foratura ≤50%), con giunti di malta orizzontali e verticali (spessore medio 1 cm), non intonacata e rivestita su ambo i lati con pannelli Celenit N (spessore 2 cm) e placcature con lastre di cartongesso (spessore 1,5 cm).

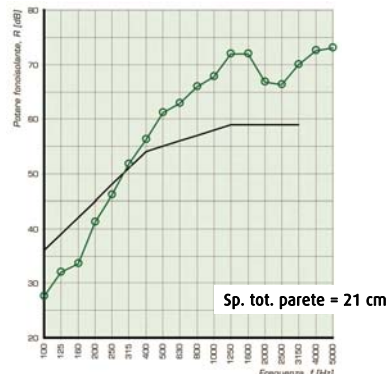
SOLUZIONI ACUSTICHE – Osservazioni

Pareti pesanti vs Pareti leggere

Pareti “leggere” possono avere lo stesso indice di valutazione R_w di pareti “pesanti” o valori superiori: questo deriva da elevato isolamento delle alte frequenze e modeste prestazioni alle frequenze medio-basse. Pareti “massive” isolano molto bene le basse frequenze, che sono le più importanti in quanto corrispondono tipicamente ai rumori domestici più disturbanti.



Sp. tot. parete = 33 cm
 $R_w (C; C_{tr}) = 54 (-1; -4) \text{ dB}$



Tramezza s=12 cm + Placcaggi
 $R_w (C; C_{tr}) = 55 (-4; -10) \text{ dB}$

Comportamento ACUSTICO



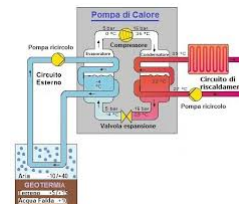
A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 – Requisiti minimi

32 - 108

A5) Integrazione fonti rinnovabili (1)

Obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'Allegato 3, del D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28, tenendo conto dei pertinenti fattori di conversione in energia primaria totale, rinnovabile e non rinnovabile.



Obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti

1. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento: della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- a) il 20 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) il 35 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) il 50 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

2. Gli obblighi di cui al comma 1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

Estratto dal
 D.Lgs. 28/2011

Comportamento TERMICO



A5) Integrazione fonti rinnovabili (2)

Obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili secondo i principi minimi e le decorrenze di cui all'Allegato 3, del D.Lgs. 3 marzo 2011, n. 28.
Potenza elettrica minima da installare.



3. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = \frac{1}{K} \cdot S$$

Estratto dal
D.Lgs. 28/2011

Dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m², e K è un coefficiente (m²/kW) che assume i seguenti valori:

- a) K = 80, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) K = 65, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) K = 50, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2017.



A6) Verifiche igrometriche

(estratto dal D.M. 26.6.2015 "Requisiti minimi")

"Nel caso di intervento che riguardi le strutture opache delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, si procede in conformità alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788), alla verifica dell'assenza:

- di rischio di formazione di muffe, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione;
- di condensazioni interstiziali.



Le condizioni interne di utilizzazione sono quelle previste nell'appendice alla norma sopra citata, secondo il metodo delle classi di concentrazione.

Le medesime verifiche possono essere effettuate con riferimento a condizioni diverse, qualora esista un sistema di controllo dell'umidità interna e se ne tenga conto nella determinazione dei fabbisogni di energia primaria per riscaldamento e raffrescamento."



Nuovo WinPar 3.0 esegue queste verifiche igrometriche (non per ponti termici, che richiedono software dedicato)



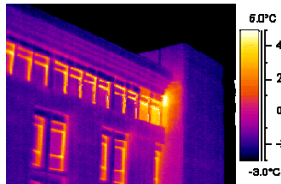
A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

35 - 108

A6) Verifiche igrometriche: ponti termici

La valutazione dei ponti termici è stata spesso svolta in modo superficiale. Limitare la trasmittanza termica U del ponte termico rispetto alla "parete corrente" non è condizione sufficiente per l'adeguata "soluzione" del ponte termico.



Cos'è un ponte termico

I nodi costruttivi sono elementi di discontinuità di **materiali** e di **forma**; conseguenza diretta è un'anomalia termica, nota con il nome di **ponte termico**.

Le anomalie termiche sono causa di:

- ❖ perdite di calore maggiori rispetto al valore calcolabile con le trasmittanze termiche;
- ❖ abbassamento superficiale della temperatura e rischio di formazione di muffa.

NB - L'incidenza dei ponti termici è tanto maggiore quanto migliore è la prestazione dell'involucro

Comportamento TERMICO



A) Requisiti generali

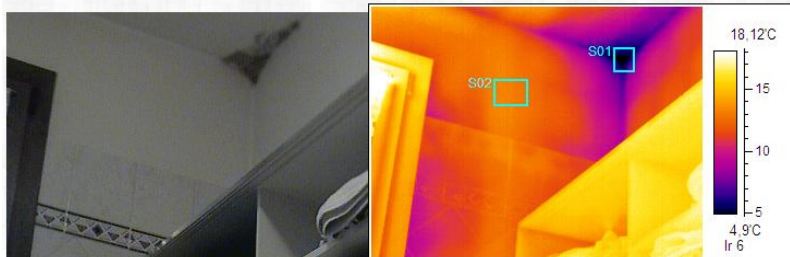
D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

36 - 108

A6) Verifiche igrometriche: rischio muffa

Rischio di formazione di muffe (UNI EN ISO 13788): deve essere **assente**, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione

NEW



Ponte termico = Rischio condensa superficiale ma soprattutto "Rischio Muffa"

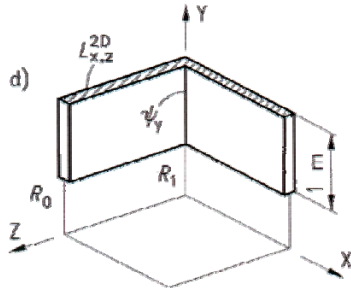
Se $T_{si} = T_{Trugiada}$ (quindi $UR_{si} = 100\%$)
si forma condensa superficiale

Se $T_{si} = T_{(UR 80\%)}$ e questa condizione permane localmente per un certo tempo si ha il rischio di formazione di muffa (se T_{si} è bassa, questo può accadere anche in presenza di umidità relativa dell'ambiente non molto elevata).

Comportamento TERMICO



A6) Verifiche igrometriche: valutazione ponti termici



Trasmittanza termica lineare

$$\Psi = L^{2D(x,y)} - \sum U_{x,y} l_x - \sum U_{y,z} l_z$$

Fattore di temperatura superficiale f_{Rsi}

$$f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$$

Ponte termico e fattore di temperatura superficiale

Il fattore di temperatura superficiale è un parametro che varia tra 0 e 1 ed indica il grado di abbassamento della temperatura superficiale della zona considerata: quanto più si avvicina al valore unitario, tanto maggiore è la temperatura superficiale interna. Valori elevati significano quindi ponti termici tendenzialmente corretti.



Nota: indicazione per zona climatica E in assenza di VMC $f_{Rsi} > 0,70$

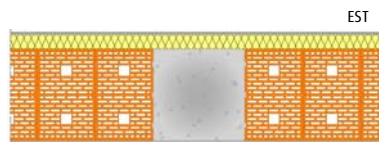


UNI TS 11300-1:2014, Punto 11.1.3

"... i valori di trasmittanza termica lineare devono essere determinati esclusivamente attraverso il calcolo numerico in accordo alla UNI EN ISO 10211 oppure attraverso l'uso di atlanti di ponti termici conformi alla UNI EN ISO 14683"

NO calcoli manuali - NO valori tabellari
SI calcolo numerico, indispensabile per verifica rischio muffa

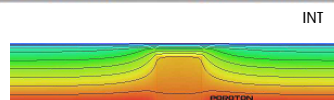
Parete sp. 30 cm + Cappotto 5 cm
Pilastro c.a. 30 x 30 cm
 $U_{parete} = 0,33 \text{ W/m}^2\text{K}$



$f_{Rsi} = 0,843$ (dato caratteristico di questo ponte termico, indipendente dalla località in cui esso viene realizzato)

$\psi = 0,100 \text{ W/mK}$ (caratteristico di questo ponte termico, indipendente dalla località in cui esso viene realizzato)

Il ponte termico risulta correttamente dimensionato per tutte le località dove $f_{Rsi,limite} < f_{Rsi}$



A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

39 - 108

A6) Verifica f_{Rsi} Muffa - Esempio (Bari)



Nuovo WinPar 3.0
calcola $f_{Rsi,lim}$ e $T_{si,muffa}$

Condizioni climatiche mese più critico

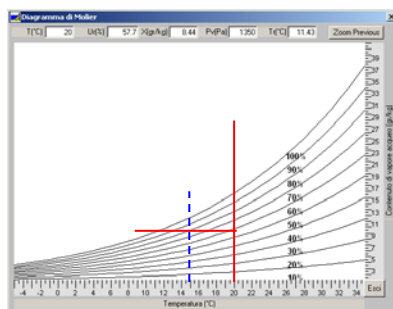
Fattore di temperatura superficiale $f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = 14,85^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 8,5^\circ\text{C} \quad (\text{Bari - Gennaio } U_{re} = 75,8\%)$$

$$f_{Rsi,lim} = [14,85 - 8,5] / [(20 - 8,5)] = 0,552$$



Bari - Gennaio
Ambiente interno:

$$T = 20^\circ\text{C}$$

$$U_{rel} = 57,7\% \quad (^*)$$

Temperatura sup.
rischio muffa

$$T_{si,muffa} = 14,85^\circ\text{C}$$

$$U_{rel} = 80\%$$

(*) Classe 3 produzione
vapore interna

Verifica rischio muffa (UNI EN ISO 13788)

Rif.: dati climatici esterni medi mensili

(di temperatura e pressione di vapore)

UNI 10349-1:2016



Comportamento TERMICO



A) Requisiti generali

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

40 - 108

A6) Verifica f_{Rsi} Muffa - Esempio (Milano)



Nuovo WinPar 3.0
calcola $f_{Rsi,lim}$ e $T_{si,muffa}$

Condizioni climatiche mese più critico

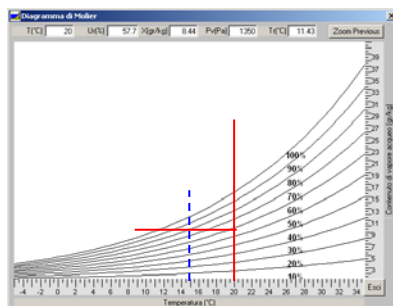
Fattore di temperatura superficiale $f_{Rsi} = (\theta_{si} - \theta_e) / (\theta_i - \theta_e)$

$$\theta_i = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = 14,85^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = 4,0^\circ\text{C} \quad (\text{Milano - Gennaio } U_{re} = 83,8\%)$$

$$f_{Rsi,lim} = [14,85 - 4,0] / [(20 - 4,0)] = 0,678$$



Milano - Gennaio
Ambiente interno:

$$T = 20^\circ\text{C}$$

$$U_{rel} = 57,7\% \quad (^*)$$

Temperatura sup.
rischio muffa

$$T_{si,muffa} = 14,85^\circ\text{C}$$

$$U_{rel} = 80\%$$

(*) Classe 3 produzione
vapore interna

Verifica rischio muffa (UNI EN ISO 13788)

Rif.: dati climatici esterni medi mensili

(di temperatura e pressione di vapore)

UNI 10349-1:2016



Comportamento TERMICO



A) Requisiti generali

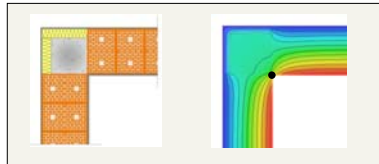
D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

41 - 108

Ponti termici - Esempio Verifica

Muratura di tamponatura
POROTON® P700 35 Inc.

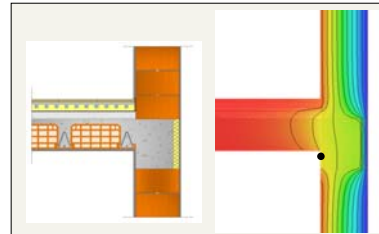
BARI - $f_{Rsi,lim} = 0,552$
 $T_{si,muffa} = 14,85^{\circ}C$



U (W/m²K)	0,38 (Zona C)
ψ_e (W/mK)	-0,102
L_{2D} (W/mK)	1,558
f_{Rsi} (adim.)	0,661
T_{si} (°C)	17,2

Angolo con Pilastro in c.a.

Nota: se muratura portante
si eliminano ponti termici pilastri



U (W/m²K)	0,38 (Zona C)
ψ_e (W/mK)	0,172
L_{2D} (W/mK)	1,590
f_{Rsi} (adim.)	0,782
T_{si} (°C)	18,2

Nodo Muratura-Solaio

Comportamento TERMICO



Soluzioni POROTON® - Ponti termici

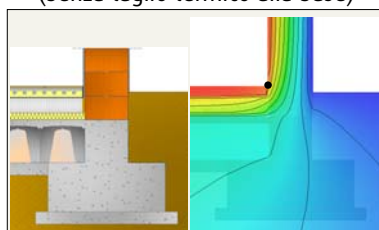
42 - 108

Ponte termico muratura-fondazione - Esempio

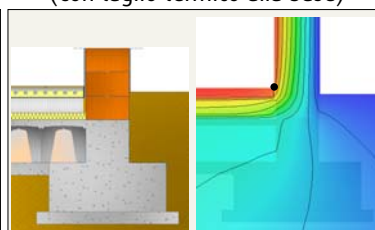
Muratura di tamponatura
POROTON® P700 35 Inc.
(Senza taglio termico alla base)

Muratura di tamponatura
POROTON® P700 35 Inc.
(Con taglio termico alla base)

BARI - $f_{Rsi,lim} = 0,552$
 $T_{si,muffa} = 14,85^{\circ}C$



U (W/m²K)	0,38 (Zona C)
ψ (W/mK)	-0,022
L_{2D} (W/mK)	1,603
f_{Rsi} (adim.)	0,799
T_{si} (°C)	18,3



U (W/m²K)	0,38 (Zona C)
ψ (W/mK)	-0,047
L_{2D} (W/mK)	1,579
f_{Rsi} (adim.)	0,827
T_{si} (°C)	18,6

In generale, il taglio termico alla base della muratura non è essenziale.

Comportamento TERMICO



A6) Verifiche igrometriche

L'incremento dell'isolamento termico dell'involucro può accentuare gli effetti legati ai ponti termici, anche dal punto di vista del comportamento igrometrico. Ne consegue che il principale aspetto da tenere sotto controllo, al fine di definire "corretto" un ponte termico, risulta il rischio di formazione di muffa.

All'atto pratico, la realizzazione di un ponte termico che non presenti tale rischio (quindi con valori del "fattore di temperatura superficiale" f_{Rsi} sufficientemente elevati rispetto al limite correlato alle condizioni climatiche della località) si può considerare "corretto" anche dal punto di vista del controllo delle dispersioni.


Vedere articoli su analisi ponti termici svolte dal Consorzio POROTON® Italia pubblicati su "Murature Oggi" (www.muratureoggi.com)

 **Murature Oggi 117**
n°1-2015 (Marzo)

"Ponti termici: aspetti normativi, modalità di calcolo e dettagli costruttivi. Parte 1 - Ponti termici verticali"
Lorenzo Bari, Flavio Mosele

 **Murature Oggi 118**
n°2-2015 (Luglio)

"Ponti termici: aspetti normativi, modalità di calcolo e dettagli costruttivi. Parte 2 - Nodo Parete-Solaio"
Lorenzo Bari, Flavio Mosele

 **Murature Oggi 119**
n°3-2015 (Novembre)

"Ponti termici: aspetti normativi, modalità di calcolo e dettagli costruttivi. Parte 3 - Nodo Parete-Copertura"
Lorenzo Bari, Flavio Mosele

 **Murature Oggi 120**
n°1-2016 (Marzo)

"Ponti termici: aspetti normativi, modalità di calcolo e dettagli costruttivi. Parte 4 - Attacco Parete-Fondazione"
Lorenzo Bari, Flavio Mosele



Quali sono i requisiti e le verifiche per edifici residenziali di nuova costruzione?

A

Requisiti e verifiche da soddisfare SENZA l'utilizzo dell'edificio di riferimento
→ REQUISITI GENERALI

B

Verifiche da svolgere tramite confronto CON parametri dell'edificio di riferimento
→ REQUISITI SPECIFICI



Indice argomenti

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI
Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)
- ✓ D.M. 26.6.2015 "REQUISITI MINIMI"
A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali "edificio reale")
- Ponti termici e verifica rischio muffa
- Edificio di riferimento:
 - 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
 - 2 parametri impianti
- Edifici NZEB
 - B) Requisiti specifici (verifiche con "edificio di riferimento")
- ✓ D.M. 26.6.2015 "LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA"
Criteri di classificazione
- ✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI
Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico
- ✓ CONCLUSIONI



Edificio di riferimento

D.M. 26.6.2015 – Requisiti minimi

Definizione (estratto dal D.M. 26.6.2015 "Requisiti minimi")

"Edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati conformemente alla presente Appendice" (del D.M. 26.6.2015 n.d.r.)



È un edificio con:

1. Parametri di riferimento per il FABBRICATO (involucro)
(con 2 step temporali: riferimento 2015 e riferimento 2019/2021)
2. Parametri di riferimento per gli IMPIANTI TECNICI



1. Parametri di riferimento del fabbricato (Trasmittanza termica U)



Strutture opache verticali vs. esterno

Zona climatica	U (W/m²K) 2015	U (W/m²K) 2019/2021
A e B	0,45	0,43
C	0,38	0,34
D	0,34	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Strutture opache orizzontali o inclinate di copertura

Zona climatica	U (W/m²K) 2015	U (W/m²K) 2019/2021
A e B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Strutture di separazione tra U.I.

Zona climatica	U (W/m²K) 2015	U (W/m²K) 2019/2021
tutte	0,80	0,80

Chiusure tecniche opache, trasparenti e cassonetti

Zona climatica	U (W/m²K) 2015	U (W/m²K) 2019/2021
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,20
D	2,00	1,80
E	1,80	1,40
F	1,50	1,10

Strutture opache orizzontali di pavimento

Zona climatica	U (W/m²K) 2015	U (W/m²K) 2019/2021
A e B	0,46	0,44
C	0,40	0,38
D	0,32	0,29
E	0,30	0,26
F	0,28	0,24

Correlazione con requisiti acustici passivi



Comportamento TERMICO



Correlazione con requisiti acustici - D.P.C.M. 5/12/1997

Requisiti acustici passivi degli edifici previsti dal D.P.C.M. 5/12/1997 (non sono qui riportati, per semplicità, i livelli di rumore degli impianti)

CLASSIFICAZIONE DEGLI AMBIENTI ABITATIVI	REQUISITI ACUSTICI PASSIVI DEGLI EDIFICI (dB)		
	Potere fonoisolante apparente	Isolamento acustico standardizzato di facciata	Livello di rumore di calpestio normalizzato
	R'_w	$D_{2m,nT,w}$	$L'_{n,w}$
• Categoria D: edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	55 ^A	45	58
• Categoria A: edifici adibiti a residenza o assimilabili • Categoria C: edifici adibiti ad alberghi, pensioni ed attività assimilabili	50 ^A	40	63
• Categoria E: edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	50 ^A	48	58
• Categoria B: edifici adibiti ad uffici e assimilabili • Categoria F: edifici adibiti ad attività ricreative o di culto o assimilabili • Categoria G: edifici adibiti ad attività commerciali o assimilabili	50 ^A	42	55

A) Valori di R'_w riferiti a elementi di separazione tra due distinte unità immobiliari (art. 2 del D.M. 2.1.1998 n. 28, Regolamento recante norme in tema di costituzione del catasto dei fabbricati: "L'unità immobiliare è costituita da una porzione di fabbricato (...) che presenti potenzialità di autonomia funzionale e reddituale"

Comportamento ACUSTICO



REQUISITI ACUSTICI – Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

L'isolamento acustico di facciata $D_{2m,nT,w}$ si misura in opera [UNI EN ISO 16283-3 (sost. UNI 11572^(*) – ex UNI EN ISO 140-5), UNI EN ISO 717-1]. Esso è influenzato, per facciate con aperture (finestre), dall'elemento acusticamente più debole (di solito il serramento). Il **calcolo (previsionale)** si può svolgere con le seguenti relazioni (UNI EN 12354-3 e UNI TR 11175):

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \lg [V/(6T_0S)]$$

dove:

R'_w = Indice di valutazione del potere fonoisolante apparente di facciata (dB)

ΔL_{fs} = Differenza di livello per forma della facciata (dB)

V = Volume dell'ambiente ricevente (m^3)

T_0 = Tempo di riverberazione di riferimento (=0,5 s)

S = Area totale della facciata vista dall'interno (m^2) [somma delle S_i degli elementi (i)]

$$R'_w = -10 \lg \left[\sum_{i=1}^n \frac{S_i}{S} \cdot 10^{\frac{-R_{wi}}{10}} + \sum_{i=1}^n \frac{A_{0i}}{S} \cdot 10^{\frac{-D_{n,e,wi}}{10}} \right] - K$$

dove:

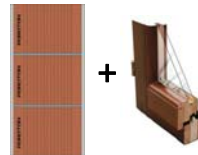
R_{wi} = Indice di valutazione del potere fonoisolante dell'elemento (i) (dB)

S_i = Area dell'elemento (i) della facciata (m^2)

$D_{n,e,wi}$ = Indice valutazione assorbimento acustico "piccolo elemento" (i) (dB)

K = Correzione per trasmissione laterale giunti ($K=2$ per giunti rigidi)

(*) Ripubblicazione da parte di UNI della EN ISO 140-5, erroneamente ritirata dal CEN all'atto dell'emanazione della EN ISO 16283-1



POROTON

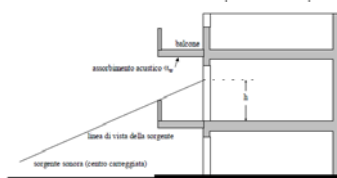
Comportamento ACUSTICO



REQUISITI ACUSTICI – Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

Influenza della forma della facciata (ΔL_{fs})

In relazione alla forma, si possono avere variazioni nell'isolamento di facciata da -1 a +7 dB



	Facciata piana			Ballatoio ¹⁾			Ballatoio ¹⁾			Ballatoio ¹⁾			Ballatoio ¹⁾		
	α_w	$\leq 0,3$	$0,6$	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	$0,6$	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	$0,6$	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	$0,6$	$\geq 0,9$		
$h < 1,5$ m	Non si applica	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	Non si applica			
$1,5 \leq h \leq 2,5$ m	0	Non si applica			-1	0	2	0	1	3	Non si applica				
$h > 2,5$ m	0	Non si applica			1	1	2	2	2	3	3	4	6		

	Balcone ²⁾			Balcone ²⁾			Balcone ²⁾			Terrazza					
	α_w	$\leq 0,3$	$0,6$	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	$0,6$	$\geq 0,9$	$\leq 0,3$	$0,6$	$\geq 0,9$	Schermature aperte			Schermature chiuse	
$h < 1,5$ m	-1	-1	0	0	0	1	1	1	2	2	1	1	3	3	3
$1,5 \leq h \leq 2,5$ m	-1	1	3	0	2	4	1	1	2	3	4	5	5	6	7
$h > 2,5$ m	1	2	3	2	3	4	1	1	2	4	4	5	6	6	7

1) Ballatoio, terrazza continua.
2) Balcone, terrazza discontinua limitata lateralmente.

Comportamento ACUSTICO



REQUISITI ACUSTICI – Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

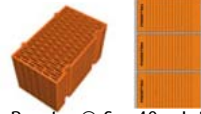
Facciata - Esempi



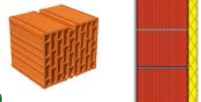
Poroton® Sp. 40 + Int. - $U=0,38$ $R_w=56$ dB



Poroton® Sp. 35 + Int. - $U=0,42$ $R_w=53$ dB



Poroton® Sp. 40 + Int. - $U=0,28$ $R_w=50$ dB



Forato Sp. 30 + 5 Cappotto - $U=0,36$ $R_w=47$ dB

Zona C - $U_{riferimento}$ Parete = 0,38 - 0,34 W/m^2K
 $U_{riferimento}$ Finestra = 2,4 - 2,2 W/m^2K



Finestra
 (Vetro 4+12+4)
 $U=2,4 - 2,2$ W/m^2K
 $R_w=29$ dB

+

=

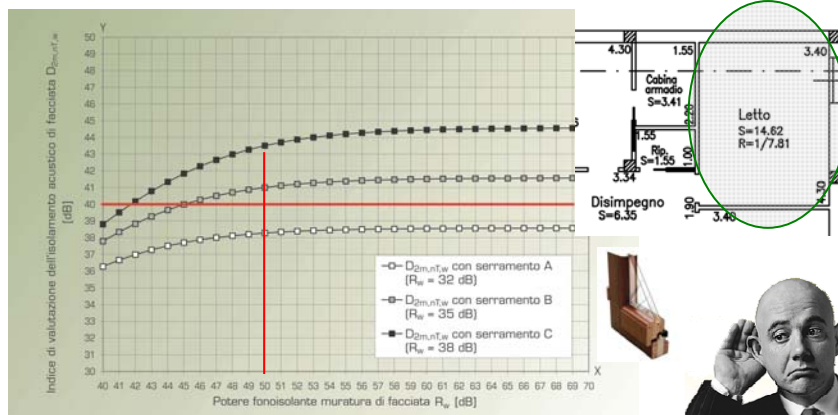
Impossibile ottenere
 $D_{2m,nT,w}$ di 40 dB

Comportamento ACUSTICO



REQUISITI ACUSTICI – Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

Esempio dell'andamento dell'indice di isolamento di facciata riferito al caso di una camera da letto matrimoniale residenziale (vedi schema a lato)



Comportamento ACUSTICO



Ipotesi: Correzione per forma facciata: $AL_{fs} = 0$ - Correzione giunti rigidi $K = 2$

La parete opaca di facciata non necessita di indici R_w particolarmente elevati

Necessitano invece finestre con indici R_w non inferiori a 34-35 dB



REQUISITI ACUSTICI – Isolamento di facciata $D_{2m,nT,w}$

Facciata - Esempi



Poroton® Sp. 40 + Int. - $U=0,38$ $R_w=56$ dB



Poroton® Sp. 35 + Int. - $U=0,42$ $R_w=53$ dB



Poroton® Sp. 40 + Int. - $U=0,28$ $R_w=50$ dB



Forato Sp. 30 + 5 Cappotto - $U=0,38$ $R_w=47$ dB

Servono finestre più performanti acusticamente, e quindi anche termicamente
 U Finestra = $1,8$ W/m^2K - $R_w = 34-35$ dB



+

Finestra
 (Vetro 4+20+4)
 $U=1,8$ W/m^2K
 $R_w=32-33$ dB



Finestra
 (Vetro 6+20+4)
 $U=1,8$ W/m^2K
 $R_w=34-35$ dB



Soluzione da scartare

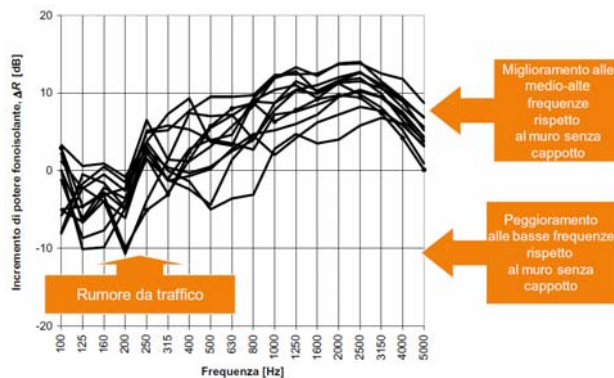
Comportamento ACUSTICO



Isolamento di facciata – Influenza del “cappotto”

Facciata - Influenza del rivestimento a cappotto termico (1)

Il rivestimento a “cappotto”, tipicamente utilizzato per le pareti perimetrali dell’edificio (quindi quelle per le quali bisogna garantire l’isolamento acustico di facciata), può comportare alcune problematiche acustiche se non si considera adeguatamente il comportamento del pacchetto “muratura+cappotto”.



Andamento di ΔR (incremento potere fonoisolante) rilevato su pareti con applicazione di rivestimenti a cappotto di vari materiali (EPS, Lana di roccia, Lana di vetro, ...)

Comportamento ACUSTICO



Isolamento di facciata - Influenza del "cappotto"

Influenza del rivestimento a cappotto termico (2)



Comportamento ACUSTICO



P700 s=25 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 52 (-1; -3)$ dB

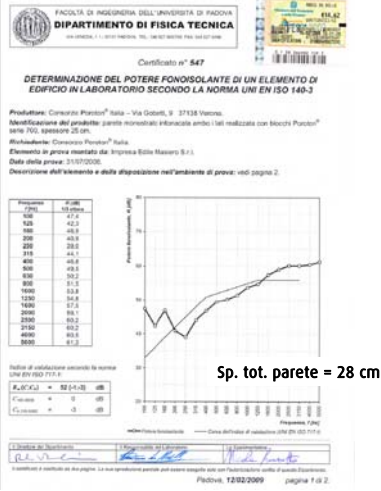


P700 s=25 cm + Cappotto 5 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 52 (-2; -6)$ dB



Isolamento di facciata - Influenza del "cappotto"

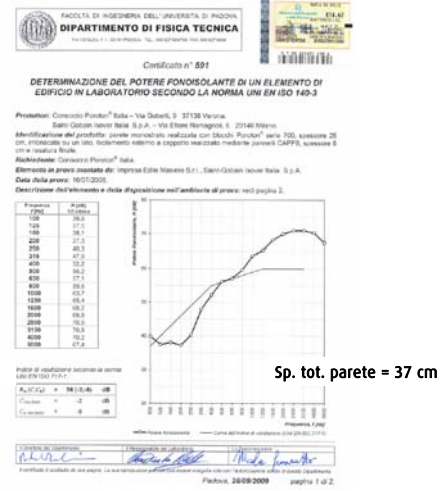
Influenza del rivestimento a cappotto termico (3)



Comportamento ACUSTICO



P700 s=25 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 52 (-1; -3)$ dB



P700 s=25 cm + Cappotto 8 cm
 $R_w(C; C_{tr}) = 56 (-3; -8)$ dB



Isolamento di facciata – Influenza del “cappotto”



Influenza del rivestimento a cappotto termico - Conclusioni

Il rivestimento a “cappotto”, tipicamente utilizzato per le pareti perimetrali dell’edificio (quindi quelle per le quali bisogna garantire l’isolamento acustico di facciata), può comportare alcune problematiche acustiche se non si considera adeguatamente il comportamento del pacchetto “muratura+cappotto”.

In generale, il rivestimento a cappotto **NON** contribuisce al miglioramento della prestazione acustica delle pareti esterne, anzi in corrispondenza delle frequenze “tipiche” del rumore da traffico comporta un peggioramento del livello di isolamento.

La prestazione acustica della parete esterna opaca di facciata dipende quindi dalla prestazione della muratura. Pertanto, è **sempre opportuno prevedere la presenza di una muratura “massiva”**, anche laddove si vada poi ad applicare un rivestimento a cappotto.

Questa ha una duplice funzione, acustica e termica:

- garantire adeguate prestazioni di isolamento acustico di facciata;
- conferire alla struttura “inerzia termica”, importante per il controllo dei consumi energetici (sia estivi che invernali).



Edificio di riferimento

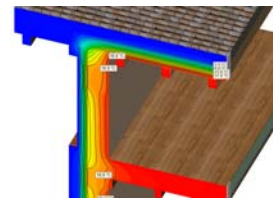
D.M. 26.6.2015 – Requisiti minimi

58 - 108



1. Parametri di riferimento del fabbricato (altri)

Ponti termici - L’effetto dei ponti termici si considera compreso nei valori di trasmittanza di riferimento (tabelle precedenti)



Fattore trasmissione solare totale finestre (g_{gl+sh})

Zona climatica	g_{gl+sh} 2015	g_{gl+sh} 2019/2021
tutte	0,35	0,35

Strutture ambienti climatizzati rivolte verso ambienti non climatizzati (ad esempio, pareti verso vano scala, solai verso sottotetto, ...)

Si calcola una TRASMITTANZA ‘CORRETTA’, dividendo il valore di trasmittanza di riferimento della tabella corrispondente, per $b_{tr,U}$, fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, ricavato da prospetto 7 di UNI TS 11300-1 (valori di $b_{tr,U}$ compresi, nei casi più ricorrenti, tra 0.4 e 0.8)



1. Parametri di riferimento del fabbricato (altri)



Strutture rivolte verso ambienti non climatizzati

Esempio - Parete in muratura portante verso vano scala

$$U_{\text{parete reale}} = 0.62 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{tabellare}} = 0.3 \text{ W/m}^2\text{K} \text{ (zona climatica E, Rif. 2015)}$$

$$b_{\text{tr,U}} = 0.4 \text{ (ipotesi: vano scala, ambiente confinante avente una parete esterna)}$$

$$U_{\text{parete ed. rif.}} = U_{\text{tabellare}} / b_{\text{tr,U}} = 0.75 \text{ W/m}^2\text{K} > U_{\text{parete reale}}$$

La trasmittanza 'corretta' può risultare, in alcuni casi, notevolmente più elevata rispetto al valore tabellare di partenza



Margine più o meno ampio per la scelta della trasmittanza dei componenti rivolti verso locali non riscaldati



1. Parametri del fabbricato non definiti per l'edificio di riferimento

Per tutti i parametri di input per i quali non viene data alcuna indicazione su eventuali valori di riferimento, si utilizzano i valori dei corrispondenti parametri dell'edificio reale.

Per esempio, non sono definiti riferimenti per:

- Capacità termica areica
- Capacità termica areica interna periodica
- Coefficiente di assorbimento solare delle strutture opache verso l'esterno (in relazione al colore della superficie esterna di tutti i componenti opachi rivolti verso l'esterno: per esempio, pareti e coperture)



Ciò significa che, variando e/o migliorando tali parametri nell'edificio reale, non si ottiene nessun vantaggio in termini di soddisfacimento delle verifiche nel confronto con l'edificio di riferimento.



2. Parametri di riferimento degli impianti tecnici

→ L'**edificio di riferimento** ha gli STESSI SERVIZI ENERGETICI dell'edificio reale:

- Climatizzazione Invernale
- Acqua Calda Sanitaria
- Climatizzazione Estiva (se presente)
- Ventilazione Meccanica (se presente)



→ L'**edificio di riferimento** ha le STESSE TIPOLOGIE DI IMPIANTI dell'edificio reale

- I fabbisogni di energia termica utile $Q_{H,nd}$ (clim. invernale) e $Q_{C,nd}$ (clim. estiva) si calcolano tenendo conto dei parametri del fabbricato di riferimento
- Il fabbisogno di energia termica utile $Q_{W,nd}$ (Acqua Calda Sanitaria) è pari a quello dell'edificio reale
- Gli indici di prestazione energetica (EP) (energia primaria) sono calcolati in base ai fabbisogni di energia termica utile ed ai fattori di conversione in energia primaria



2. Parametri di riferimento degli impianti tecnici

→ Le efficienze medie dell'insieme dei **sottosistemi di utilizzazione** (emissione/erogazione, regolazione, distribuzione, accumulo) sono predefinite

Tabella 7 - Efficienze medie η_u dei sottosistemi di utilizzazione dell'edificio di riferimento per i servizi H, W, C

Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione η_u :	H	C	W
Distribuzione idronica	0,81	0,81	0,70
Distribuzione aerea	0,83	0,83	-
Distribuzione mista	0,82	0,82	-

Nell'edificio di riferimento, si considerano le STESSE TIPOLOGIE DI SOTTOSISTEMI DI UTILIZZAZIONE presenti nell'edificio reale.

I valori predefiniti di efficienza vengono attribuiti all'efficienza complessiva η_u :

$$\eta_u = \eta_{\text{emissione/erogazione}} \times \eta_{\text{regolazione}} \times \eta_{\text{distribuzione}} \times \eta_{\text{accumulo}}$$



2. Parametri di riferimento degli impianti tecnici

→ Le efficienze medie dei sottosistemi di generazione sono predefinite

Nell'edificio di riferimento si considerano le **STESSE TIPOLOGIE DI GENERATORI** presenti nell'edificio reale (inclusi impianti a fonti rinnovabili)

I valori predefiniti di efficienza vengono assunti come rendimenti mensili (fissi) di tali generatori

Tabella 8 - Efficienze medie η_{gp} dei sottosistemi di generazione dell'edificio di riferimento per la produzione di energia termica per i servizi H, W, C e per la produzione di energia elettrica in situ.

Sottosistemi di generazione:	Produzione di energia termica			Produzione di energia elettrica in situ
	H	C	W	
- Generatore a combustibile liquido	0,82	-	0,80	-
- Generatore a combustibile gassoso	0,95	-	0,85	-
- Generatore a combustibile solido	0,72	-	0,70	-
- Generatore a biomassa solida	0,72	-	0,65	-
- Generatore a biomassa liquida	0,82	-	0,75	-
- Pompa di calore a compressione di vapore con motore elettrico	3,00	(*)	2,50	-
- Macchina frigorifera a compressione di vapore a motore elettrico	-	2,50	-	-
- Pompa di calore ad assorbimento	1,20	(*)	1,10	-
- Macchina frigorifera a fiamma indiretta	-	0,60 x η_{gen} (**)	-	-
- Macchina frigorifera a fiamma diretta	-	0,60	-	-
- Pompa di calore a compressione di vapore a motore endotermico	1,15	1,00	1,05	-
- Cogeneratore	0,55	-	0,55	0,25
- Riscaldamento con resistenza elettrica	1,00	-	-	-
- Teleriscaldamento	0,97	-	-	-
- Teleraffrescamento	-	0,97	-	-
- Solare termico	0,3	-	0,3	-
- Solare fotovoltaico	-	-	-	0,1
- Mini eolico e mini idroelettrico	-	-	-	(**)

NOTA. Per i combustibili tutti i dati fanno riferimento al potere calorifico inferiore
 (*) Per pompe di calore che prevedono la funzione di raffrescamento di considera lo stesso valore delle macchine frigorifere della stessa tipologia
 (**) si assume l'efficienza media del sistema installato nell'edificio reale

Comportamento TERMICO



2. Parametri di riferimento degli impianti tecnici

→ Fabbisogni energetici per impianti di ventilazione meccanica (se presente):

- Stesse portate d'aria dell'edificio reale
- Fabbisogni specifici di energia elettrica predefiniti

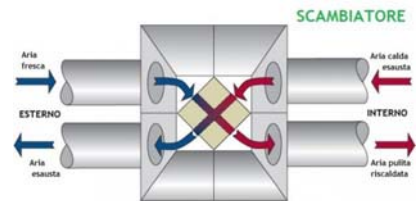


Tabella 9 - Fabbisogno di energia elettrico specifico per m³ di aria movimentata

Tipologia di impianto	E_{ve} [Wh/m ³]
Ventilazione meccanica a semplice flusso per estrazione	0,25
Ventilazione meccanica a semplice flusso per immissione con filtrazione	0,30
Ventilazione meccanica a doppio flusso senza recupero	0,35
Ventilazione meccanica a doppio flusso con recupero	0,50

UTA: rispetto dei regolamenti di settore emanati dalla Commissione Europea in attuazione delle direttive 2009/125/CE e 2010/30/UE del Parlamento europeo e del Consiglio, assumendo la portata e la prevalenza dell'edificio reale.

Comportamento TERMICO



EDIFICI NZEB

“Edifici a energia quasi zero”:

- Rispettano requisiti determinati con valori riferimento 2019/2021
- Rispettano l’obbligo di integrazione da fonti rinnovabili, come definita nel D.Lgs. 3.3.2011 n. 28, nella percentuale di almeno il 50%



Obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti

1. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l’acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l’acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

- a) il 20 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;
- b) il 35 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;
- c) il 50 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

2. Gli obblighi di cui al comma 1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.

Estratto dal
D.Lgs. 28/2011



Risparmio energetico – Normativa vigente ed esempi

Indice argomenti

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI
Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)
- ✓ D.M. 26.6.2015 “REQUISITI MINIMI”
A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali “edificio reale”)
- Ponti termici e verifica rischio muffa
Edificio di riferimento:
- 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
- 2 parametri impianti
Edifici NZEB
B) Requisiti specifici (verifiche con “edificio di riferimento”)
- ✓ D.M. 26.6.2015 “LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA”
Criteri di classificazione
- ✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI
Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico
- ✓ CONCLUSIONI





B) Verifiche da svolgere tramite l' utilizzo dell'edificio di riferimento (requisiti specifici):

- B1) $EP_{H,nd}$ indice di prestazione termica utile per climatizzazione invernale (riscaldamento): confronto con $EP_{H,nd,lim}$ (edificio di riferimento)
- B2) $EP_{C,nd}$ indice di prestazione termica utile per climatizzazione estiva (raffrescamento): confronto con $EP_{C,nd,lim}$ (edificio di riferimento)
- B3) $EP_{gl,tot}$ indice di prestazione energetica globale: confronto con $EP_{gl,tot,lim}$ (edificio di riferimento)
- B4) η_H, η_C, η_W efficienze medie stagionali degli impianti di:
 - climatizzazione invernale (riscaldamento): confronto con $\eta_{H,lim}$ (edificio di riferimento)
 - climatizzazione estiva (raffrescamento): confronto con $\eta_{C,lim}$ (edificio di riferimento)
 - acqua calda sanitaria: confronto con $\eta_{W,lim}$ (edificio di riferimento)



B) Requisiti specifici

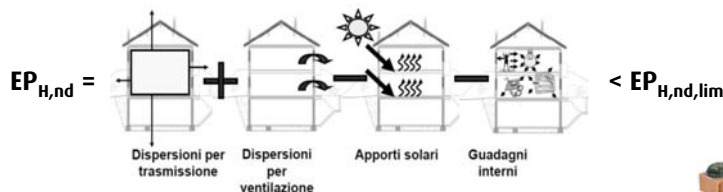


B1) Verifica - Indice di prestazione termica utile per riscaldamento $EP_{H,nd}$

$$EP_{H,nd} = Q_{H,nd} \text{ edificio} / S_{\text{netta pianta}} < EP_{H,nd,lim} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$$

- $Q_{H,nd}$ = Fabbisogno complessivo di energia termica utile per riscaldamento dell'edificio, calcolato secondo UNI/TS 11300-1 [kWh/a]
- $S_{\text{netta pianta}}$ = Superficie netta complessiva dell'edificio [m²]

Il valore limite $EP_{H,nd,lim}$ con il quale confrontare l'indice di prestazione termica utile per riscaldamento dell'edificio reale NON è un valore fisso, esso è calcolato tramite EDIFICIO di RIFERIMENTO



B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

69 - 108

B1) Verifica - Indice di prestazione termica utile per riscaldamento $EP_{H,nd}$

→ Requisito del FABBRICATO (INVOLUCRO) → ENERGIA TERMICA

→ **Obiettivo:** limitazione del fabbisogno energetico per la climatizzazione invernale

→ Parametro influenzato dalle variabili che concorrono alla prestazione energetica del fabbricato:

- Scambi termici per trasmissione (comprensivi di apporti solari attraverso opachi) ☹️
- Scambi per extraflusso termico verso la volta celeste (irraggiamento) ☹️
- Scambi termici per ventilazione ☹️
- Apporti interni gratuiti 😊
- Apporti solari gratuiti attraverso vetriati 😊
- Parametri dinamici (fattore di utilizzazione degli apporti, marginale la capacità termica interna della zona termica - $C_m = \sum k_i \times A_i$)

Comportamento TERMICO



B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

70 - 108

B1) Verifica - Indice di prestazione termica utile per riscaldamento $EP_{H,nd}$

Per rispettare il limite:

- limitare gli scambi termici per trasmissione attraverso le strutture e chiusure opache, trasparenti (riduzione trasmittanza U ...) o i ponti termici
- massimizzare lo sfruttamento degli apporti solari nella stagione invernale, minimizzando l'utilizzo di schermature solari mobili (incremento di g_{gl+sh})
- utilizzare la VMC per limitare gli scambi termici per ventilazione

Il parametro **Capacità Termica Interna** della zona termica, unico indicatore utilizzato nelle verifiche che abbia qualche attinenza con l'inerzia termica delle strutture, fondamentale per il raggiungimento del benessere e comfort termigrometrico, entra marginalmente solo nel fattore di utilizzazione degli apporti (fattore che può variare tra 0 e 1), che è il moltiplicatore degli apporti gratuiti che vengono sottratti agli scambi termici per la valutazione del fabbisogno di energia termica per la climatizzazione invernale (riscaldamento).

Inoltre, non essendo tale parametro considerato tra quelli dell'edificio di "riferimento", anche utilizzando soluzioni con valori di capacità termica areica interna periodica migliori, non si ottiene nessun vantaggio, in termini di soddisfacimento delle verifiche, nel confronto con l'edificio di riferimento.

Comportamento TERMICO



B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

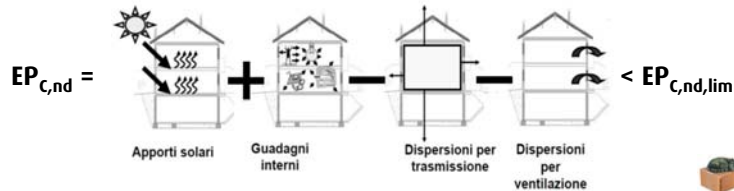
71 - 108

B2) Verifica - Indice di prestazione termica utile per raffrescamento $EP_{C,nd}$

$$EP_{C,nd} = Q_{C,nd} \text{ edificio} / S_{\text{netta pianta}} < EP_{C,nd,lim} \quad [\text{kWh}/(\text{m}^2\text{a})]$$

- $Q_{C,nd}$ = Fabbisogno complessivo di energia termica utile per raffrescamento dell'edificio, calcolato secondo UNI/TS 11300-1 [kWh/a]
- $S_{\text{netta pianta}}$ = Superficie netta complessiva dell'edificio [m²]

Il valore limite $EP_{C,nd,lim}$ con il quale confrontare l'indice di prestazione termica utile per raffrescamento dell'edificio reale NON è un valore fisso, esso è calcolato tramite EDIFICIO di RIFERIMENTO



Comportamento TERMICO



POROTON

B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

72 - 108

B2) Verifica - Indice di prestazione termica utile per raffrescamento $EP_{C,nd}$

→ Requisito del FABBRICATO (INVOLUCRO) → ENERGIA TERMICA

→ **Obiettivo:** limitazione del fabbisogno energetico per la climatizzazione estiva

→ Influenzato dalle variabili che concorrono alla prestazione energetica del fabbricato:

- Scambi termici per trasmissione (comprensivi di apporti solari attraverso opachi) 😊
- Scambi per extraflusso termico verso la volta celeste (irraggiamento) 😊
- Scambi termici per ventilazione 😊
- Apporti interni gratuiti 😞
- Apporti solari gratuiti attraverso vetrati 😞
- Parametri dinamici (fattore di utilizzazione delle dispersioni, marginale la capacità termica interna della zona termica - $C_m = \sum k_i \times A_i$)

Comportamento TERMICO



POROTON

B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

73 - 108

B2) Verifica - Indice di prestazione termica utile per raffrescamento $EP_{C,nd}$

Per rispettare il limite:

→ minimizzare gli apporti solari nella stagione estiva utilizzando schermature solari molto performanti (riduzione di g_{gl+sh})

Il parametro **Capacità Termica Interna** della zona termica, unico indicatore utilizzato nelle verifiche che abbia qualche attinenza con l'inerzia termica delle strutture, fondamentale per il raggiungimento del benessere e comfort termigrometrico, viene considerato marginalmente solo tramite il fattore di utilizzazione delle dispersioni (fattore che può variare tra 0 e 1), che è il moltiplicatore degli scambi termici che vengono sottratti agli apporti gratuiti per la valutazione del fabbisogno di energia termica per la climatizzazione estiva (raffrescamento).

Inoltre, non essendo tale parametro considerato tra quelli dell'edificio di "riferimento", anche utilizzando soluzioni con valori di capacità termica areica interna periodica migliori, non si ottiene nessun vantaggio, in termini di soddisfacimento delle verifiche, nel confronto con l'edificio di riferimento.

Comportamento TERMICO



B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

74 - 108

B3) Verifica - Indice di prestazione energetica globale totale $EP_{gl,tot}$

$$EP_{gl,tot} = EP_{H,tot} + EP_{W,tot} + EP_{V,tot} + EP_{C,tot} < EP_{gl,tot,lim} \quad [kWh/(m^2a)]$$

- $EP_{H,tot}$ = Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, totale (energia rinnovabile + non rinnovabile) $[kWh/m^2a]$
- $EP_{W,tot}$ = Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria, totale (energia rinnovabile + non rinnovabile) $[kWh/m^2a]$
- $EP_{V,tot}$ = Indice di prestazione energetica per la ventilazione, totale (energia rinnovabile + non rinnovabile) $[kWh/m^2a]$ (solo se presente VMC)
- $EP_{C,tot}$ = Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva, totale (energia rinnovabile + non rinnovabile) $[kWh/m^2a]$

GLOBALE = si riferisce a tutti i servizi

TOTALE = comprende energia rinnovabile + non rinnovabile

Comportamento TERMICO



B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

75 - 108

B3) Verifica - Indice di prestazione energetica globale totale $EP_{gl,tot}$

→ Verifica sull'EDIFICIO (INVOLUCRO + IMPIANTI) → ENERGIA PRIMARIA

→ Obiettivo: limitazione del fabbisogno energetico dell'edificio, senza privilegiare particolari tecnologie impiantistiche e lasciando al progettista libertà d'azione sugli impianti

Non si devono verificare limiti per i singoli termini della somma ($EP_{H,tot}$, $EP_{W,tot}$, $EP_{V,tot}$, $EP_{C,tot}$) ma solo per il valore complessivo ($EP_{gl,tot}$)

Il valore limite $EP_{gl,tot,lim}$ con il quale confrontare l'indice di prestazione energetica globale totale dell'edificio reale NON è un valore fisso, esso è calcolato tramite EDIFICIO di RIFERIMENTO

Per rispettare il limite:

- sfruttare tecnologie impiantistiche efficienti
- nel caso di un servizio particolarmente energivoro, intervenire per ridurre lo specifico fabbisogno, per esempio migliorando la prestazione del fabbricato e/o il rendimento dell'impianto

Comportamento TERMICO



B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

76 - 108

B4) Efficienze medie stagionali degli impianti di climatizzazione invernale, climatizzazione estiva e acqua calda sanitaria η_H , η_C , η_W

$$\eta_H = EP_{H,nd} / EP_{H,tot} > \eta_{H,lim} \quad [-]$$

$$\eta_C = EP_{C,nd} / EP_{C,tot} > \eta_{C,lim} \quad [-]$$

$$\eta_W = EP_{W,nd} / EP_{W,tot} > \eta_{W,lim} \quad [-]$$

- $EP_{H,nd}$ = Indice di prestazione termica utile per riscaldamento [kWh/m^2a]
- $EP_{C,nd}$ = Indice di prestazione termica utile per raffrescamento [kWh/m^2a]
- $EP_{W,nd} = Q_W / S_{utile}$ = Indice di prestazione termica utile per produzione acqua calda sanitaria [kWh/m^2a]
- Q_W = Fabbisogno energia termica richiesto per l'acqua calda sanitaria [kWh/a]
- $EP_{H,tot}$ = Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, totale (rinnovabile + non rinnovabile) [kWh/m^2a]
- $EP_{W,tot}$ = Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria, totale (rinnovabile + non rinnovabile) [kWh/m^2a]
- $EP_{C,tot}$ = Indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva, totale (rinnovabile + non rinnovabile) [kWh/m^2a]



Comportamento TERMICO



B) Requisiti specifici

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

77 - 108

B4) Efficienze medie stagionali degli impianti di climatizzazione invernale, climatizzazione estiva e acqua calda sanitaria η_{Hr} η_{Cr} η_{W}

- Requisito dell'EDIFICIO (INVOLUCRO + IMPIANTI)
- Obiettivo: limitazione del fabbisogno energetico dell'edificio, senza privilegiare particolari tecnologie impiantistiche e lasciando al progettista libertà d'azione sugli impianti

I valori limite $\eta_{H,lim}$, $\eta_{C,lim}$, $\eta_{W,lim}$ con i quali confrontare le efficienze medie stagionali degli impianti dell'edificio reale NON sono valori fissi, essi si calcolano tramite EDIFICIO di RIFERIMENTO

Per rispettare il limite:

- sfruttare tecnologie impiantistiche efficienti
- nel caso di un servizio particolarmente energivoro, intervenire per ridurre lo specifico fabbisogno, per esempio migliorando la prestazione del fabbricato e/o il rendimento dell'impianto

Nota - L'**EFFICIENZA MEDIA STAGIONALE** (indici di prestazione energetica totale: energia rinnovabile + non rinnovabile) è **DIVERSA** dal **RENDIMENTO GLOBALE MEDIO STAGIONALE** (indici di prestazione energetica non rinnovabile)



Requisiti e verifiche

D.M. 26.6.2015 - Requisiti minimi

78 - 108

Quali sono i requisiti e le verifiche per edifici residenziali di nuova costruzione?

A

Requisiti e verifiche da soddisfare **SENZA** l'utilizzo dell'edificio di riferimento

→ **REQUISITI GENERALI**

B

Verifiche da svolgere tramite confronto **CON** parametri dell'edificio di riferimento

→ **REQUISITI SPECIFICI**



Il risparmio energetico negli edifici

79 - 108

Indice argomenti

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI
 - Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)
- ✓ D.M. 26.6.2015 "REQUISITI MINIMI"
 - A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali "edificio reale")
 - Ponti termici e verifica rischio muffa
 - Edificio di riferimento:
 - 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
 - 2 parametri impianti
 - Edifici NZEB
 - B) Requisiti specifici (verifiche con "edificio di riferimento")

✓ D.M. 26.6.2015 "LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA"
Criteri di classificazione

- ✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI
 - Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico

✓ CONCLUSIONI

Comportamento TERMICO



Classificazione energetica

D.M. 26.6.2015 – Certif. energetica

80 - 108

Nuovo edificio residenziale progettato in modo da:

- rispettare i requisiti minimi
- soddisfare le verifiche richieste
- integrare le fonti rinnovabili obbligatorie

Quale classe energetica si ottiene?

Classe ?

CLASSE A4 !

Comportamento TERMICO



La classe energetica dell'edificio, necessaria per la redazione dell'APE, è determinata sulla base dell'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO, ESPRESSO IN ENERGIA PRIMARIA NON RINNOVABILE, $EP_{gl,nren}$, per mezzo del confronto con una scala di classi definita tramite il valore di $EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)

	Classe A4	$\leq 0,40 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$0,40 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe A3	$\leq 0,60 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$0,60 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe A2	$\leq 0,80 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$0,80 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe A1	$\leq 1,00 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$1,00 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe B	$\leq 1,20 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$1,20 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe C	$\leq 1,50 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$1,50 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe D	$\leq 2,00 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$2,00 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe E	$\leq 2,60 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
$2,60 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21) <	Classe F	$\leq 3,50 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)
	Classe G	$> 3,50 EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)



Tabella 2 – Scala di classificazione degli edifici sulla base dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile $EP_{gl,nren}$

Comportamento TERMICO



$EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21)

- coincide con il limite di separazione tra le classi A1 e B
- è calcolato tramite un EDIFICIO DI RIFERIMENTO STANDARD, caratterizzato da:
 - INVOLUCRO "STANDARD": elementi edilizi dotati dei requisiti minimi di legge 2019/2021
 - IMPIANTI "STANDARD"

2019
2021

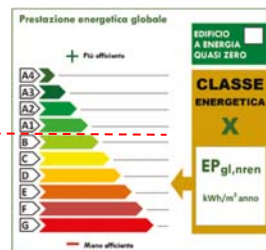


Tabella 1 – Tecnologie standard dell'edificio di riferimento (standard per la classificazione)

Climatizzazione invernale	Generatore a combustibile gassoso (gas naturale) nel rispetto dei requisiti di cui alla tabella 8 dell'Appendice A all'Allegato 1 del DM requisiti minimi e con relativa efficienza dei sottosistemi di utilizzazione di cui alla tabella 7 della stessa Appendice.
Climatizzazione estiva	Macchina frigorifera a compressione di vapore a motore elettrico nel rispetto dei requisiti di cui alla tabella 8 dell'Appendice A all'Allegato 1 del DM requisiti minimi e con relativa efficienza dei sottosistemi di utilizzazione di cui alla tabella 7 della stessa Appendice.
Ventilazione	Ventilazione meccanica a semplice flusso per estrazione nel rispetto dei requisiti di cui alla tabella 9 dell'Appendice A all'Allegato 1 del DM requisiti minimi
Acqua calda sanitaria	Generatore a combustibile gassoso (gas naturale) nel rispetto dei requisiti di cui alla tabella 8 dell'Appendice A all'Allegato 1 del DM requisiti minimi e con relativa efficienza dei sottosistemi di utilizzazione di cui alla tabella 7 della stessa Appendice.

Comportamento TERMICO



Impianti "standard"

- Stessi servizi energetici dell'edificio reale (Riscaldamento, ACS, Raffrescamento, ...), a parte per Riscaldamento e ACS che si considerano **SEMPRE presenti** (in caso di assenza vanno simulati nell'edificio reale con impianti "standard")
- Le efficienze dei sottosistemi di utilizzazione e generazione sono predefinite (come per l'edificio di riferimento per verifiche "requisiti minimi")
- Tanti sottosistemi di generazione quanti sono nell'edificio reale ma, in ogni caso, si assume una ben determinata tipologia di generatore

Esempio

Per servizio riscaldamento:

Edificio reale → Pompa di calore + Caldaia a condensazione

Edificio di riferimento "standard" → due generatori a combustibile gassoso, con rendimenti mensili fissi predefiniti (valori da stessa tabella valida per edificio di riferimento per verifiche "requisiti minimi")

- Esclusione degli impianti a fonti rinnovabili

Edificio di riferimento per Verifiche "requisiti minimi"

≠

Edificio di riferimento per Classificazione

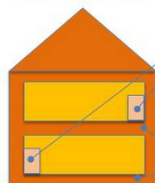
Ai fini della verifica dei **REQUISITI**, si considera edificio di riferimento dotato di:

- ❖ **Fabbricato di riferimento:** involucro con parametri adeguati a valori 2015 (2019/2021 se NZEB)
- ❖ **Impianti di riferimento:**
 - stesse tipologie di impianti dell'edificio reale
 - inclusi eventuali impianti a fonti rinnovabili
 - rendimenti predefiniti per sottosistemi di utilizzazione e di generazione

Edificio reale



Edificio di riferimento



Impianto di riferimento: efficienze di generazione ed utilizzazione imposte da DM requisiti

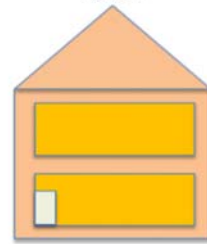
Involucro di riferimento: trasmittanze imposte da DM requisiti

Edificio di riferimento per Verifiche "requisiti minimi" \neq Edificio di riferimento per Classificazione

Ai fini della **CLASSIFICAZIONE**, per il calcolo dell'indice $EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/21), si considera un edificio di riferimento "standard" dotato di:

- ❖ **Fabbricato "standard"**: involucro con parametri adeguati a valori 2019/2021
- ❖ **Impianti "standard"**:
 - stessi servizi energetici dell'edificio reale
 - esclusione di eventuali impianti a fonti rinnovabili
 - differenti sottosistemi di generazione
 - rendimenti predefiniti per sottosistemi di utilizzazione e di generazione

Edificio di riferimento classificazione
Fabbricato di riferimento+ impianti di riferimento "standard"



$EP_{gl,nren,rif,standard}$ (2019/2021)

Valorizzazione dell'utilizzo di tecnologie più efficienti

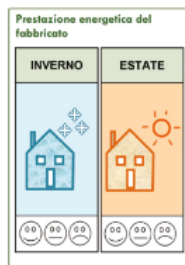


APE - Altri indicatori

Prestazione energetica invernale dell'involucro edilizio ($EP_{H,nd}$)

→ Livello di qualità espresso con "emoticon" 😊 😞

Prestazione invernale → l'indicatore è definito tramite l'indice di prestazione termica utile per riscaldamento *Edificio di riferimento per Classificazione* ($EP_{H,nd,limite}$ (2019/21))



Prestazione invernale dell'involucro	Qualità	Indicatore
$EP_{H,nd} \leq 1 * EP_{H,nd,limite}$ (2019/21)	alta	😊😊
$1 * EP_{H,nd,limite}$ (2019/21) < $EP_{H,nd} \leq 1,7 * EP_{H,nd,limite}$ (2019/21)	media	😊😐
$EP_{H,nd} > 1,7 * EP_{H,nd,limite}$ (2019/21)	bassa	😐😞

L'emoticon "invernale" sarà sorridente solo se la verifica dell'indice di prestazione termica utile dell'edificio reale è svolta, con esito positivo, considerando i parametri del fabbricato di riferimento (requisiti minimi) 2019/2021



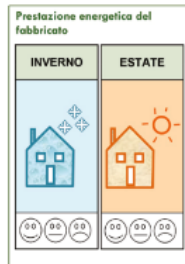
APE - Altri indicatori

Prestazione energetica estiva dell'involucro edilizio ($EP_{C,nd}$)

→ Livello di qualità espresso con "emoticon" 😊 😞

Prestazione estiva → l'indicatore è definito in base ai parametri:

$$Y_{IE} \text{ e } A_{sol,est} / A_{sup \text{ utile}}$$



Prestazione estiva dell'involucro		Qualità	Indicatore
$A_{sol,est} / A_{sup \text{ utile}} \leq 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$	alta	😊
$A_{sol,est} / A_{sup \text{ utile}} \leq 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	media	😐
$A_{sol,est} / A_{sup \text{ utile}} > 0,03$	$Y_{IE} \leq 0,14$		😐
$A_{sol,est} / A_{sup \text{ utile}} > 0,03$	$Y_{IE} > 0,14$	bassa	😞

- L'emoticon "estivo" per edifici nuovi sarà sempre sorridente, infatti i parametri sono di fatto anche requisiti minimi !!!
- Perché non viene considerato il parametro $EP_{C,nd}$ in analogia al parametro $EP_{H,nd}$ che viene indicato per la prestazione invernale ?
- Mancano concetti di inerzia e capacità termica

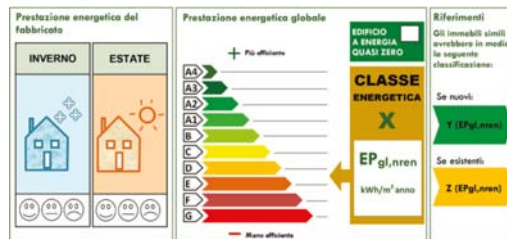
Comportamento TERMICO



Considerazioni generali

- ❖ La nuova classificazione per la certificazione (APE) non è in alcun modo comparabile e/o confrontabile con quelle effettuate con la precedente normativa
- ❖ Parametri diversi tra calcoli per l'Edificio di Riferimento ($EP_{gl,tot}$ e "2015") e classificazione ($EP_{gl,nren}$ e "2019/2021")
- ❖ La prestazione energetica invernale ed estiva del fabbricato è espressa tramite "emoticon" (quella estiva esclusivamente con "emoticon") 😊 😞
- ❖ La prestazione energetica estiva tiene conto solo di Y_{IE} e del rapporto area finestra/superficie → mancano concetti di inerzia e capacità termica

Normativa migliorabile (e da migliorare !)
Compito del tecnico: operare le scelte migliori senza limitarsi a guardare solo la trasmittanza dell' "Edificio di riferimento"



Comportamento TERMICO



Il risparmio energetico negli edifici

89 - 108

Indice argomenti

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI
Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)
- ✓ D.M. 26.6.2015 "REQUISITI MINIMI"
 - A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali "edificio reale")
 - Ponti termici e verifica rischio muffa
 - Edificio di riferimento:
 - 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
 - 2 parametri impianti
 - Edifici NZEB
 - B) Requisiti specifici (verifiche con "edificio di riferimento")
- ✓ D.M. 26.6.2015 "LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA"
Criteri di classificazione
- ✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI
Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico

- ✓ CONCLUSIONI

Comportamento TERMICO



Inerzia termica = + Comfort + Risparmio Energetico

90 - 108

Come migliorare comfort e prestazione energetica rispetto al D.M. 26.6.2015 "Requisiti minimi"

1° Possibilità

Eseguire nel progetto un calcolo in regime termico-dinamico dell'edificio ?

Difficilmente praticabile - Troppo complesso, costerebbe troppo

2° Possibilità

Ricavare dagli attuali parametri previsti nelle norme (calcolo semistazionario "condizioni standard") considerazioni in merito al comfort ?

Impossibile - Non ci sono elementi per poterlo fare

3° Possibilità

Considerare ulteriori parametri "qualitativi" che non gravino sul costo della certificazione energetica (attinenti l' INERZIA TERMICA)

Comportamento TERMICO



Inerzia termica = + Comfort + Risparmio Energetico

91 - 108

Perché è importante considerare anche l'INERZIA TERMICA

- ❖ Non è realistico perseguire un risparmio energetico riducendo le prestazioni di benessere ambientale degli edifici. In altri termini, la rinuncia al comfort abitativo non può venire da un'imposizione progettuale.
- ❖ Il tecnico progettista dovrebbe considerare, oltre al rispetto dei vigenti obblighi di legge, anche gli aspetti legati all'ottenimento del comfort e benessere abitativo, adottando soluzioni costruttive che non siano solo finalizzate ai requisiti di risparmio energetico imposti (limite dei consumi per il riscaldamento invernale) ma che considerino nello stesso tempo anche altri aspetti ad oggi sostanzialmente trascurati (per esempio raffrescamento estivo, controllo delle condizioni termoigrometriche dell'ambiente interno), ma parimenti importanti.
- ❖ In fase di progetto si possono già individuare le soluzioni necessarie per ottenere condizioni di comfort agendo anche attraverso un adattamento del progetto stesso al fine di sfruttare gli elementi climatici e le soluzioni costruttive più idonee.
- ❖ L'obiettivo primario è quindi quello di ridurre il più possibile, compatibilmente con le condizioni climatiche locali, la necessità di interventi correttivi con mezzi meccanici (riscaldamento invernale, condizionamento estivo, VMC).

Comportamento TERMICO

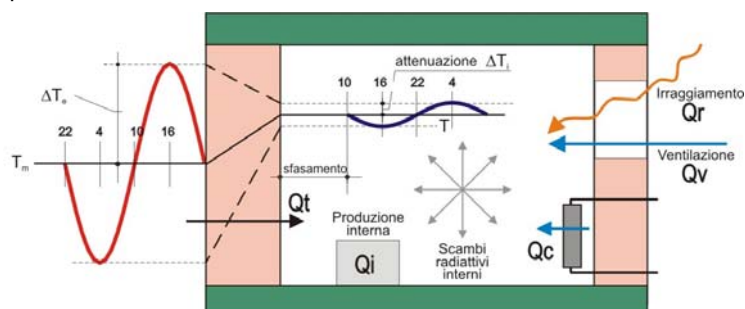


Inerzia termica - Parametri

92 - 108

INERZIA TERMICA = + Comfort + Risparmio energetico

La normativa non considera, per ragioni di complessità, il regime termico dinamico. In realtà esso è importante e valorizza il reale e concreto apporto della "MASSA" sia per il contenimento dei consumi estivi che invernali.



Dobbiamo almeno considerare, oltre a M_s e Y_{IE} , altri parametri fondamentali:

- Capacità termica (C)
- Sfasamento (S)
- Fattore di attenuazione (f_a)

Comportamento TERMICO



Inerzia termica - Parametri

93 - 108

Capacità Termica e Diffusività Termica



Diffusività termica del materiale (α)
Indica la velocità con la quale il calore si diffonde attraverso il mezzo in regime termico non stazionario (dinamico)

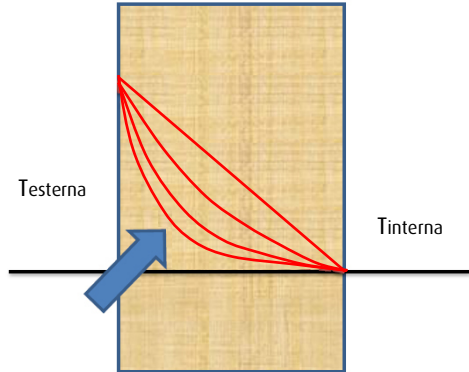
$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c}$$

λ = conducibilità termica (W/mK)

c = calore specifico (J/kg K)

ρ = massa volumica (kg/m³)

$\rho \cdot c = C$ Capacità Termica



Comportamento TERMICO



Inerzia termica - Parametri

94 - 108

Regime stazionario (teorico) \neq Regime variabile (reale)

Regime stazionario

La trasmittanza termica caratterizza lo scambio di calore attraverso una parete in regime stazionario.

La differenza tra temperatura interna e temperatura esterna si considera convenzionalmente costante.

$T_{\text{int.}} - T_{\text{est.}} = \text{costante}$



Trasmittanza termica U

Regime variabile (dinamico)

La capacità termica volumica caratterizza l'attitudine della parete ad accumulare e rilasciare calore in regime dinamico.

La differenza tra temperatura interna e temperatura esterna è fortemente variabile.

$T_{\text{int.}} - T_{\text{est.}} = \text{variabile}$



Capacità termica volumica

Capacità termica volumica C (J/m³K): quantità di calore necessaria per aumentare di 1 grado la temperatura della sostanza (caratterizza l'attitudine ad accumulare calore)

$$C = c \cdot \rho$$

c = calore specifico (J/kg K)

ρ = massa volumica (kg/m³)

Comportamento TERMICO



Inerzia termica - Parametri

95 - 108

Capacità termica volumica Materiali a confronto (UNI EN ISO 10456:2008)

	Conduttività termica [W/(mK)]	Densità [kg/m ³]	Calore specifico [J/(kgK)]	Capacità termica volumica [kJ/(m ³ K)]	Diffusività termica α [m ² /h]
Lana di roccia	0,045	80	1030	82	0,0020
Vetro cellulare	0,050	100	1000	100	0,0018
Polistirene espanso	0,035	30	1450	44	0,0029
Sughero	0,045	100	1560	156	0,0010
Calcestruzzo alta densità	2,00	2400	1000	2400	0,0030
Calcestruzzo media densità	1,15	1800	1000	1800	0,0023
Mattone pieno	0,50	1800	1000	1800	0,0010
Laterizio termoisolante POROTON®	0,20	900	1000	900	0,0008

Comportamento TERMICO



Inerzia termica - Parametri

96 - 108

INERZIA TERMICA = Sfasamento + Attenuazione (Massa)

- **sfasamento temporale** di temperatura S , è il ritardo temporale tra il massimo del flusso termico entrante nell'ambiente interno ed il massimo della temperatura dell'ambiente esterno
- **smorzamento dell'onda termica** o fattore di attenuazione f_a , è il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo
- **trasmissione termica periodica** Y_{tE} (presente in normativa, è il parametro meno significativo)

Sfasamento (ore)	Attenuazione	Prestazioni	Qualità prestazionale
$S > 12$	$f_a < 0,15$	ottime	I
$12 \geq S > 10$	$0,15 \leq f_a < 0,30$	buone	II
$10 \geq S > 8$	$0,30 \leq f_a < 0,40$	medie	III
$8 \geq S > 6$	$0,40 \leq f_a < 0,60$	sufficienti	IV
$6 \geq S$	$0,60 \leq f_a$	mediocri	V

Fonte: D.M. 26 giugno 2009, Allegato A, Punto 6.2

Comportamento TERMICO



Inerzia termica e comfort

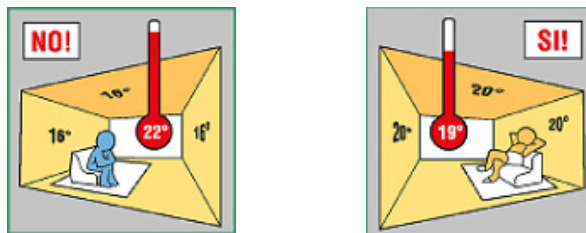
97 - 108

INERZIA TERMICA = Comfort e benessere abitativo

La normativa impone dunque il rispetto di un solo parametro (Υ_{IE}) che, di per sé, non è rappresentativo del comportamento inerziale della struttura e non garantisce benessere e comfort abitativo.

Le condizioni di benessere sono definite dall'equilibrio tra umidità e temperatura; per arrivare al giusto equilibrio bisogna considerare sia la fisiologia umana che gli aspetti fisici legati alla termotecnica e quindi alla diffusione dell'energia sotto forma di calore.

UMIDITÀ e **TEMPERATURA** (superficiale e dell'ambiente interno) sono quindi i due parametri fondamentali da controllare per il **comfort**.



Comportamento TERMICO



Inerzia termica e comfort - Temperatura

98 - 108

Temperatura operativa T_{op} (o temperatura operante)

$$\text{Temperatura operante } T_{op} \cong (T_{mr} + T_a) / 2$$

Dato che la maggior dispersione del corpo umano si ha per irraggiamento, va da sé che una sensibile diminuzione del calore disperso tramite questo fenomeno accentua la sensazione di benessere e comfort. Per diminuire la dispersione per irraggiamento si deve controllare la temperatura media radiante delle pareti e, di conseguenza, la temperatura operante.

Questo si può ottenere con le seguenti soluzioni:

- ❖ buon isolamento termico delle pareti, avendo cura di evitare o correggere i ponti termici;
- ❖ **adozione di strutture "massive" che fungono da "volano termico" limitando le oscillazioni della temperatura superficiale interna** dovute al normale funzionamento intermittente degli impianti;
- ❖ utilizzo di corpi scaldanti che privilegiano la trasmissione del calore tramite l'irraggiamento (per esempio: riscaldamento a pavimento).

Comportamento TERMICO



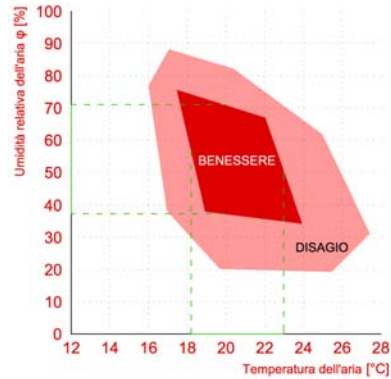
Inerzia termica e comfort - Umidità

99 - 108

Permeabilità al vapore, umidità e benessere abitativo

Se consideriamo la "diffusione" del vapore nella parete, possiamo parlare di pareti permeabili al vapore o diffusive al vapore. Il processo fisico di diffusione delle molecole di vapore acqueo verso l'esterno non viene sostanzialmente modificato da interventi di coibentazione esterna realizzati a regola d'arte.

Il fattore importante delle costruzioni massive è una ottimale diffusività dall'interno verso l'esterno della stratigrafia, tale da far diffondere liberamente il vapore in caso di aumento di umidità nell'ambiente, seguendo l'andamento della pressione di vapore nella parete.



La muratura massiva in laterizio esplica quindi un effetto di "regolazione" igrometrica naturale nei confronti dell'umidità interna, agevolandone la diffusione o rilasciandola in funzione delle condizioni interne.

Comportamento TERMICO



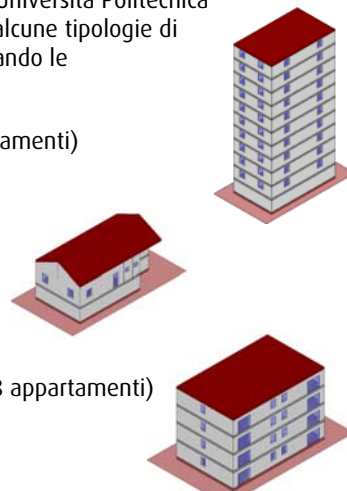
Inerzia termica e risparmio energetico

100 - 108

Casi studio - Tipologie di edifici

Si sintetizzano i risultati di una ricerca, svolta dall'Università Politecnica delle Marche, nella quale si sono prese in esame alcune tipologie di edifici rappresentative dell'edilizia nazionale, variando le caratteristiche inerziali dell'involucro:

- Un **edificio a torre** (tipologia con più di 8 appartamenti) con $S/V=0,39$ ($S/V<0,4$)
- Una **villetta monofamiliare** con $S/V=0,89$ ($S/V>0,7$)
- Una tipologia di **condominio** (tipologia da 3 ad 8 appartamenti) con $S/V=0,61$ ($0,4<S/V<0,7$)



Comportamento TERMICO



Murature Oggi 112
n°2-2013 (Luglio)

"Un indice di comfort abitativo nel certificato energetico"
Elisa Di Giuseppe, Lorenza Fantini,
Marco D'Orazio, Costanzo Di Perna



Inerzia termica e risparmio energetico

101-108

codice struttura	denominazione struttura	stratigrafia
PM01	MONOSTRATO CON BLOCCHI TERMICI E INTONACO	
PM02	MONOSTRATO CON BLOCCHI A ISOLAMENTO DISTRIBUITO	
CE01	MONOSTRATO BLOCCO CAPPOTTO ESTERNO	
PD01	A CASSETTA CON FORATI DA 8 E (FORI ORIZZONTALI) E ISOLANTE IN INTERCAPEDINE	
PD02	A CASSETTA CON BLOCCHI DA 8 E (FORI VERTICALI) E ISOLANTE IN INTERCAPEDINE	
PL01	PARETE LEGGERA in LEGNO (CON ISOLANTE LANA DI ROCCIA)	
PL02	PARETE LEGGERA IN CARTONGESSO (CON ISOLANTE IN FIBRA DI POLIESTERE)	

pesante

leggera

Compartimento TERMICO

ROTON

Inerzia termica e risparmio energetico

102-108

Casi studio - Adattamento delle condizioni alle situazioni reali

Con le simulazioni si è fatto variare il periodo di esercizio dell'impianto di riscaldamento a seconda della zona climatica, secondo il DPR 412/93, mantenendo i carichi interni costanti. In seguito sono stati fatti variare i carichi interni, differenziandoli per zona e per orario, come definito dalle norme UNI TS 11300 (valutazione adattata all'utenza). Si è infine analizzata la combinazione dei due casi: impianto termico ad esercizio ciclico e carichi termici variabili.

Per rendere confrontabili i fabbisogni energetici tra la soluzione d'involucro massiva e quella leggera, a parità di comfort interno, si è scelto di "normalizzare" i fabbisogni moltiplicandoli per i gradi giorno di comfort, ovvero per la differenza oraria $(20 - T_{op})^{\circ}\text{C}$, dove 20°C rappresenta la temperatura interna di comfort e " T_{op} " rappresenta la temperatura operante interna all'ambiente.

Dai grafici si può osservare come in tutte le zone climatiche, nel caso di funzionamento ciclico dell'impianto di riscaldamento, si ha una maggior differenziazione dei consumi tra le due tipologie di involucro, rispetto al caso semistazionario (impianto funzionante 24 ore). In particolare, la struttura massiva CE01 presenta consumi energetici inferiori rispetto alla leggera PL02. Inoltre la presenza di carichi interni variabili determina una generale riduzione dei fabbisogni energetici di entrambe, perché ovviamente concorre all'innalzamento della temperatura interna.

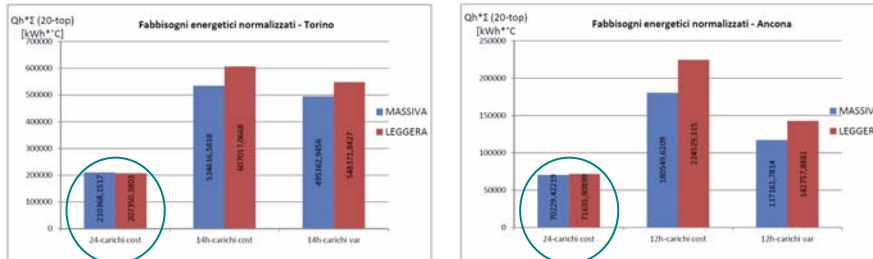
Compartimento TERMICO



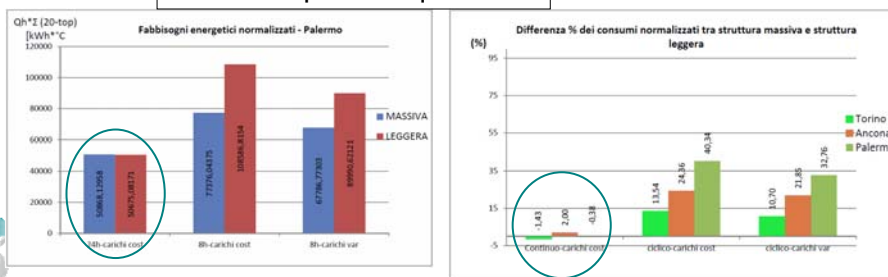
Inerzia termica e risparmio energetico

103-108

Valutazione dei fabbisogni netti invernali ed estivi degli edifici al variare delle stratigrafie delle pareti, con metodo di calcolo "dinamico" (impostazioni adattate all'utenza).



Valutazione "tipo" D.M. Requisiti Minimi



Comportamento TERMICO

Inerzia termica e risparmio energetico

104-108

Casi Studio - Considerazioni

La ricerca condotta ha dimostrato come i metodi di calcolo semistazionari della prestazione energetica degli edifici basati sulle UNI TS 11300, non riuscendo a cogliere adeguatamente aspetti inerziali legati all'involucro edilizio, inducano i progettisti a ritenere tra loro equivalenti soluzioni costruttive capaci di dare invece luogo a comportamenti diametralmente opposti in termini di comfort durante la stagione estiva.

Peraltro, dai risultati ottenuti, si evince pure l'importanza che l'inerzia termica dell'involucro riveste anche in fase invernale, qualora si utilizzi un funzionamento intermittente dell'impianto di riscaldamento e tanto più se si considerano carichi termici interni variabili. Condizioni queste, che si avvicinano maggiormente al reale modo d'uso degli edifici, rispetto alle condizioni imposte nei metodi di calcolo semistazionari.

L'utilizzo di strumenti di calcolo dinamici, seppure con impostazioni semistazionarie (come previsto dalla Certificazione Energetica degli edifici), dà luogo ad una maggiore differenziazione dei fabbisogni energetici in fase estiva tra le strutture inerziali e le strutture leggere, in particolare se poste in un edificio a struttura interamente leggera.

Il funzionamento intermittente dell'impianto insieme ad un profilo variabile di carichi termici interni aumenta il divario in termini di fabbisogni energetici invernali tra strutture a diversa inerzia termica, a parità di condizioni di comfort nell'ambiente interno.

Comportamento TERMICO

Il risparmio energetico negli edifici

105-108

Indice argomenti

- ✓ RIFERIMENTI NORMATIVI
Quadro generale e nuovi decreti attuativi (D.M. 26.6.2015)
- ✓ D.M. 26.6.2015 "REQUISITI MINIMI"
 - A) Requisiti generali (requisiti e verifiche generali "edificio reale")
 - Ponti termici e verifica rischio muffa
 - Edificio di riferimento:
 - 1 parametri fabbricato (... correlazioni con requisiti acustici)
 - 2 parametri impianti
 - Edifici NZEB
 - B) Requisiti specifici (verifiche con "edificio di riferimento")
- ✓ D.M. 26.6.2015 "LINEE GUIDA CERTIFICAZIONE ENERGETICA"
Criteri di classificazione
- ✓ INERZIA TERMICA: PARAMETRI E CONSIDERAZIONI
Inerzia termica = + comfort ambientale e + risparmio energetico

✓ CONCLUSIONI

Comportamento TERMICO



Il risparmio energetico negli edifici - Conclusioni

106-108

Problematiche dell'attuale normativa

- ❖ Le attuali metodologie di calcolo di fatto non colgono le differenze di prestazione tra soluzioni costruttive a diversa trasmittanza termica periodica e diversa massa superficiale.
- ❖ Le attuali metodologie di calcolo non permettono di cogliere una relazione univoca tra fabbisogni energetici in fase estiva e le proprietà inerziali dell'involucro.
- ❖ Il ridursi della trasmittanza termica stazionaria per rispettare i limiti dell'edificio di riferimento non apporta automaticamente un beneficio nei consumi in fase estiva.
- ❖ Le oscillazioni di temperatura operante sono più evidenti in soluzioni costruttive non inerziali.
- ❖ Variando le tipologie di superfici opache esterne, mantenendo invariate tutte le altre condizioni, le stratigrafie non inerziali risultano causare maggiori oscillazioni della temperatura interna.

Comportamento TERMICO



Il risparmio energetico negli edifici - Conclusioni

107-108

Soluzioni

- Esistono soluzioni "intelligenti" in muratura portante o di tamponamento per realizzare edifici che soddisfano i requisiti normativi
- La sola trasmittanza termica non è sufficiente a garantire il raggiungimento delle prestazioni termoigrometriche ed acustiche, né tanto meno del comfort interno
- Le soluzioni in laterizio, in quanto "massive", hanno un ottimo comportamento sia in inverno che in estate, consentendo di ottenere livelli di comfort elevato (anche acustico) ed un ulteriore risparmio energetico
- Le tecniche di realizzazione risultano semplici e facili da verificare in fase esecutiva
- Le soluzioni in muratura POROTON® permettono di realizzare edifici energeticamente efficienti ed acusticamente a norma con un sistema costruttivo semplice ed affidabile
- Per il progettista è fondamentale "sfruttare" appieno le peculiarità del materiale, riducendo conseguentemente i costi di realizzazione

Comportamento TERMICO



CONSORZIO
POROTON
ITALIA

S scianatico
laterizi srl **ILA** laterizi

108-108

SEMINARIO

OIBA
ORDINE DEGLI INGEGNERI
della Provincia di Bari

**IL RISPARMIO ENERGETICO NEGLI EDIFICI:
INTERPRETAZIONE DEI PARAMETRI DELLE NUOVE NORME
SIMULAZIONE CRITICA DI CASI SIGNIFICATIVI**

**Mercoledì 5 Aprile 2017
ora 14,30**

Luca SCIANICO
Ing. **FABIO DE VINCENZI**
Architetto, Urbanista, P.A. - Bari - **ORAI**
Piazzale S. Maria 100 - 70121 Bari

MOTIVAZIONI

Il seminario ha lo scopo di analizzare e discutere i casi significativi di interpretazione delle nuove norme, con particolare riferimento alle simulazioni critiche di casi significativi, al fine di chiarire i criteri di progettazione e di verificare l'efficacia delle soluzioni adottate.

14,30 - 15,00 Registrazione dei partecipanti

15,00 - 15,15 Apertura

15,15 - 15,30 Conferenza di apertura

15,30 - 15,45 Conferenza di apertura

15,45 - 16,00 Conferenza di apertura

16,00 - 16,15 Conferenza di apertura

16,15 - 16,30 Conferenza di apertura

16,30 - 16,45 Conferenza di apertura

16,45 - 17,00 Conferenza di apertura

17,00 - 17,15 Conferenza di apertura

17,15 - 17,30 Conferenza di apertura

17,30 - 17,45 Conferenza di apertura

17,45 - 18,00 Conferenza di apertura

18,00 - 18,15 Conferenza di apertura

18,15 - 18,30 Conferenza di apertura

18,30 - 18,45 Conferenza di apertura

18,45 - 19,00 Conferenza di apertura

19,00 - 19,15 Conferenza di apertura

19,15 - 19,30 Conferenza di apertura

19,30 - 19,45 Conferenza di apertura

19,45 - 20,00 Conferenza di apertura

20,00 - 20,15 Conferenza di apertura

20,15 - 20,30 Conferenza di apertura

20,30 - 20,45 Conferenza di apertura

20,45 - 21,00 Conferenza di apertura

21,00 - 21,15 Conferenza di apertura

21,15 - 21,30 Conferenza di apertura

21,30 - 21,45 Conferenza di apertura

21,45 - 22,00 Conferenza di apertura

22,00 - 22,15 Conferenza di apertura

22,15 - 22,30 Conferenza di apertura

22,30 - 22,45 Conferenza di apertura

22,45 - 23,00 Conferenza di apertura

23,00 - 23,15 Conferenza di apertura

23,15 - 23,30 Conferenza di apertura

23,30 - 23,45 Conferenza di apertura

23,45 - 24,00 Conferenza di apertura

24,00 - 24,15 Conferenza di apertura

24,15 - 24,30 Conferenza di apertura

24,30 - 24,45 Conferenza di apertura

24,45 - 25,00 Conferenza di apertura

25,00 - 25,15 Conferenza di apertura

25,15 - 25,30 Conferenza di apertura

25,30 - 25,45 Conferenza di apertura

25,45 - 26,00 Conferenza di apertura

26,00 - 26,15 Conferenza di apertura

26,15 - 26,30 Conferenza di apertura

26,30 - 26,45 Conferenza di apertura

26,45 - 27,00 Conferenza di apertura

27,00 - 27,15 Conferenza di apertura

27,15 - 27,30 Conferenza di apertura

27,30 - 27,45 Conferenza di apertura

27,45 - 28,00 Conferenza di apertura

28,00 - 28,15 Conferenza di apertura

28,15 - 28,30 Conferenza di apertura

28,30 - 28,45 Conferenza di apertura

28,45 - 29,00 Conferenza di apertura

29,00 - 29,15 Conferenza di apertura

29,15 - 29,30 Conferenza di apertura

29,30 - 29,45 Conferenza di apertura

29,45 - 30,00 Conferenza di apertura

30,00 - 30,15 Conferenza di apertura

30,15 - 30,30 Conferenza di apertura

30,30 - 30,45 Conferenza di apertura

30,45 - 31,00 Conferenza di apertura

31,00 - 31,15 Conferenza di apertura

31,15 - 31,30 Conferenza di apertura

31,30 - 31,45 Conferenza di apertura

31,45 - 32,00 Conferenza di apertura

32,00 - 32,15 Conferenza di apertura

32,15 - 32,30 Conferenza di apertura

32,30 - 32,45 Conferenza di apertura

32,45 - 33,00 Conferenza di apertura

33,00 - 33,15 Conferenza di apertura

33,15 - 33,30 Conferenza di apertura

33,30 - 33,45 Conferenza di apertura

33,45 - 34,00 Conferenza di apertura

34,00 - 34,15 Conferenza di apertura

34,15 - 34,30 Conferenza di apertura

34,30 - 34,45 Conferenza di apertura

34,45 - 35,00 Conferenza di apertura

35,00 - 35,15 Conferenza di apertura

35,15 - 35,30 Conferenza di apertura

35,30 - 35,45 Conferenza di apertura

35,45 - 36,00 Conferenza di apertura

36,00 - 36,15 Conferenza di apertura

36,15 - 36,30 Conferenza di apertura

36,30 - 36,45 Conferenza di apertura

36,45 - 37,00 Conferenza di apertura

37,00 - 37,15 Conferenza di apertura

37,15 - 37,30 Conferenza di apertura

37,30 - 37,45 Conferenza di apertura

37,45 - 38,00 Conferenza di apertura

38,00 - 38,15 Conferenza di apertura

38,15 - 38,30 Conferenza di apertura

38,30 - 38,45 Conferenza di apertura

38,45 - 39,00 Conferenza di apertura

39,00 - 39,15 Conferenza di apertura

39,15 - 39,30 Conferenza di apertura

39,30 - 39,45 Conferenza di apertura

39,45 - 40,00 Conferenza di apertura

40,00 - 40,15 Conferenza di apertura

40,15 - 40,30 Conferenza di apertura

40,30 - 40,45 Conferenza di apertura

40,45 - 41,00 Conferenza di apertura

41,00 - 41,15 Conferenza di apertura

41,15 - 41,30 Conferenza di apertura

41,30 - 41,45 Conferenza di apertura

41,45 - 42,00 Conferenza di apertura

42,00 - 42,15 Conferenza di apertura

42,15 - 42,30 Conferenza di apertura

42,30 - 42,45 Conferenza di apertura

42,45 - 43,00 Conferenza di apertura

43,00 - 43,15 Conferenza di apertura

43,15 - 43,30 Conferenza di apertura

43,30 - 43,45 Conferenza di apertura

43,45 - 44,00 Conferenza di apertura

44,00 - 44,15 Conferenza di apertura

44,15 - 44,30 Conferenza di apertura

44,30 - 44,45 Conferenza di apertura

44,45 - 45,00 Conferenza di apertura

45,00 - 45,15 Conferenza di apertura

45,15 - 45,30 Conferenza di apertura

45,30 - 45,45 Conferenza di apertura

45,45 - 46,00 Conferenza di apertura

46,00 - 46,15 Conferenza di apertura

46,15 - 46,30 Conferenza di apertura

46,30 - 46,45 Conferenza di apertura

46,45 - 47,00 Conferenza di apertura

47,00 - 47,15 Conferenza di apertura

47,15 - 47,30 Conferenza di apertura

47,30 - 47,45 Conferenza di apertura

47,45 - 48,00 Conferenza di apertura

48,00 - 48,15 Conferenza di apertura

48,15 - 48,30 Conferenza di apertura

48,30 - 48,45 Conferenza di apertura

48,45 - 49,00 Conferenza di apertura

49,00 - 49,15 Conferenza di apertura

49,15 - 49,30 Conferenza di apertura

49,30 - 49,45 Conferenza di apertura

49,45 - 50,00 Conferenza di apertura

50,00 - 50,15 Conferenza di apertura

50,15 - 50,30 Conferenza di apertura

50,30 - 50,45 Conferenza di apertura

50,45 - 51,00 Conferenza di apertura

51,00 - 51,15 Conferenza di apertura

51,15 - 51,30 Conferenza di apertura

51,30 - 51,45 Conferenza di apertura

51,45 - 52,00 Conferenza di apertura

52,00 - 52,15 Conferenza di apertura

52,15 - 52,30 Conferenza di apertura

52,30 - 52,45 Conferenza di apertura

52,45 - 53,00 Conferenza di apertura

53,00 - 53,15 Conferenza di apertura

53,15 - 53,30 Conferenza di apertura

53,30 - 53,45 Conferenza di apertura

53,45 - 54,00 Conferenza di apertura

54,00 - 54,15 Conferenza di apertura

54,15 - 54,30 Conferenza di apertura

54,30 - 54,45 Conferenza di apertura

54,45 - 55,00 Conferenza di apertura

55,00 - 55,15 Conferenza di apertura

55,15 - 55,30 Conferenza di apertura

55,30 - 55,45 Conferenza di apertura

55,45 - 56,00 Conferenza di apertura

56,00 - 56,15 Conferenza di apertura

56,15 - 56,30 Conferenza di apertura

56,30 - 56,45 Conferenza di apertura

56,45 - 57,00 Conferenza di apertura

57,00 - 57,15 Conferenza di apertura

57,15 - 57,30 Conferenza di apertura

57,30 - 57,45 Conferenza di apertura

57,45 - 58,00 Conferenza di apertura

58,00 - 58,15 Conferenza di apertura

58,15 - 58,30 Conferenza di apertura

58,30 - 58,45 Conferenza di apertura

58,45 - 59,00 Conferenza di apertura

59,00 - 59,15 Conferenza di apertura

59,15 - 59,30 Conferenza di apertura

59,30 - 59,45 Conferenza di apertura

59,45 - 60,00 Conferenza di apertura

60,00 - 60,15 Conferenza di apertura

60,15 - 60,30 Conferenza di apertura

60,30 - 60,45 Conferenza di apertura

60,45 - 61,00 Conferenza di apertura

61,00 - 61,15 Conferenza di apertura

61,15 - 61,30 Conferenza di apertura

61,30 - 61,45 Conferenza di apertura

61,45 - 62,00 Conferenza di apertura

62,00 - 62,15 Conferenza di apertura

62,15 - 62,30 Conferenza di apertura

62,30 - 62,45 Conferenza di apertura

62,45 - 63,00 Conferenza di apertura

63,00 - 63,15 Conferenza di apertura

63,15 - 63,30 Conferenza di apertura

63,30 - 63,45 Conferenza di apertura

63,45 - 64,00 Conferenza di apertura

64,00 - 64,15 Conferenza di apertura

64,15 - 64,30 Conferenza di apertura

64,30 - 64,45 Conferenza di apertura

64,45 - 65,00 Conferenza di apertura

65,00 - 65,15 Conferenza di apertura

65,15 - 65,30 Conferenza di apertura

65,30 - 65,45 Conferenza di apertura

65,45 - 66,00 Conferenza di apertura

66,00 - 66,15 Conferenza di apertura

66,15 - 66,30 Conferenza di apertura

66,30 - 66,45 Conferenza di apertura

66,45 - 67,00 Conferenza di apertura

67,00 - 67,15 Conferenza di apertura

67,15 - 67,30 Conferenza di apertura

67,30 - 67,45 Conferenza di apertura

67,45 - 68,00 Conferenza di apertura

68,00 - 68,15 Conferenza di apertura

68,15 - 68,30 Conferenza di apertura

68,30 - 68,45 Conferenza di apertura

68,45 - 69,00 Conferenza di apertura

69,00 - 69,15 Conferenza di apertura

69,15 - 69,30 Conferenza di apertura

69,30 - 69,45 Conferenza di apertura

69,45 - 70,00 Conferenza di apertura

70,00 - 70,15 Conferenza di apertura

70,15 - 70,30 Conferenza di apertura

70,30 - 70,45 Conferenza di apertura

70,45 - 71,00 Conferenza di apertura

71,00 - 71,15 Conferenza di apertura

71,15 - 71,30 Conferenza di apertura

71,30 - 71,45 Conferenza di apertura

71,45 - 72,00 Conferenza di apertura

72,00 - 72,15 Conferenza di apertura

72,15 - 72,30 Conferenza di apertura

72,30 - 72,45 Conferenza di apertura

72,45 - 73,00 Conferenza di apertura

73,00 - 73,15 Conferenza di apertura

73,15 - 73,30 Conferenza di apertura

73,30 - 73,45 Conferenza di apertura

73,45 - 74,00 Conferenza di apertura

74,00 - 74,15 Conferenza di apertura

74,15 - 74,30 Conferenza di apertura

74,30 - 74,45 Conferenza di apertura

74,45 - 75,00 Conferenza di apertura

75,00 - 75,15 Conferenza di apertura

75,15 - 75,30 Conferenza di apertura

75,30 - 75,45 Conferenza di apertura

75,45 - 76,00 Conferenza di apertura

76,00 - 76,15 Conferenza di apertura

76,15 - 76,30 Conferenza di apertura

76,30 - 76,45 Conferenza di apertura

76,45 - 77,00 Conferenza di apertura

77,00 - 77,15 Conferenza di apertura

77,15 - 77,30 Conferenza di apertura

77,30 - 77,45 Conferenza di apertura

77,45 - 78,00 Conferenza di apertura

78,00 - 78,15 Conferenza di apertura

78,15 - 78,30 Conferenza di apertura

78,30 - 78,45 Conferenza di apertura

78,45 - 79,00 Conferenza di apertura

79,00 - 79,15 Conferenza di apertura

79,15 - 79,30 Conferenza di apertura

79,30 - 79,45 Conferenza di apertura

79,45 - 80,00 Conferenza di apertura

80,00 - 80,15 Conferenza di apertura

80,15 - 80,30 Conferenza di apertura

80,30 - 80,45 Conferenza di apertura

80,45 - 81,00 Conferenza di apertura

81,00 - 81,15 Conferenza di apertura

81,15 - 81,30 Conferenza di apertura

81,30 - 81,45 Conferenza di apertura

81,45 - 82,00 Conferenza di apertura

82,00 - 82,15 Conferenza di apertura

82,15 - 82,30 Conferenza di apertura

82,30 - 82,45 Conferenza di apertura

82,45 - 83,00 Conferenza di apertura

83,00 - 83,15 Conferenza di apertura

83,15 - 83,30 Conferenza di apertura

83,30 - 83,45 Conferenza di apertura

83,45 - 84,00 Conferenza di apertura

84,00 - 84,15 Conferenza di apertura

84,15 - 84,30 Conferenza di apertura

84,30 - 84,45 Conferenza di apertura

84,45 - 85,00 Conferenza di apertura

85,00 - 85,15 Conferenza di apertura

85,15 - 85,30 Conferenza di apertura

85,30 - 85,45 Conferenza di apertura

85,45 - 86,00 Conferenza di apertura

86,00 - 86,15 Conferenza di apertura

86,15 - 86,30 Conferenza di apertura

86,30 - 86,45 Conferenza di apertura

86,45 - 87,00 Conferenza di apertura

87,00 - 87,15 Conferenza di apertura

87,15 - 87,30 Conferenza di apertura

87,30 - 87,45 Conferenza di apertura

87,45 - 88,00 Conferenza di apertura

88,00 - 88,15 Conferenza di apertura

88,15 - 88,30 Conferenza di apertura

88,30 - 88,45 Conferenza di apertura

88,45 - 89,00 Conferenza di apertura

89,00 - 89,15 Conferenza di apertura

89,15 - 89,30 Conferenza di apertura

89,30 - 89,45 Conferenza di apertura

89,45 - 90,00 Conferenza di apertura

90,00 - 90,15 Conferenza di apertura

90,15 - 90,30 Conferenza di apertura

90,30 - 90,45 Conferenza di apertura

90,45 - 91,00 Conferenza di apertura

91,00 - 91,15 Conferenza di apertura

91,15 - 91,30 Conferenza di apertura

91,30 - 91,45 Conferenza di apertura

91,45 - 92,00 Conferenza di apertura

92,00 - 92,15 Conferenza di apertura

92,15 - 92,30 Conferenza di apertura

92,30 - 92,45 Conferenza di apertura

92,45 - 93,00 Conferenza di apertura

93,00 - 93,15 Conferenza di apertura

93,15 - 93,30 Conferenza di apertura

93,30 - 93,45 Conferenza di apertura

93,45 - 94,00 Conferenza di apertura

94,00 - 94,15 Conferenza di apertura

94,15 - 94,30 Conferenza di apertura

94,30 - 94,45 Conferenza di apertura

94,45 - 95,00 Conferenza di apertura

95,00 - 95,15 Conferenza di apertura

95,15 - 95,30 Conferenza di apertura

95,30 - 95,45 Conferenza di apertura

95,45 - 96,00 Conferenza di apertura

96,00 - 96,15 Conferenza di apertura

96,15 - 96,30 Conferenza di apertura

96,30 - 96,45 Conferenza di apertura

96,45 - 97,00 Conferenza di apertura

97,00 - 97,15 Conferenza di apertura

97,15 - 97,30 Conferenza di apertura

97,30 - 97,45 Conferenza di apertura

97,45 - 98,00 Conferenza di apertura

98,00 - 98,15 Conferenza di apertura

98,15 - 98,30 Conferenza di apertura

98,30 - 98,45 Conferenza di apertura

98,45 - 99,00 Conferenza di apertura

99,00 - 99,15 Conferenza di apertura

99,15 - 99,30 Conferenza di apertura

99,30 - 99,45 Conferenza di apertura

99,45 - 100,00 Conferenza di apertura

Grazie per la vostra attenzione

Ing. Lorenzo Bari
Consorzio **POROTON**® Italia

Comportamento TERMICO



OIBA
ORDINE DEGLI INGEGNERI
della Provincia di Bari



ORDINE DEGLI ARCHITETTI, PIANIFICATORI, PAESAGGISTI
E CONSERVATORI DELLA PROVINCIA DI BARI

