

Elisa Di Giuseppe\*  
 Alfonsina A. Di Fusco\*\*  
 Rosario Gulino\*\*\*

# Prestazioni termiche di componenti edilizi per il database INNOVance

L'articolo presenta la metodologia per il calcolo di grandezze termiche di stratigrafie in laterizio, sviluppata per il database INNOVance, con i relativi risultati. Tali informazioni agevolano la valutazione delle prestazioni di diverse soluzioni tecniche

**KEYWORDS** INNOVance, Componenti Edilizi, Prestazioni Termiche, Trasmittanza Termica, Capacità Termica

Uno dei principali obiettivi del progetto di ricerca INNOVance [1], promosso dall'ANCE (Associazione Nazionale Costruttori Edili) e finanziato dal Ministero per lo Sviluppo Economico, è la creazione di un innovativo «database» unificato per l'edilizia, accessibile da tutti gli operatori del settore tramite un portale web [2,3]. Qui vengono raccolte tutte le informazioni sui prodotti da costruzione presenti sul mercato, utilizzando un linguaggio univoco e indicazioni standardizzate, pur se flessibili, contenute in apposite schede tecniche [4]. Il lavoro di denominazione e standardizzazione delle informazioni è stato sviluppato nel 2014, in linea con quanto previsto dalla normativa tecnica nazionale di riferimento [5], con un tavolo tecnico UNI, che ha visto la partecipazione, tra gli altri, di diverse Associazioni e Federazioni di Categoria dei fabbricanti di prodotti e materiali per l'edilizia, tra cui l'ANDIL. Le schede offrono a tutti gli operatori la possibilità di valutazione delle prestazioni di diverse

soluzioni tecniche. Tra le informazioni specificate rientrano le proprietà termofisiche che definiscono la prestazione termica degli «elementi in opera», dei «prodotti da costruzione» o dei «sistemi assemblati», utili ad essere impiegate in successivi protocolli operativi dedicati all'analisi di efficienza energetica [6]. Nel presente articolo sono sintetizzati la metodologia ed i risultati relativi al calcolo delle grandezze termiche di tipo stazionario e dinamico di componenti edilizi proposti dall'ANDIL e inseriti nel database INNOVance: murature in laterizio, portanti – armate ed ordinarie – e di tamponamento, monostrato e multistrato, e soluzioni di orizzontamenti (piani ed inclinati) con solai in laterocemento.

## Metodologia di calcolo delle grandezze termiche di tipo statico e dinamico

Il calcolo delle grandezze termiche di tipo stazionario e dinamico delle stratigrafie in laterizio (tab.1), ai fini dell'inseri-

## Thermal performance of building components for INNOVance database

**KEYWORDS** INNOVance, Building Components, Thermal Performance, Thermal Transmittance, Thermal Capacity

The INNOVance database collects all the information about construction products on the market, using an unique and standardized language contained in special sheets. These pieces of informations facilitate the assessment of the performances of different technical solutions. Among them, there are the thermal properties featuring the stratigraphies of the building envelope, useful to be used in subsequent operational protocols dedicated to the evaluation of building energy efficiency. This paper presents the methodology and results of the calculation of steady

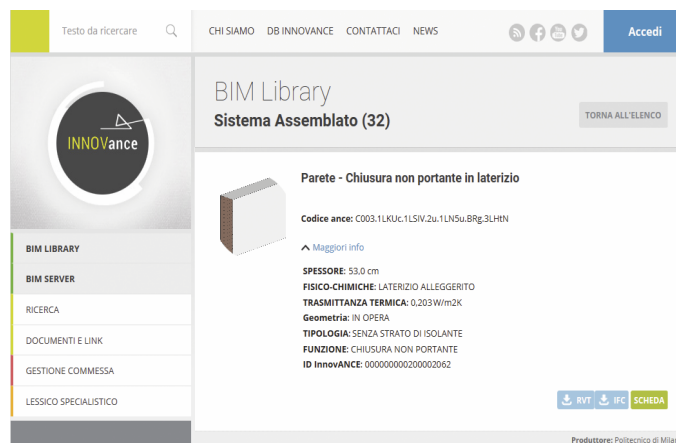
state and dynamic thermal properties of brick building components. The results obtained show that the chosen technical solutions have a very high thermal performance, both from the point of view of the energy saving in the winter phase (they have a very low thermal transmittance), and from that of comfort in summer phase. With regard to this aspect, their very low periodic thermal transmittance value highlights the ineffectiveness of the regulatory limit for this parameter and the need to use a parameter which is more indicative of the actual performance in summer.

Grandezze termiche calcolate	Unità di misura
Trasmittanza termica	W/m²K
Resistenza termica	m²K/W
Trasmittanza termica periodica	W/m²K
Sfasamento della trasmittanza termica periodica	h
Ammettenza termica lato interno	W/m²K
Sfasamento della Ammettenza termica lato interno	h
Ammettenza termica lato esterno	W/m²K
Sfasamento della Ammettenza termica lato esterno	h
Capacità termica areica lato interno	kJ/m²K
Capacità termica areica lato esterno	kJ/m²K

Tabella 1. Grandezze termiche di tipo statico e dinamico delle stratigrafie in laterizio, calcolate secondo la metodologia delle norme UNI EN ISO 13786:2008 e UNI EN ISO 6946:2008.

mento nelle schede tecniche del progetto INNOVance secondo la metodologia delle norme UNI EN ISO 13786:2008 [7] e UNI EN ISO 6946:2008 [8], è stata implementata in un foglio di calcolo.

Come oggetto di analisi, si è deciso di selezionare, ove possibile, stratigrafie di involucro con trasmittanze termiche stazionarie inferiori del 20% rispetto al limite allora imposto dal D.Lgs. 311/2006 per la zona climatica F, la più fredda in Italia. In tal modo, il database INNOVance, pur compilato nel 2014, prefigurava valori più restrittivi che si prevedeva po-

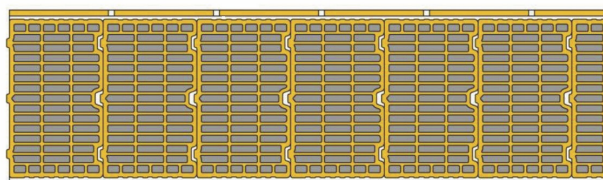


1. Piattaforma INNOVance: BIM Library, sistema assemblato scheda "Parete - Chiusura non portante in laterizio" (corrispondente alla stratigrafia n. 1 della tabella 2).

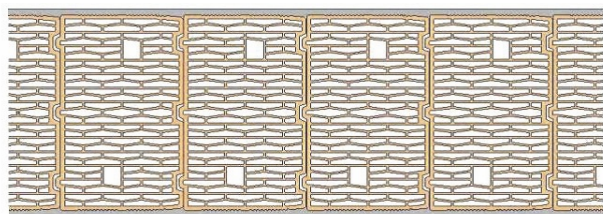
tessero essere adottati con l'emanazione dei decreti attuativi della Legge 90/2013, in particolare dal D.M. 26/06/2015 [9], per il contenimento dei consumi energetici in fase invernale<sup>1</sup>. Il raggiungimento di tale requisito, è stato ottenuto con molteplici combinazioni tra prodotti in laterizio ed altri materiali ed è reso possibile oltre che da sistemi integrati (con isolanti, intonaci termici, ecc.) anche dall'inevitabile evoluzione che tali materiali hanno avuto nell'ultimo decennio (nuove geometrie, impasti maggiormente performanti, ecc.).

N°	Sistemi di involucro opaco verticale esterno	U	Y	k1
1	Tamponamento monostrato multincastro a setti sottili e malta termica	0.203	0.001	40.79
2	Muratura portante per zona sismica ad elevato isolamento	0.229	0.001	43.80
3	Tamponamento monostrato con blocchi a incastro a setti sottili e malta termica	0.236	0.004	36.09
4	Tamponamento monostrato con blocchi ad incastro a setti sottili	0.225	0.002	42.12
5	Muratura portante con blocchi a incastro con tasca di malta	0.277	0.003	26.72
6	Muratura armata con isolante e paramento interno con tramezze a fori verticali e setti preincisi	0.223	0.005	47.60
7	Tamponamento monostrato con cappotto	0.205	0.004	41.08
8	Muratura portante monostrato ordinaria	0.289	0.003	21.08
9	Muratura portante armata pluristrato	0.236	0.011	48.18
10	Muratura portante armata con cappotto	0.235	0.012	47.70
14	Tamponamento monostrato con blocchi a incastro a setti sottili (fori riempiti con EPS)	0.175	0.001	35.41
15	Tamponamento monostrato con blocchi a incastro a setti sottili	0.244	0.003	37.61
16	Tamponamento monostrato con blocchi rettificati con isolante integrato e listelli faccia a vista	0.201	0.002	35.33
17	Tamponamento monostrato con blocchi con inserti in EPS	0.214	0.005	34.11
18	Muratura portante monostrato ad alte prestazioni termiche con isolante integrato	0.243	0.003	42.23
19	Tamponamento monostrato con intonaco termoisolante	0.233	0.003	37.41
20	Tamponamento pluristrato con forati e mattone faccia a vista	0.217	0.010	41.20
21	Muratura portante ordinaria pluristrato facciavista	0.213	0.009	46.91
22	Muratura termo-acustica con paramento in mattoni faccia a vista estrusi	0.232	0.019	41.24
23	Muratura termo-acustica con paramento in mattoni faccia a vista pieni	0.237	0.018	41.46
24	Tamponamento monostrato in blocchi rettificati	0.202	0.002	37.83
25	Muratura portante in blocchi rettificati e cappotto esterno	0.176	0.003	41.94
26	Muratura monostrato portante	0.259	0.003	40.75

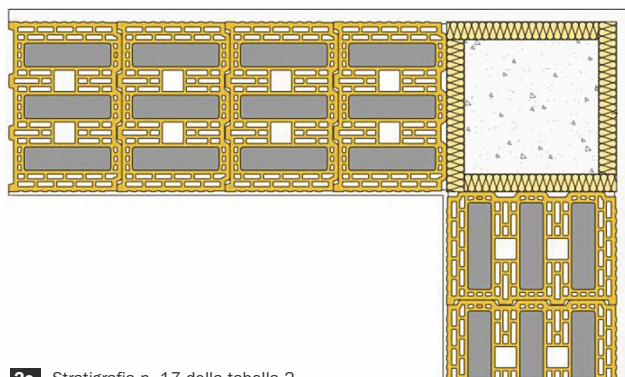
Tabella 2. Stratigrafie di involucro opaco verticale esterno (pareti esterne) oggetto di calcolo e valori calcolati di trasmittanza termica stazionaria (U) e periodica (Y) e capacità termica areica lato interno (k1).



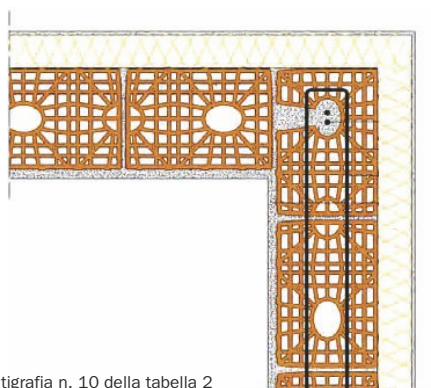
**2a** Stratigrafia n. 16 della tabella 2



**2b** Stratigrafia n. 15 della tabella 2

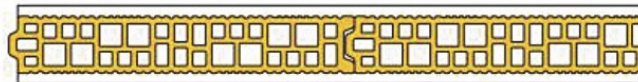


**2c** Stratigrafia n. 17 della tabella 2

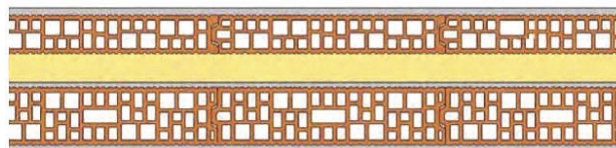


**2d** Stratigrafia n. 10 della tabella 2

2. Esempi di stratigrafie di pareti esterne in laterizio costituite da: blocchi rettificati con isolante integrato (2a); blocchi in laterizio a fori verticali a incastro a setti sottili (2b); blocchi con inserti isolanti (2c); muratura strutturale armata (2d).



**3a**



**3b**

3. Esempi di stratigrafie di divisori in laterizio: tramezza a fori verticali con giunti ad incastro (3a) e muratura pluristrato con tramezze preincise a incastro per divisori tra unità abitative (3b).

### Panoramica delle soluzioni costruttive selezionate

Nell'ambito del tavolo di lavoro "INNOVance efficienza energetica" sono state selezionate alcune stratigrafie in laterizio (definite "sistemi assemblati"), alle quali corrispondono specifici prodotti in laterizio (definiti "prodotti da costruzione") le cui schede tecniche sono state appositamente compilate dalle aziende produttrici e caricate nella banca dati (BIM Library) di INNOVance attraverso la piattaforma web (fig. 1).

#### Stratigrafie di involucro opaco verticale esterno (pareti esterne).

Per quel che concerne le pareti esterne, le soluzioni in laterizio analizzate sono classificabili secondo diverse modalità. La principale distinzione riguarda murature portanti o di tamponamento. Entrambe le soluzioni possono essere poi monostrato (un unico blocco in laterizio, dello spessore della parete, che assolve contemporaneamente ai requisiti strutturali, termici e acustici) o pluristrato (costituite da più strati funzionali). Tra le murature portanti, alcune possono essere armate, altre ordinarie (senza armatura integrata). In figura 2 sono rappresentati alcuni esempi di stratigrafie di pareti esterne analizzate. L'elenco delle stratigrafie, comprensive dei valori calcolati di trasmittanza termica stazionaria e periodica e di capacità termica areica lato interno, sono riportate in tabella 2.

#### Stratigrafie di involucro opaco orizzontale (solai piani e inclinati).

Nell'ambito degli orizzontamenti, le soluzioni in laterizio si riscontrano nei blocchi per il sistema solaio, negli elementi di copertura (coppi o tegole) e negli elementi per pavimentazione (pianelle). Le stratigrafie di orizzontamento oggetto di analisi, comprensive dei valori calcolati di trasmittanza termica stazionaria e periodica e di capacità termica areica lato interno, sono riportate in tabella 3.

#### Stratigrafie di involucro opaco verticale interno (divisori).

Le soluzioni in laterizio sono quelle più comunemente utiliz-

N°	Sistemi di involucro opaco orizzontale	U	Y	k <sub>1</sub>
1	Copertura a falde in laterizio con solaio in latero-cemento e alloggio per tegole solari	0.232	0.045	68.16
2	Copertura ventilata con solaio in latero-cemento e tegole piane fotovoltaiche	0.199	0.879	76.70
3	Copertura piana praticabile con solaio in latero-cemento	0.208	0.025	67.17
4	Solaio interpiano tra diverse U.I. in pannelli prefabbricati precompressi in latero-cemento	0.372	0.035	63.65
5	Solaio interpiano bidirezionale nell'ambito della stessa U.I.	0.929	0.159	67.59
6	Solaio controterra con casseri a perdere	0.243	0.018	44.36
7	Solaio in latero-cemento verso ambiente interno non riscaldato	0.224	0.022	53.80
8	Solaio interpiano tra diverse U.I. in latero-cemento	0.447	0.051	68.60

Tabella 3. Stratigrafie di involucro opaco orizzontale (solai) oggetto di calcolo e valori calcolati di trasmittanza termica stazionaria (U) e periodica (Y) e capacità termica areica lato interno (k<sub>1</sub>).

parametri	simbolo	unità di misura	valore
nome del componente		[-]	1
tipologia componente		[-]	Parete Esterna
periodo delle variazioni termiche	T	[h]	24
periodo delle variazioni termiche	T	[s]	86400
frequenza angolare	ω	[rad/s]	7.27221E-05
resistenza termica superficiale interna	R <sub>si</sub>	[m <sup>2</sup> K/W]	0.13
resistenza termica superficiale esterna	R <sub>se</sub>	[m <sup>2</sup> K/W]	0.04

Input	
Output	

strato	materiale	strato d'aria	resistenza termica equivalente	materiale			
				spessore	conducibilità termica	densità	calore specifico
				[m]	[W/mK]	[kg/m <sup>3</sup> ]	[J/kgK]
R <sub>si</sub>	resistenza termica superficiale interna						
1	Intonaco Interno			0.015	0.900	1800	1000
2	Blocco incastro 50x25x19 con malta termica			0.500	0.106	700	1000
3	Intonaco Esterno			0.015	0.900	1800	1000
R <sub>se</sub>	resistenza termica superficiale esterna						
				0.530			

Parametri analisi stazionaria	simbolo	unità di misura	valore
massa superficiale	M <sub>s</sub>	[kg/m <sup>2</sup> ]	404.000
resistenza termica	R <sub>t</sub>	[m <sup>2</sup> K/W]	4.920
trasmittanza	U	[W/m <sup>2</sup> K]	0.203
conduttanza del componente	C	[W/m <sup>2</sup> K]	0.211
capacità termica areica	C <sub>ra</sub>	[kJ/m <sup>2</sup> K]	404.000
costante di tempo	τ	[h]	552.169

Parametri analisi dinamica (simusoidale)	simbolo	unità di misura	valore (modulo)
trasmittanza termica periodica	Y <sub>te</sub>	[W/m <sup>2</sup> K]	0.001
ammettenza termica lato interno	Y <sub>ti</sub>	[W/m <sup>2</sup> K] , [h]	2.965
sfasamento della ammettenza termica lato interno	Δt <sub>ti1</sub>	[h]	2.900
ammettenza termica lato esterno	Y <sub>te</sub>	[W/m <sup>2</sup> K] , [h]	3.586
sfasamento della ammettenza termica lato interno	Δt <sub>ti2</sub>	[h]	3.755
fattore di decremento (attenuazione)	f	[-]	0.007
sfasamento della trasmittanza termica periodica	Δt <sub>t</sub>	[h]	-4.762
fattore superficiale	F	[-]	0.768
sfasamento del fattore superficiale	Δt <sub>f</sub> (CIBSE Guide A)	[h]	-1.348
capacità termica areica lato interno	k <sub>1</sub>	[kJ/m <sup>2</sup> K]	40.786
capacità termica areica lato esterno	k <sub>2</sub>	[kJ/m <sup>2</sup> K]	49.316

4. Foglio di calcolo sviluppato sulla base della metodologia di calcolo delle norme UNI EN ISO 13786:2008 e UNI EN ISO 6946:2008, riportante i valori delle grandezze termiche di tipo statico e dinamico ottenuti per una stratigrafia tipo (tamponamento monostrato multincastro a setti sottili e malta termica, corrispondente alla stratigrafia n. 1 della tabella 2).

zate come divisori, all'interno di una stessa unità immobiliare, sia come pareti di separazione tra unità immobiliari distinte, per la loro economia, semplicità di posa, prestazione termica ed acustica. Le stratigrafie analizzate nell'ambito del progetto sono state: una parete di tramezze a fori verticali con giunti ad incastro ed una parete pluristrato con tramezze preincise a

incastro per divisori tra unità abitative. In figura 3 sono rappresentate le stratigrafie di divisori analizzate.

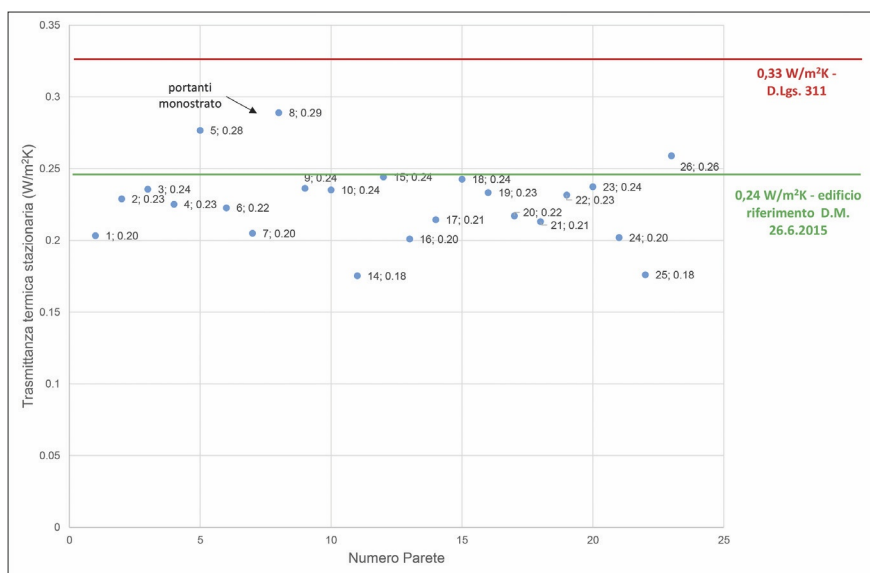
### Sintesi dei risultati ottenuti sulle soluzioni proposte

A titolo esemplificativo, in figura 4, è riportato il foglio di calcolo con i valori delle grandezze termiche di tipo statico e dinamico ottenuti per una stratigrafia tipo (tamponamento monostrato multincastro a setti sottili e malta termica, corrispondente alla stratigrafia n. 1 della tabella 2). Nella parte superiore della tabella (celle di colore giallo), è riportato l'elenco dei materiali componenti le soluzioni costruttive con indicati i dati di ingresso necessari per il calcolo (spessore, conducibilità termica del materiale o resistenza termica dell'intero strato, densità, calore specifico). Nella parte inferiore delle tabelle sono riportati i risultati del calcolo (celle di colore verde).

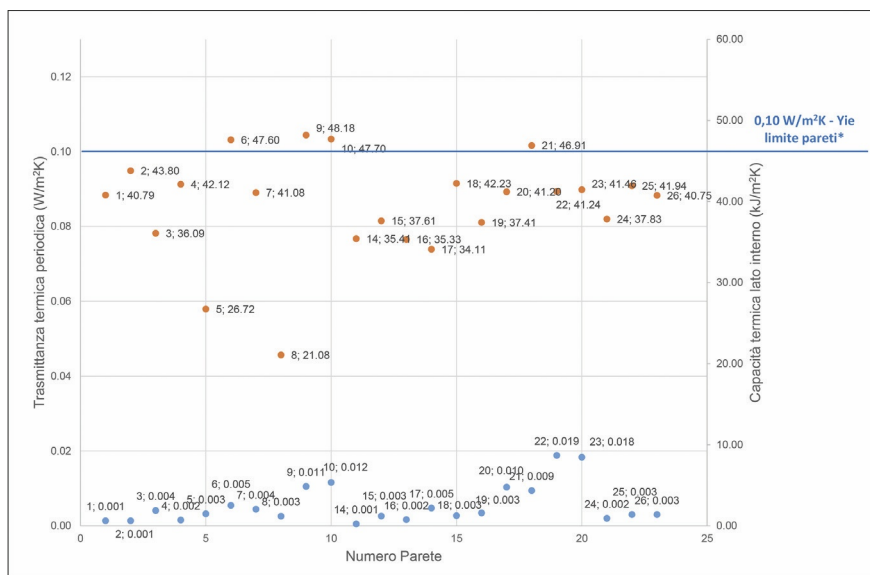
### Stratigrafie di involucro opaco verticale esterno (pareti esterne).

Data la numerosità dei casi di parete esterna analizzati, i grafici in figura 5 e figura 6 riportano sinteticamente i soli valori di trasmittanza termica stazionaria, trasmittanza termica periodica, capacità termica areica lato interno ottenuti per le stratigrafie (alcune delle grandezze da compilare nelle schede "sistema assemblato" di INNOVance), a confronto con i limiti normativi del periodo in cui è stata effettuata la valutazione (quelli del D.Lgs. 311/06), e quelli attuali per l'"edificio di riferimento"<sup>2</sup> (D.M. 26.6.2015 [9]) nella zona climatica F.





5. Trasmittanza termica stazionaria delle pareti esterne analizzate, a confronto con il valore limite per la zona F del D.Lgs. 311/2006 e il valore dell'edificio di riferimento del D.M. 26.6.2015.



6. Trasmittanza termica periodica (in blu) e capacità termica areica lato interno (in arancione) delle pareti esterne analizzate, a confronto con il limite normativo indicato dal D.M. 26.6.2015 e la precedente prescrizione inerente il D.Lgs. 311/2006.

Dal grafico in figura 5 appare evidente che, mentre tutte le soluzioni costruttive rispettano il limite di trasmittanza termica stazionaria imposto dal D.Lgs. 311/06 per la zona climatica F (la più fredda), quasi tutte rispettano comunque i valori attualmente definiti dal D.M. 26.6.2015 per l'edificio di riferimento. Le uniche eccezioni sono costituite da pareti portanti monostrato, che peraltro si attestano a valori di trasmittanza comunque molto bassi, attorno a 0.26–0.29 W/m<sup>2</sup>K.

Il grafico in figura 6 rappresenta invece i valori assunti dalla trasmittanza termica periodica e dalla capacità termica areica lato interno. Si può osservare come la prima sia per tutte le soluzioni costruttive analizzate molto bassa, per alcune addirittura inferiore di due ordini di grandezza rispetto al limite normativo indicato dal D.M. 26.6.2015 (0.10 W/m<sup>2</sup>K, per le pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord-nord-est, per tutte le zone climatiche ad esclusione della F; nelle località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza

sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, sia maggiore o uguale a 290 W/m<sup>2</sup>)<sup>3</sup>. I valori di capacità termica areica lato interno<sup>4</sup>, calcolata secondo la UNI EN ISO 13786:2008, sono per 14 stratigrafie superiori a 40 kJ/m<sup>2</sup>K con un picco di 48 kJ/m<sup>2</sup>K, con andamento simile ai valori di trasmittanza termica periodica.

**Stratigrafie di involucro opaco orizzontale (solai piani e inclinati).** Per quanto riguarda gli orizzontamenti, dato il numero più esiguo e la distinzione funzionale tra essi, cui è legata una differenziazione di valore trasmittanza termica stazionaria limite in relazione alla situazione di confine, non si riportano grafici d'insieme. Si evidenzia che le soluzioni analizzate, rispettando ampiamente i valori limite di trasmittanza termica stazionaria imposti dal D.Lgs. 311/2006 per la zona climatica F (la più fredda), si collocano, salvo due casi in cui sono leggermente superati, al di sotto anche dei valori definiti dal D.M. 26.6.2015 per l'edificio di riferimento (tab.4). Si ricorda tuttavia che nel caso dei solai la prestazione termica stazionaria è quasi interamente fornita dallo strato isolante, per cui è sufficiente incrementare questo per ottenere facilmente i requisiti richiesti.

**Stratigrafie di involucro opaco verticale interno (divisori).** Per quanto riguarda i divisori, la soluzione tra unità abitative U.I. riscaldate adiacenti ha trasmittanza termica

stazionaria pari a 0.354 W/m<sup>2</sup>K e pertanto di gran lunga inferiore rispetto al limite normativo (0.8 W/m<sup>2</sup>K) per l'edificio di riferimento di cui al D.M. 26.6.2015.

## Conclusioni

L'articolo propone i risultati della valutazione delle principali grandezze termiche stazionarie e dinamiche sulle stratigrafie in laterizio studiate nell'ambito del tavolo di lavoro "INNOVance efficienza energetica". I risultati ottenuti mostrano che le soluzioni tecniche scelte sono estremamente performanti dal punto di vista del contenimento dei consumi energetici in fase invernale (risultato ottenuto grazie alla bassissima trasmittanza termica stazionaria). Per quanto riguarda l'efficienza energetica in fase estiva, il parametro principale individuato dal normatore anche nel D.M. 26.6.2015 è la trasmittanza termica periodica. In questo senso, tutte le stratigrafie analizzate, in particolare le pareti esterne, mostrano una prestazione "ecce-

Tipologia di orizzontamento	Limite normativo trasmittanza (D.Lgs 311/2006) zona F (W/m <sup>2</sup> K)	Trasmittanza edificio di riferimento (Cap. 1, App. A, All. 1, D.M. 26.6.2015) zona F (W/m <sup>2</sup> K)
Solaio di copertura	0.29	0.20
Solaio interpiano tra due U.I. riscaldate	0.80	0.80
Solaio verso l'esterno o ambiente non riscaldato	0.32	0.24

Tabella 4. Valori limite di trasmittanza termica stazionaria per gli orizzontamenti nella zona climatica F. Confronto tra valori del D.Lgs 311/2006 e valori dell'edificio di riferimento (Cap. 1 Appendice A, Allegato 1 del D.M. 26.6.2015).

zionale”, con valori fino a due ordini di grandezza inferiori rispetto al valore limite, tanto da evidenziare come quest’ultimo sia di fatto poco significativo, e legato alla concezione di involucri edilizi leggeri e “super-isolati”.

Tuttavia la letteratura mostra come la realizzazione di involucri con bassa inerzia termica e ad alto isolamento in contesti climatici caldi e temperati rischia di acuire le problematiche legate allo smaltimento estivo dei carichi interni e solari, generando gravi fenomeni di surriscaldamento degli ambienti [10,11,12]. Affidare la qualità estiva degli edifici alla sola trasmittanza periodica, avendo come ragguaglio i valori dell’edificio di riferimento, fa sì che qualsiasi involucro, dovendo rispettare i nuovi limiti di trasmittanza stazionaria, sarà considerato efficace ai fini normativo anche per il problema estivo. Nell’ambito della recente evoluzione del quadro normativo sull’efficienza energetica degli edifici, in un Paese come l’Italia, ci si sarebbe aspettati una maggiore attenzione del normatore verso il comfort abitativo interno in fase estiva, attraverso l’utilizzo di indicatori o metodi di calcolo ad hoc e realmente significativi. Il recente D.M. 21/12/2015 [13] sui Criteri Ambientali Minimi per gli edifici della Pubblica Amministrazione introduce una interessante novità in questa direzione. Al paragrafo 2.3.2 esso impone, ai progetti di nuova costruzione e per alcune categorie di intervento di ristrutturazione e ampliamento<sup>5</sup>, che la capacità termica areica interna periodica debba avere un valore di almeno 40 kJ/m<sup>2</sup>K (valore ampiamente superato dalle stratigrafie in laterizio valutate in questo studio, come mostrato). Un parametro quale la capacità termica areica interna periodica, pur calcolabile in modo semplice con la norma UNI EN ISO 13786:2008, sarebbe quindi in grado di descrivere più efficacemente il comportamento dinamico dell’involucro, come documentato anche in precedenti studi [14,15]. Le stratigrafie analizzate nel presente lavoro sono state utilizzate per realizzare un lavoro di analisi del DM “Requisiti Minimi” attraverso un caso studio di edificio in laterizio, che è risultato essere un edificio ad energia quasi zero (nZEB) in classe A4 [16,17]. ¶

\* Elisa Di Giuseppe  
PhD, Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Architettura,  
Università Politecnica delle Marche  
\*\* Alfonsina A. Di Fusco  
Ingegnere, ANDIL  
\*\*\* Rosario Gulino  
Ingegnere, ANDIL

#### Note

1. I nuovi decreti del 26 giugno 2015 sull’efficienza energetica in edilizia di attuazione della Legge 90/13 sono stati pubblicati nella Gazzetta Ufficiale n. 162 del 15 luglio 2015. I tre decreti vanno a chiudere il recepimento della Direttiva 31/2010/UE iniziato con il Decreto Legge 63/2013 convertito in Legge con la Legge 90/13.
2. Si ricorda che il decreto “requisiti minimi”, nel caso di interventi di nuova costruzione e di ristrutturazione di primo livello, non impone dei limiti di trasmittanza dell’involucro, ma il calcolo dell’indice di prestazione energetica dell’edificio di progetto a confronto con un “edificio di riferimento”, ovvero un edificio identico a quello di progetto in termini di geometria, orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d’uso e situazione al contorno e avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati, tra cui determinati valori di trasmittanza termica dell’involucro (Appendice A). Nel caso di interventi di ristrutturazione e di riqualificazione energetica è richiesto il rispetto dei limiti di trasmittanza riportati all’Appendice B.
3. Si ricorda che in alternativa la normativa prescrive la verifica che il valore della massa superficiale  $M_s$ , di cui al comma 29 dell’allegato A, sia superiore a 230 kg/m<sup>2</sup>.
4. Parametro che descrive il comportamento dinamico dell’involucro, considerando la profondità di penetrazione del flusso termico dall’interno.
5. Ristrutturazione integrale degli elementi edilizi costituenti l’involucro di edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 metri quadrati, demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 metri quadrati, ampliamenti superiori al 20% del volume riscaldato.

#### Bibliografia

- [1] <http://innovance.it>
- [2] A. Pavan, F. Re Cecconi, S. Maltese, E. Oliveri, G. Aracri, M.T. Guaglianone, La scheda prodotti interattiva di INNOVance, Costruire in Laterizio 155 (2013) 60-63.
- [3] A. Pavan, B. Daniotti, F. Re Cecconi, S. Lupica Spagnolo, D. Pasini, M.A. Chiozzi, INNOVance: la prima piattaforma nazionale BIM per le costruzioni, Costruire in Laterizio 167 (2016) pagg. 68-73.
- [4] A. Pavan, F. Re Cecconi, S. Maltese, E. Oliveri, G. Aracri, M.T. Guaglianone, La denominazione dei prodotti da costruzione in INNOVance, Costruire in Laterizio 156, pagg. 58-62, 2013.
- [5] UNI 11337:2009 Edilizia e opere di ingegneria civile. Criteri di codificazione di opere e prodotti da costruzione, attività e risorse. Identificazione, descrizione e interoperabilità.
- [6] A. Osello, M. Del Giudice, N. Rapetti, Il BIM per la gestione dei dati alla scala edilizia ed urbana, Costruire in Laterizio 167 (2016) pagg 74 - 79.
- [7] UNI EN ISO 13786:2008 Prestazione termica dei componenti per l’edilizia - Caratteristiche termiche dinamiche - Metodi di calcolo
- [8] UNI EN ISO 6946:2008 Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo
- [9] Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015 - “Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici”.
- [10] D’Orazio M, Di Perna C, Di Giuseppe E. The effects of roof covering on the thermal performance of highly insulated roofs in Mediterranean climates. Energy Build. Elsevier B.V.; ottobre 2010;42(10):1619-27.
- [11] Stazi F, Nicoletti C, Di Perna C, Stazi A. Contenere...il caldo. Modulo. 2006
- [12] Di Giuseppe E. Nearly Zero Energy Buildings and Proliferation of Micro-organisms : A Current Issue for Highly Insulated and Airtight Building Envelopes. Springer International Publishing; 2013.
- [13] Decreto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 24 dicembre 2015 - “Adozione dei criteri ambientali minimi per l’affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici per la gestione dei cantieri della pubblica amministrazione e criteri ambientali minimi per le forniture di ausili per l’incontinenza”.
- [14] C. Di Perna, F. Stazi, A. Ursini Casalena, A. Stazi, Massa e comfort: necessità di una adeguata capacità termica areica interna periodica, Costruire in Laterizio 126 (2008) 52-59.
- [15] C. Di Perna, F. Stazi, A. Ursini Casalena, M. D’Orazio, Influence of the internal inertia of the building envelope on summertime comfort in buildings with high internal heat loads, Energy and Buildings 43 (2011) 200-206.
- [16] C. Di Perna, L. Fantini, La casa nZEB: una proposta per il clima mediterraneo, Costruire in Laterizio 159 (2014) 46-50.
- [17] C. Di Perna, A. Romagnoli, G. Ulpiani, I nuovi “Requisiti Minimi” per l’efficienza energetica degli edifici, Costruire in Laterizio 166 (2016) 62-67.