

# LA MASSA fa risparmio energetico

di Costanzo Di Perna<sup>(1)</sup>, Serena Summa<sup>(2)</sup>, Giada Remia<sup>(3)</sup>

**È stata valutata l'incidenza della massa degli elementi costruttivi sul fabbisogno di energia invernale ed estivo mediante l'utilizzo del metodo di calcolo dinamico proposto dalla UNI EN ISO 52016-1:2018**

**Q**uesto articolo espone i risultati ottenuti utilizzando il metodo di calcolo dinamico orario della norma UNI EN ISO 52016-1:2018<sup>[1]</sup>. Con tale metodologia si sono calcolati i fabbisogni di energia utile al variare dei parametri termo-fisici caratterizzanti l'involucro edilizio, come la trasmittanza termica, la massa superficiale, la trasmittanza termica periodica, lo sfasamento e la capacità termica interna areica.

Tutte le stratigrafie proposte in questo caso studio, al fine di poter usufruire degli attuali incentivi fiscali (Superbonus 110%, di cui al DL Rilancio<sup>[2]</sup>), sono state progettate rispettando i valori di trasmittanza termica  $U$  ( $W/m^2K$ ) dichiarati nell'allegato E, Tab.1 del Decreto 6 agosto 2020<sup>[3]</sup>.

L'obiettivo è quello di individuare come i parametri prescrittivi sopra citati influiscono nella valutazione del fabbisogno invernale ed estivo degli edifici; inoltre si vuole valutare se tale metodologia è in grado di fornire indi-

cazioni precise per una analisi professionale dell'edificio.

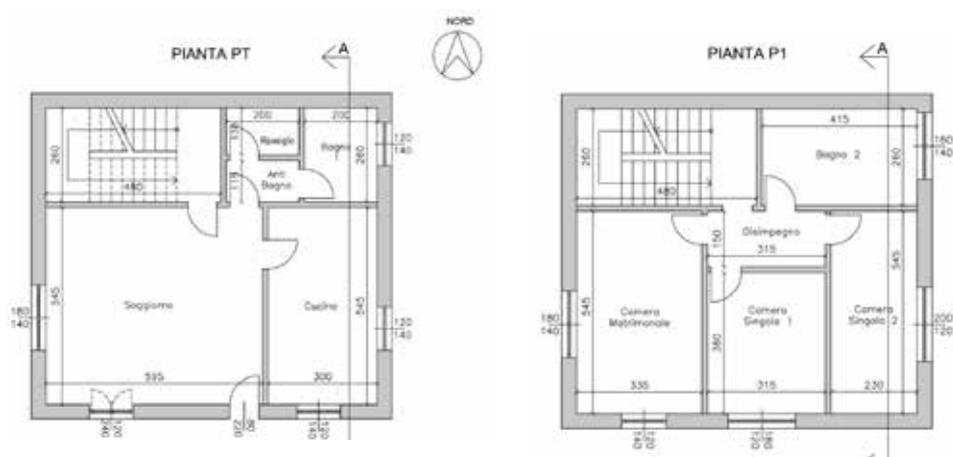
## Il caso di una villa unifamigliare

Il caso studio riguarda un intervento di demolizione e ricostruzione di una villa unifamiliare costituita da due piani con un locale di sottotetto non riscaldato. L'area e il volume riscaldato al netto dei divisori risulta essere rispettivamente pari a  $117m^2$  e  $316m^3$ . Le località considerate e le rispettive zone climatiche definite dal DPR 412/1993<sup>[5]</sup> sono: Milano, zona climatica E, Roma, zona climatica D, e Palermo, zona climatica B. Per il calcolo dei fabbisogni di energia utile, l'impianto è stato considerato a potenza infinita, sempre in grado quindi di fornire la potenza necessaria per il raggiungimento della temperatura di *set-point*.

Per ogni località considerata sono state eseguite una serie di simulazioni in cui di volta in volta si sono andate a variare le 33 strutture opache verticali, mantenendo invece costanti le strutture inter-

Zona Climatica	Strutture Verticali Opache		Coperture		Pavimenti		Serramenti	
	Requisiti Minimi	DEE	Requisiti Minimi	DEE	Requisiti Minimi	DEE	Requisiti Minimi	DEE
A	0,40	0,38	0,32	0,27	0,42	0,40	3,00	2,60
B	0,40	0,38	0,32	0,27	0,42	0,40	3,00	2,60
C	0,36	0,30	0,32	0,27	0,38	0,30	2,00	1,75
D	0,32	0,26	0,26	0,22	0,32	0,28	1,80	1,67
E	0,28	0,23	0,24	0,20	0,29	0,25	1,40	1,30
F	0,26	0,22	0,22	0,19	0,28	0,23	1,00	1,00

**Tabella 1:** Valori massimi di trasmittanza termica secondo il Decreto attuativo "Requisiti ecobonus" (DEE) per l'applicazione del Superbonus 110%; confronto con valori del DM "Requisiti Minimi"<sup>[4]</sup>.



## L'intervento di demolizione e ricostruzione ha rispettato i vincoli normativi per poter usufruire degli incentivi fiscali del DL Rilancio (Superbonus 110%) ai fini della riqualificazione energetica

Figura 1: Planimetrie piano terra e primo piano, Sezione A-A'.

ne, il solaio contro-terra, la copertura e le superfici vetrate. Sono state considerate le seguenti tipologie di involucro verticale opaco:

- muratura monostrato in termo-laterizio, con o senza isolante diffuso;
- stratigrafia pluristrato con muratura in laterizio, isolante in intercapedine e paramento esterno in mattoni faccia a vista;
- stratigrafia pluristrato con muratura in laterizio e isolante esterno a cappotto;
- pareti leggere in fibrogesso.

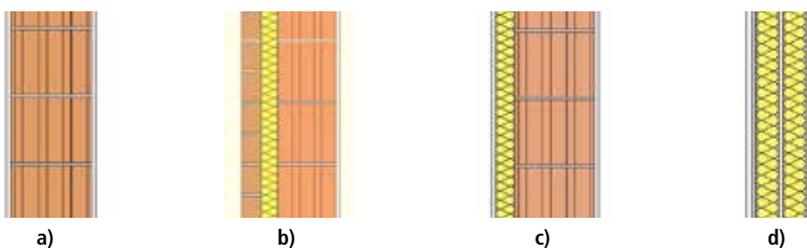


Figura 2: Tipologie di involucri verticali utilizzati. Da sinistra a destra: muratura in termo-laterizio (con o senza isolante interno diffuso), parete con isolante in intercapedine e mattoni facci a vista, parete con isolante esterno, parete leggera con struttura portante in acciaio.

Per il periodo invernale la temperatura di *set-point* è stata fissata a 20°C, mentre per il periodo estivo a 26°C. L'accensione intermittente dell'impianto di riscaldamento rispetta i limiti ri-

	Fabbisogno di energia utile per il riscaldamento			Fabbisogno di energia utile per il raffrescamento		
	Milano	Roma	Palermo	Milano	Roma	Palermo
<b>U</b> [W/m <sup>2</sup> k]	0,973	0,972	0,963	0,869	0,862	0,163
<b>M<sub>s</sub></b> [kg/m <sup>2</sup> ]	0,276	0,235	0,483	0,131	0,109	0,229
<b>Y<sub>ie</sub></b> [W/m <sup>2</sup> k]	0,132	0,197	0,389	0,234	0,126	0,347
<b>φ</b> [h]	0,084	0,165	0,273	0,303	0,051	0,347
<b>ki</b> [kJ/m <sup>2</sup> k]	0,018	0,302	0,011	0,022	0,143	0,195

**Tabella 2:** Indici di correlazione per Milano, Roma, Palermo. Tali indici permettono di definire i parametri più influenti nel calcolo dei fabbisogni di energia utile.

portati nel DPR 412/1993 in funzione della diversa zona climatica mentre l'accensione dell'impianto di raffrescamento avviene ogniqualvolta la temperatura operativa interna risulta essere superiore a quella di set-point.

### Analisi statistica dell'incidenza dei parametri prescrittivi

Al fine di determinare l'incidenza sui fabbisogni di energia utile di ogni parametro utilizzato è stata applicata la tecnica statistica della correlazione.

Osservando i risultati riportati in tabella 2, è possibile affermare che il pa-

rametro più influente nel calcolo dei fabbisogni invernali ed estivi con la UNI EN ISO 52016-1 è la trasmittanza termica, seguita da massa superficiale e trasmittanza termica periodica. Nello specifico, per il periodo invernale il secondo parametro più influente risulta essere la massa superficiale seguita dalla trasmittanza termica periodica, viceversa avviene per periodo estivo (sebbene con bassissimo scarto).

### Strutture massive o strutture leggere?

Mantenendo costante la trasmittanza termica a 0.208 W/m<sup>2</sup>K, sono state

progettate quattro tipologie di strutture opache verticali, con valori di massa superficiale e trasmittanza termica periodica variabili (Tabella 3). Le pareti 1 e 2 risultano essere massive, mentre le pareti 3 e 4, leggere.

Dalla tabella 3 è possibile notare come la diminuzione della massa superficiale incida negativamente sui fabbisogni totali per tutte le località del caso studio. Condizione dimostrata anche dall'andamento nel grafico di figura 3, dove è chiaramente riscontrabile come una massa superficiale elevata consenta la riduzione del fabbisogno di ener-

n	Trasmittanza termica	Massa superficiale	Trasmittanza termica periodica	Fabbisogno totale (Milano)	Fabbisogno totale (Roma)	Fabbisogno totale (Palermo)
-	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[W/(m <sup>2</sup> K)]	[kWh]	[kWh]	[kWh]
<b>Verifica della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica</b>						
1	0,208	444,15	0,001	5477,89	7050,65	4143,04
2	0,208	253,50	0,004	5493,34	7092,76	4194,65
<b>Verifica della sola trasmittanza termica periodica</b>						
3	0,208	148,31	0,080	5516,12	7111,02	4204,61
4	0,208	61,93	0,089	5534,21	7166,62	4222,68

**Tabella 3:** Caratteristiche strutture opache verticali e fabbisogni di energia utile

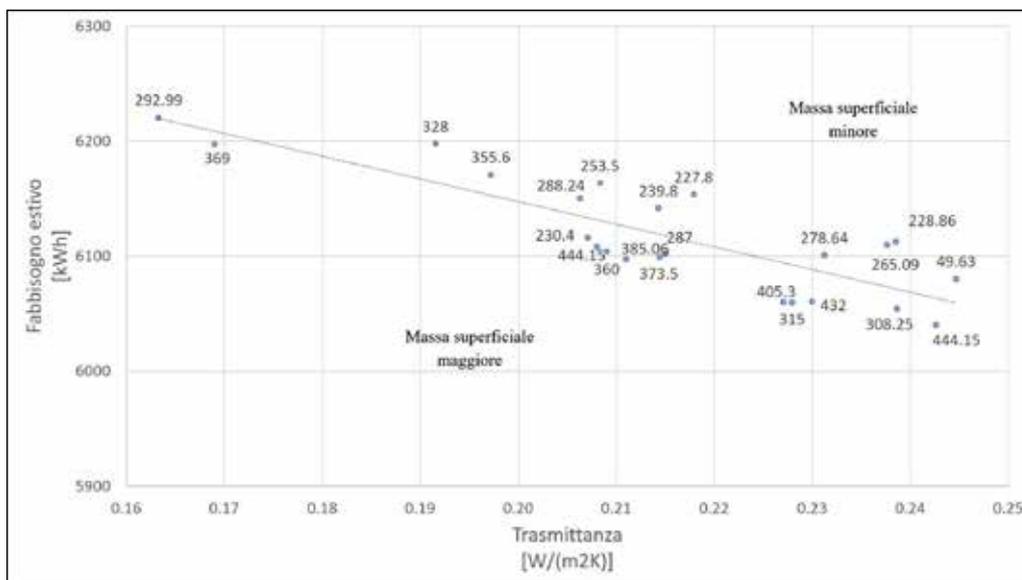


Figura 3: Rapporto tra fabbisogno estivo e trasmittanza termica, con riferimento ai valori di massa superficiale [kg/m<sup>2</sup>]: località di riferimento Roma.

gia estivo.

Riassumendo, è possibile affermare che la verifica del valore di massa superficiale rispetto alla sola verifica del valore della trasmittanza termica periodica risulta più significativo al fine della riduzione del fabbisogno di energia utile totale, garantendo al contempo sempre un comportamento acustico ottimale.

**Analisi sulla variazione della temperatura operativa**

Si propone come ultima analisi lo studio sulla variazione della temperatura operativa in funzione della diversa massa superficiale e trasmittanza termica periodica, in riferimento alla camera matrimoniale del caso studio considerato. In particolare, si sono analizzate le strutture 1 e 4 riportate in tabella 3. L'analisi è stata estesa a tutte le località considerate, andando ad analizzare l'andamento della temperatura operativa del giorno più caldo e più freddo dell'anno. Al fine di osservare il differente comportamento tra struttura leggera e massiva è stato necessario inserire un profilo intermittente anche per l'impianto di raffrescamento (10:00 - 12:00 e 15:00 - 18:00).

Dall'analisi effettuata si è visto che nel periodo invernale la parete leggera (4) subisce un decadimento di temperatura operativa maggiore rispetto alla parete con massa superficiale elevata (1). Nel periodo estivo invece, la parete leggera (4) mostra un aumento di temperatura operativa maggiore rispetto alla parete con massa superficiale elevata (1).

**Conclusioni**

I risultati ottenuti per il caso studio analizzato mediante l'utilizzo del metodo di calcolo dinamico proposto dalla norma UNI EN ISO 52016-1 mostrano che:

- la trasmittanza termica risulta il parametro più influente sui fabbisogni di energia, seguito da massa superficiale e trasmittanza termica periodica;
- la massa superficiale, che implica sempre valori di trasmittanza termica periodica inferiori al limite di legge, garantisce un maggior beneficio dal punto di vista termico e acustico rispetto alla verifica della sola trasmittanza termica periodica;
- una struttura massiva risulta avere un comportamento migliore rispet-

**Riferimenti normativi**

[1] UNI EN ISO 52016-1:2018 "Prestazione energetica degli edifici – Fabbisogni energetici per riscaldamento e raffrescamento, temperature interne e carichi termici sensibili e latenti – Parte 1: Procedure di calcolo".

[2] Decreto-legge 19 maggio 2020, n. 34 (c.d. decreto Rilancio) convertito in Legge n. 77 del 17 luglio 2020.

[3] Decreto 6 agosto 2020 "Requisiti tecnici per l'accesso alle detrazioni fiscali per la riqualificazione energetica degli edifici – cd. Ecobonus".

[4] D.M. 26 giugno 2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici".

[5] DPR 412/1993 "Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10".

to a quello di una struttura leggera in termini di temperatura operativa.

(1) Professore Università Politecnica delle Marche; (2) Dottoranda e Ingegnere, Università Politecnica delle Marche; (3) Dottore Magistrale in Ingegneria