

IL BENESSERE ABITATIVO

Possiamo definire condizioni di benessere termico da un punto di vista fisiologico tutte quelle situazioni in cui l'attività dei meccanismi di termoregolazione del corpo umano è praticamente nulla.

CLIMA DI BENESSERE

Come è noto la temperatura dell'aria non è l'unico fattore che contribuisce a creare il cosiddetto clima di benessere all'interno di un'abitazione.

Ve ne sono altri, strettamente collegati, che vanno attentamente considerati: la temperatura superficiale delle pareti, l'umidità relativa, gli sbalzi termici repentini, lo sfasamento dell'onda termica, la resistenza alla diffusione del vapore delle murature esterne.

● Temperature superficiali delle pareti

La sensazione di caldo o di freddo dipende dalla maggiore o minore dispersione termica del corpo umano (Fig.1). Il diagramma di Fig. 2 evidenzia che la perdita di calore del corpo umano avviene anche per radiazione infrarossa nella misura del 40% circa a 20°C.

La fisica ci insegna che lo scambio termico fra due corpi - nel nostro caso fra persone e pareti - dipende dalla differenza della quarta potenza delle temperature assolute dei corpi stessi, secondo la legge di Stefan Bolzman:

$$Q = E (T_1^4 - T_2^4)$$

dove Q = energia scambiata

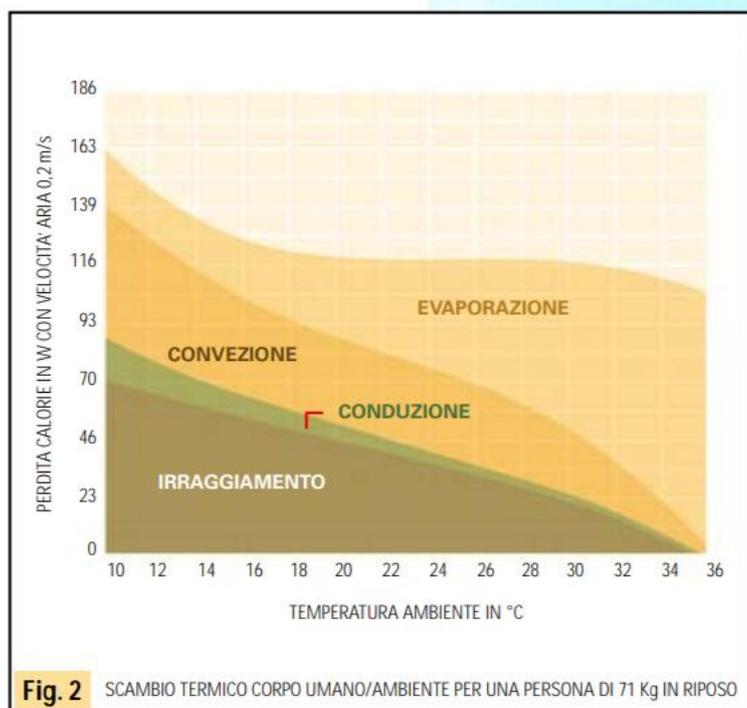
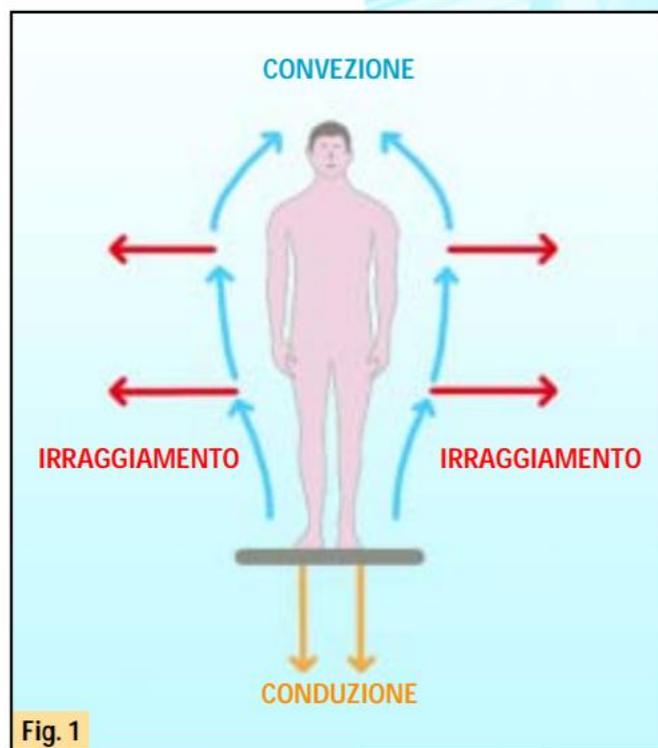
E = coefficiente di trasmissione superficiale

T₁ = temperatura assoluta superficiale del 1° corpo

T₂ = temperatura assoluta superficiale del 2° corpo

Ricordiamo che la temperatura assoluta è data dalla temperatura in °C + 273,15. Di conseguenza anche la variazione di un solo °C di temperatura rappresenta una variazione importante di questa grandezza in quanto è elevata alla quarta potenza.

Considerata la temperatura del corpo umano costante a 37°C, la temperatura interna della parete esterna (temperatura superficiale interna) varia al variare della trasmittanza della parete a temperatura esterna prefissata.



In pratica si verifica che nei locali più esposti e delimitati da grandi superfici esterne - e quindi con temperature superficiali interne più basse - si ha una sensazione di freddo che persisterebbe anche se si dovesse aumentare sensibilmente la temperatura ambiente, intervenendo sui corpi scaldanti e quindi attribuendo la causa ad un errato calcolo dell'impianto. In realtà in sede di progettazione non si è tenuto conto dello scambio radiante fra corpo umano e parete, problema che è risolvibile con una migliore coibentazione delle pareti.

Il diagramma di Fig. 3 definisce la curva limite che lega la temperatura ambiente alla temperatura superficiale interna della parete esterna a parità di benessere.

Si è matematicamente stabilito che, abbassando il coefficiente di trasmissione termica (k) della muratura, si ottiene un innalzamento della temperatura superficiale interna e conseguentemente la possibilità di ridurre la temperatura ambiente.

E' importante notare che, abbassando di un solo grado questo valore, si ha una riduzione della differenza termica fra interno ed esterno di circa il 5-7 % e quindi un risparmio proporzionale del calore disperso dalle murature, dai serramenti e per effetto dei ricambi d'aria.

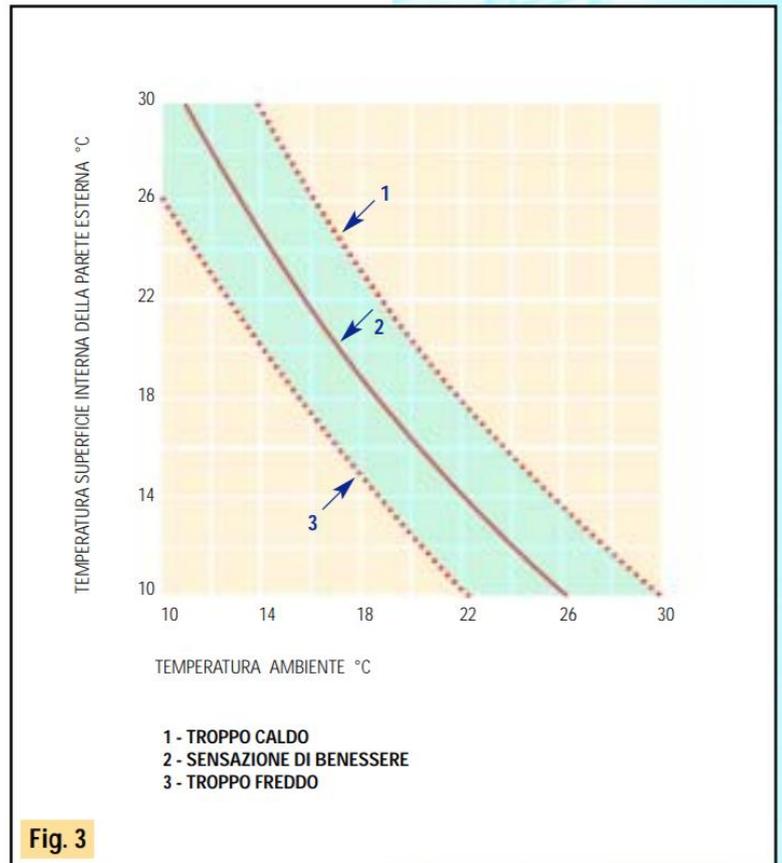
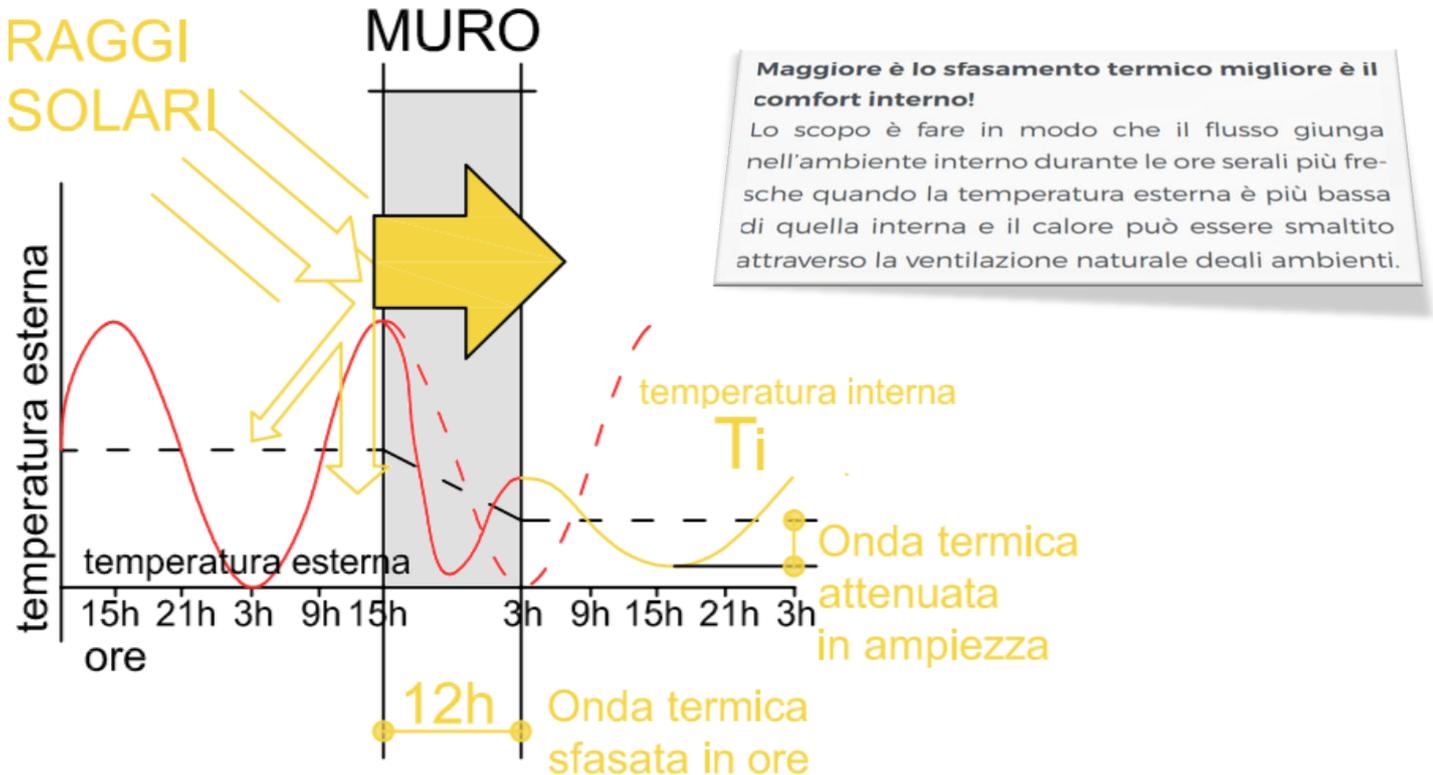


Fig. 3

Inerzia Termica di un Involucro Edilizio

L'inerzia termica è la capacità di un componente edilizio (parete o tetto) di:

- attenuare le oscillazioni della temperatura ambiente dovuta ai carichi termici interni ed esterni variabili nell'arco del giorno (radiazione solare, persone, elettrodomestici);
- accumulare il calore e rilasciarlo dopo un certo numero di ore nel tempo.



NORMATIVA VIGENTE

Attualmente la normativa vigente indica due parametri di riferimento per la verifica dell'isolamento estivo:

Valore della massa superficiale **Ms** > 230 kg/mq

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica **Yie** < 0,10 W/m²K

Yie = U * f_d è il prodotto tra

- il fattore di attenuazione (**a**) **f_d** [adimensionale]
- la trasmittanza termica stazionaria **U** [W/mqK]

e rappresenta sia il grado di smorzamento che quello di sfasamento (**b**) dell'onda termica proveniente dall'esterno.

La trasmittanza termica periodica **Yie** è stata limitata a **0,10 W/mqK** secondo le Linee Guida Nazionali (attuazione del D.Lgs. 311/06 in materia di rendimento energetico degli edifici) ed è alternativa al limite sulla massa superficiale (230 kg/m² per zone in cui la radiazione solare sul piano orizzontale è superiore a 290 W/mq, secondo comma 9, allegato I, D.Lgs. 311/06) dei componenti edilizi per il contenimento dei consumi estivi.

La massa superficiale **Ms** si calcola come *peso_specifico x spessore*:

- per una muratura di mattoni a spessore 12 cm si ha **Ms** = 1800 kg/mc * 0,12 m = 216 kg/mq
- per un poroton da 30cm si ha **Ms** = 1500 kg/mc * 0,30 m = 450 kg/mq

In edilizia l'**inerzia termica**, cioè la capacità del materiale di accumulare calore e cederlo in forma attenuata in un tempo successivo, viene descritta tramite due indicatori :

l'attenuazione "f_a" (o fattore di decremento) - rapporto fra l'ampiezza del flusso termico uscente dal componente edilizio (e quindi entrante nell'ambiente abitato) e l'ampiezza del flusso termico entrante nel medesimo componente edilizio (e quindi proveniente dall'ambiente esterno). Questo fattore può variare fra 0 (attenuazione massima, "inerzia infinita") e 1 (attenuazione minima, "inerzia nulla").

sfasamento termico "Φ" (misurato in ore) - ritardo con cui l'elemento rilascia, verso l'ambiente interno, il calore accumulato (ritardo tra il minimo/massimo della temperatura sole-aria esterna e il minimo/massimo della temperatura dell'aria interna);

Sfasamento d'onda

Quando in estate la superficie di una parete esterna raggiunge la temperatura massima, condizione che si verifica generalmente intorno alle ore 16.00, l'onda termica che attraversa la parete viene tanto più attenuata quanto maggiore è il grado di isolamento esterno ed è tanto più ritardata quanto maggiore è la capacità termica della parete stessa. Per una situazione ottimale tale ritardo deve essere compreso fra le 9 e le 12 ore come riportato nella Tabella A (pag.10).

Uno sfasamento troppo piccolo determinerebbe il riscaldamento dei locali interni quando all'esterno la temperatura è ancora troppo elevata e, sovrapponendosi a questo uno sfasamento troppo grande, in piena notte si avrebbe un nuovo riscaldamento proprio quando si cerca, aprendo le finestre, di avere un certo refrigerio. Tutto ciò causerebbe disagio ed un senso di malessere.

Attenuazione e Inerzia termica

Un'inerzia termica elevata determina la riduzione delle variazioni del flusso termico scambiato fra l'ambiente esterno ed interno, con una limitazione del flusso termico stesso, e tende a portare la temperatura superficiale interna della parete ad un valore più vicino a quello della temperatura dell'ambiente interno.

Il rapporto fra l'ampiezza delle oscillazioni della temperatura dell'aria interna e quella dell'aria esterna risulta tanto minore quanto maggiore è l'inerzia termica.

In estate, una perturbazione termica spontanea si propaga all'interno in un tempo tanto maggiore quanto maggiore è l'inerzia termica. Quindi l'effetto dovuto al massimo di temperatura esterna si avverte all'interno quando ormai l'aria esterna si è raffreddata: si può ricorrere ad una semplice ventilazione del locale per mantenere adeguate condizioni di benessere.

Dal punto di vista igrometrico i materiali leggeri sono tendenzialmente poco permeabili al vapor d'acqua. Possono richiedere una protezione impermeabile per la loro limitata consistenza.

I materiali pesanti invece, generalmente porosi, sono permeabili al vapor d'acqua. Raggiungono con facilità l'equilibrio igrotermico anche nei locali dove è maggiore la produzione di vapor d'acqua, quali cucine e bagni.

◆ SFASAMENTO E SMORZAMENTO DELL'ONDA TERMICA

In natura non esiste un regime stazionario delle temperature. Esiste, invece, un regime variabile delle temperature interne ed esterne quanto meno riconducibile, per quanto riguarda l'andamento climatico esterno, a rappresentazioni di tipo sinusoidale con periodo di 24 ore.

Esistono in realtà anche variazioni con periodo molto più lungo, definibili come variazioni settimanali o mensili, che possono influenzare i valori di comfort ambientale e, entro certi limiti, anche il risparmio energetico.

Come si è già accennato, il comfort di un ambiente riscaldato dipende anche dalla temperatura media radiante delle superfici interne che delimitano l'ambiente stesso.

Inoltre la parete con una elevata inerzia termica preserva, in un certo senso, chi è all'interno di un abitazione riscaldata da influenze dirette dovute alle modificazioni climatiche esterne.

A prova di quanto abbiamo appena detto, si può portare l'esempio dei muri dei castelli medioevali di considerevole spessore e quindi con un'elevata inerzia termica. Al contrario le tipiche costruzioni di cantiere generano il cosiddetto "effetto baracca", in quanto caratterizzate da una bassissima resistenza termica.

Se in diagramma cartesiano riportiamo in ascisse le ore del giorno e in ordinate le corrispondenti temperature dell'aria dell'ambiente interno e di quello esterno, si ottiene una curva sinusoidale che rappresenta, in modo aderente alla realtà, l'andamento delle temperature in funzione del tempo, come rappresentato in Fig 4 relativamente al periodo estivo. Questa curva è definita da due grandezze:

A = ampiezza dell'onda T = lunghezza dell'onda

Come si vede in Fig. 6 la parete provoca uno smorzamento dell'ampiezza dell'onda nel passaggio dall'esterno all'interno e uno sfasamento fra l'onda esterna e quella interna tanto che il valore minimo si ha esternamente alle ore 3 ed internamente alle ore 15.

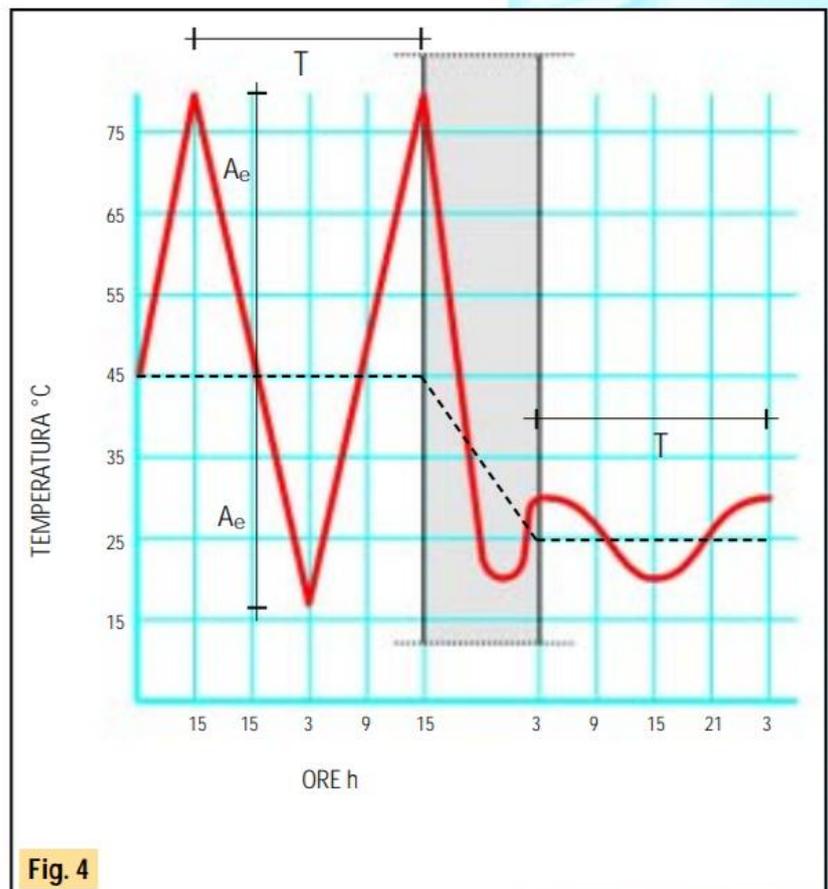


Fig. 4

Chiamiamo sfasamento di un'onda termica il tempo impiegato da una variazione di temperatura della faccia esterna di una parete ad essere rilevato dalla faccia interna. Se, ad esempio, la temperatura massima della faccia interna si manifesta alle ore 13 e quella della faccia interna alle ore 18, si dice che lo sfasamento è di 5 ore.

Lo smorzamento, invece, è determinato dal rapporto fra le ampiezze dell'onda termica esterna ed interna. Se il valore massimo dell'onda esterna si ha a 35°C ed il minimo a 15°C, l'ampiezza dell'onda termica è $A_e = (35 - 15)/2 = 10$.

Analogamente per l'onda interna se il valore massimo si ha a 25°C ed il valore minimo a 20°C, l'ampiezza della stessa è $A_i = (25 - 20)/2 = 2,5$.

Lo smorzamento quindi sarà: $A_e/A_i = 10/2,5 = 4$.

Gli strumenti teorici di indagine descritti permettono di evidenziare le variazioni delle condizioni igrometriche all'interno di una parete al variare della posizione dell'isolante.

Considerando due condizioni climatiche (estate ed inverno) e due posizioni di isolante (interno ed esterno) si avranno quattro combinazioni possibili.

Per le condizioni invernali si può usare la costruzione di Glaser, mentre per le estive è forse più interessante comparare pareti in regime non stazionario.

Le pareti in esame sono:

Parete 1

Strato esterno in c.a. da 20 cm, isolamento interno spessore 4,0 cm ($= 0,035 \text{ kcal/hm}^\circ\text{C}$), strato di protezione di 1,5 cm di intonaco a gesso.

Parete 2

Isolamento esterno tipo "cappotto" costituito da: isolante spessore = 4,0 cm, c.a. spessore = 20 cm, intonaco a gesso spessore = 1,0 cm.

Vengono calcolati:

- ♦ Sfasamento e smorzamento di un'onda termica
- ♦ Accumulo termico in condizioni estive ($T_i = 25^\circ\text{C}$, $T_e = 40^\circ\text{C}$) ed invernali ($T_i = 20^\circ\text{C}$, $T_e = -5^\circ\text{C}$)

Dai calcoli, da considerarsi ancora indicativi, sia per le ipotesi usate che per i valori dei coefficienti igrotermici dei materiali, risulta che, mentre nella parete 2 (isolante dall'esterno) non c'è possibilità di condensa, nella parete 1 la zona interessata da condensa comprende, oltre alla parete di supporto, anche buona parte dello strato isolante che potrebbe essere putrescibile o almeno imbibibile.

Ritroveremo qui lo stesso tipo di fenomeni incontrati e descritti in precedenza riguardanti il notevole aumento della conducibilità termica dei materiali bagnati ed il possibile affioramento di umidità sulla faccia interna con formazione di condense superficiali e muffe.

Lo sfasamento è simile per le due pareti.

La parete 1 ha invece uno smorzamento inferiore del 50% di quello della parete 2, il che vuol dire ad esempio che in estate, se la temperatura esterna ha uno sbalzo di 40°C fra giorno e notte, sulla faccia interna tale sbalzo sarà sulla parete 1 di 2°C, mentre sulla parete 2 sarà di 1,33°C.

◆ **ACCUMULO**

Un altro fattore importante da considerare per una scelta corretta del sistema termoisolante è l'accumulo di una parete.

La quantità di calore accumulata viene calcolata con la seguente formula:

$$Q = C \cdot y \cdot s \cdot (T - T_a) \quad \text{dove}$$

Q = quantità di calore accumulata (Kcal/m²)

C = calore specifico del materiale (Kcal/Kg°C)

y = peso specifico (Kg/m³)

s = spessore dello strato (m)

T = temperatura media dello strato (°C)

T_a = temperatura dell'ambiente verso il quale si dirige il flusso termico (°C)

Considerando la parete di supporto in calcestruzzo, la quantità C · y · s sarà sempre costante e uguale a 80 kcal/m² °C. Nel caso di una parete isolata dall'interno, in estate si avrà un accumulo complessivo di 1110 kcal/m². La temperatura media della parete di supporto in c.a. è di 38,5°C, quindi detta parete ha un accumulo Q = (38,5 - 25) x 80 = 1080 kcal/m². Ciò significa che in pratica tutto il calore accumulato nella parete risiede nello strato di calcestruzzo da 20 cm.

La posizione dello strato isolante rispetto alla parete di calcestruzzo influenza molto le caratteristiche di accumulo della chiusura esterna, sia per quanto riguarda la quantità che il modo in cui il calore accumulato viene restituito.

Se infatti si considerano i risultati relativi all'accumulo (tab.B pag.14), si vede che, mentre d'inverno la parete 2 tende a contrastare la diminuzione di temperatura interna cedendo calore al locale, la parete 1 esplica questo contrasto nel periodo estivo. Le conseguenze di questo uguale comportamento in condizioni stagionali opposte sono molto importanti per il comfort termico.

In inverno la parete 2 tende a mantenere elevata la temperatura superficiale interna, limitando così, anche con riscaldamento intermittente pericoli di condensa superficiale o sensazioni di malessere per bassa temperatura radiante. In estate, invece, detta parete ha di giorno un debole accumulo di calore che può essere efficacemente smaltito nel periodo notturno.



TABELLA B Confronto fra la Parete 1 e la Parete 2 secondo i parametri indicati

Parametri di valutazione	Parete 1 Isolamento dall'interno	Parete 2 Isolamento dall'esterno
Possibilità di condensa	SI	NO
Sfasamento	5 ore	5 ore
Smorzamento	21	31
Temperatura esterna supporto ($T_e = 40\text{ °C}$)	39,44 °C	28 °C
Accumulo in estate ($T_e = 40\text{ °C}$) ($T_i = 25\text{ °C}$)	1110 Kcal/m ²	232 Kcal/m ²
Temperatura esterna supporto ($T_e = - 5\text{ °C}$)	- 4,06 °C	15 °C
Accumulo in inverno ($T_e = - 5\text{ °C}$) ($T_i = 20\text{ °C}$)	282 Kcal/m ²	1697 Kcal/m ²

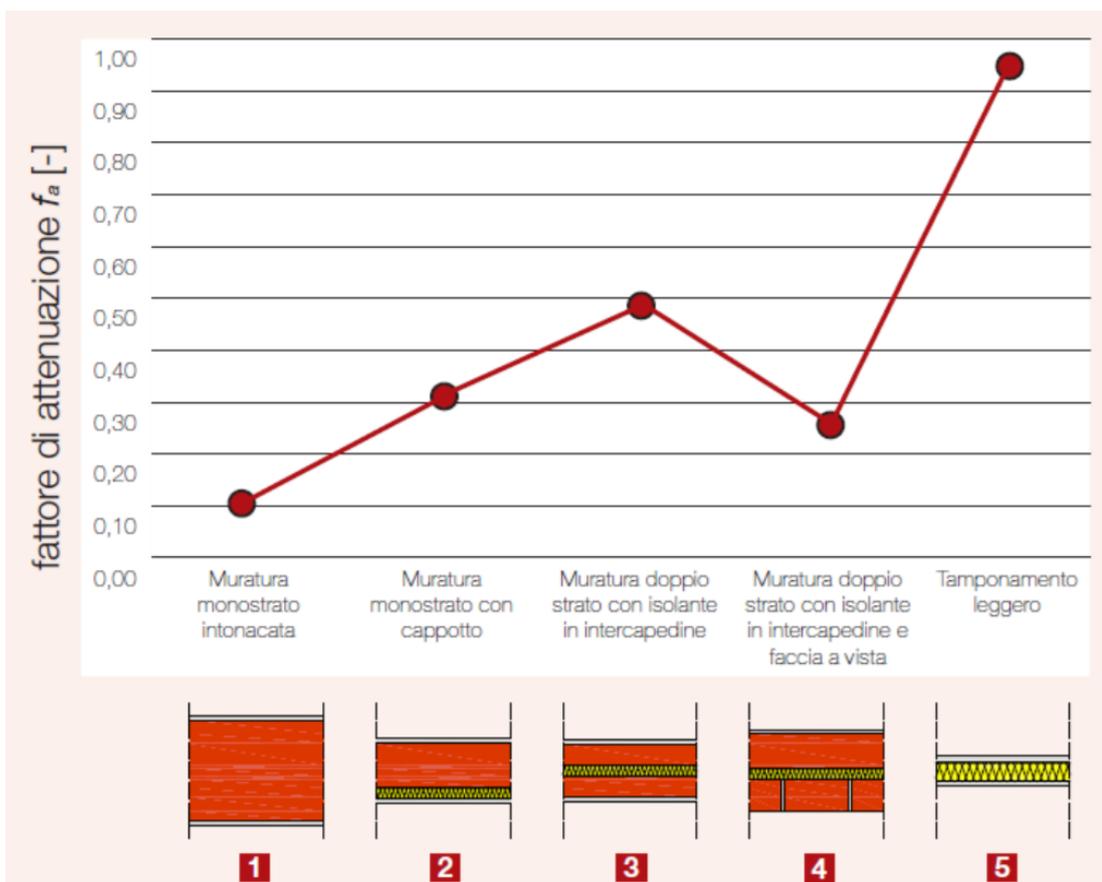
CRITERI DI BENESSERE

PARAMETRO DI VALUTAZIONE	U.M.	SCALA DI VALUTAZIONE				
						
SFASAMENTO ONDA	h	9-12	7-9 12-14	5,5-7 14-15,5	4-5,5 >15,5	< 4
TRASMITTANZA	W/k/m ²	< 0,58	0,58 0,75	0,76 0,99	1 1,4	> 1,4
TEMPO DI RAFFREDD. PER INERZIA TERM.	h	> 150	91 150	56 90	30 55	< 39
RESISTENZA AL VAPOR ACQUEO ($\mu \cdot s$)	m	4-7	3-4 7-11	2-3 11-15	< 2 15-25	> 25
CAPACITA' TERMICA	kJ/ m ² k	1250 1650	1000/1250 1650/1880	850/1000 1880	600 850	< 600
UMIDITA' RELATIVA	%	45-50	40-45 50-60	35-40 60-65	30-35 65-70	< 30 > 70
TEMPERATURA SUP. INTERNA (Ti = 20°C)	°C	16,5	16,5-18,4 15,8-16,5	18,4-19,3 14-15,8	19,3 12,8-14	< 12,8
TEMPERATURA SUP. INTERNA (Ti = 19°C)	°C	17,5	17,5-19 16,5-17,5	> 19 15,2-16,5	13,5-15,2	< 13,5
UMIDITA' MAX ALL'INTERNO	%	90-80	80-70	70-60	60-50	< 50

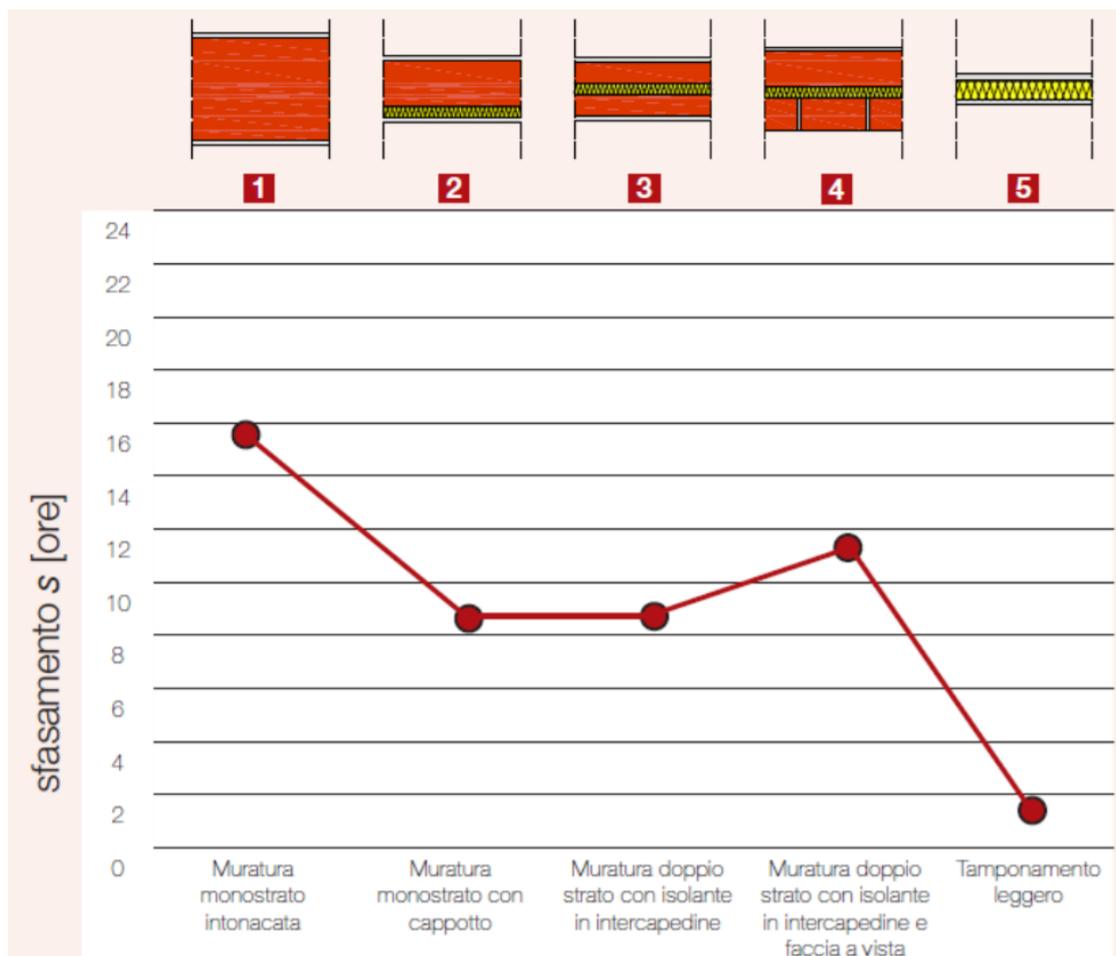
LEGENDA

	MOLTO BUONO		SCARSO
	BUONO		MOLTO SCARSO
	DISCRETO		

ESEMPI ATTENUAZIONE ONDA TERMICA IN DIVERSE TIPOLOGIE DI PARETI



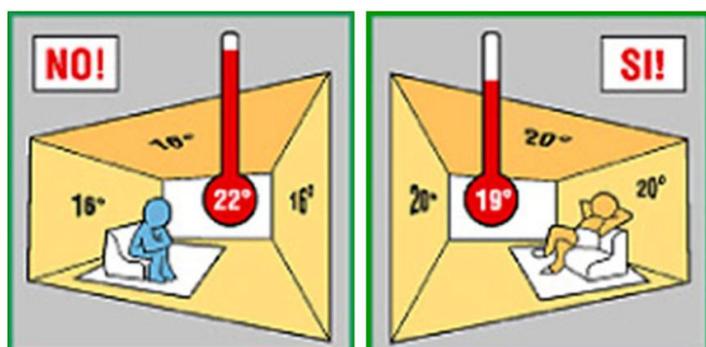
SFASAMENTO ONDA TERMICA



Valutazione della qualità prestazionale dell'involucro per il contenimento della climatizzazione estiva in base al previgente D.M. 26.6.2009 "Linee Guida per la Certificazione Energetica":

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

Tipologia di parete	Spessore [cm]	Fattore di attenuazione fa [adim]	Sfasamento S [ore]
POROTON® P800	25	0,24	11,24
POROTON® P800	30	0,14	13,83
POROTON® P800	35	0,08	16,41
POROTON® P800	38	0,06	17,97
POROTON® P800	45	0,03	21,56

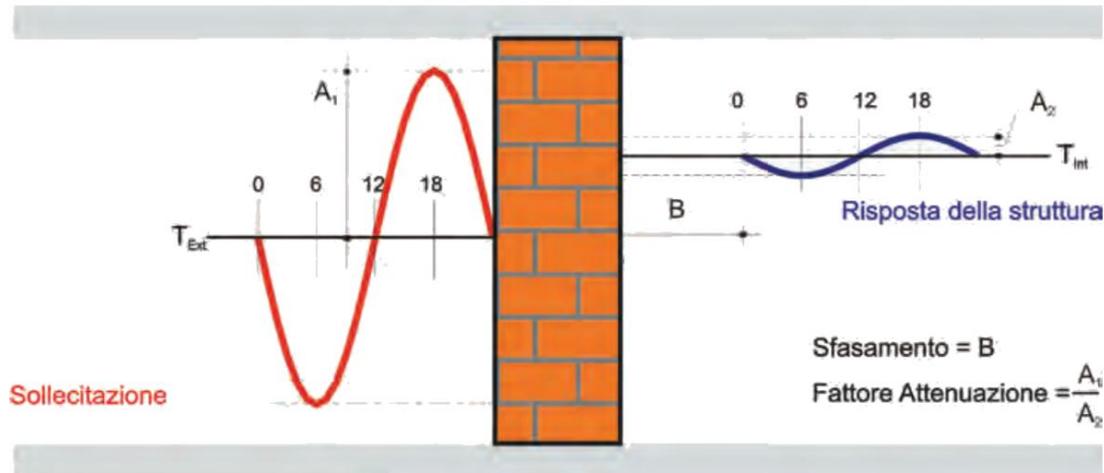


Condizione di discomfort (a sx) e di comfort (a dx)

Inerzia Termica di un Involucro Edilizio

L'inerzia termica è la capacità di un componente edilizio (parete o tetto) di:

- attenuare le oscillazioni della temperatura ambiente dovuta ai carichi termici interni ed esterni variabili nell'arco del giorno (radiazione solare, persone, elettrodomestici);
- accumulare il calore e rilasciarlo dopo un certo numero di ore nel tempo.



La proprietà termica dell'involucro edilizio più utilizzata nel bilancio energetico di un edificio è la trasmittanza termica stazionaria :

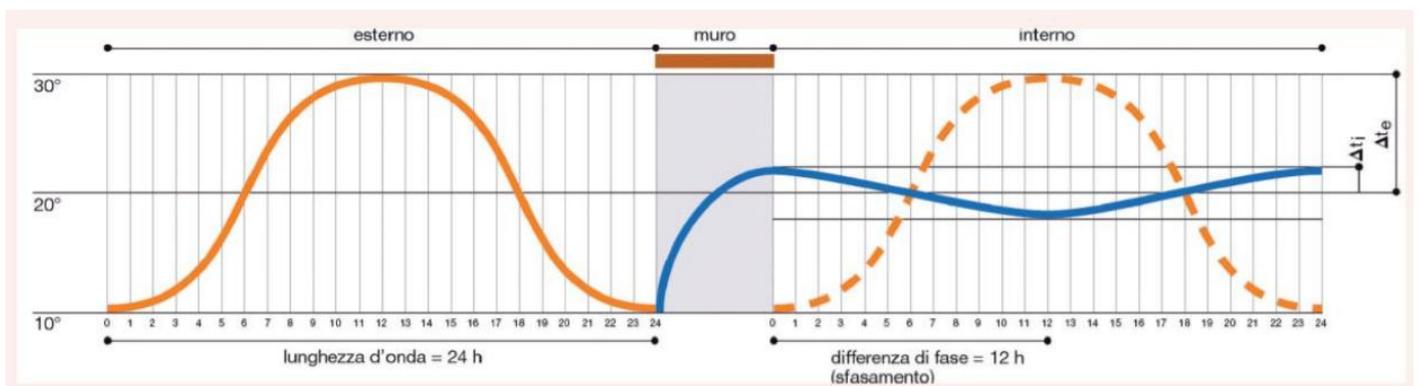
U [W/mqK] , che ne rappresenta la capacità isolante, ma non quella di inerzia termica.

La fase estiva, sottovalutata nella certificazione energetica italiana degli edifici, comporta elevati consumi per raffrescamento e condizioni di discomfort nei nostri climi temperati, e va quindi assolutamente presa in considerazione. Essendo caratterizzata da carichi termici al contorno variabili nell'arco della giornata e in modo più evidente rispetto all'inverno, la stagione estiva chiama in gioco l'inerzia termica dell'involucro edilizio.

L'inerzia termica si può descrivere attraverso due principali proprietà termiche dinamiche:

- trasmittanza termica periodica **Y_{ie}** (W/mqK)
- capacità termica areica interna periodica **C_{ip}** = kJ/mqK

Essa descrive la capacità di una parete di contrastare la variazione termica esterna in termini di smorzamento e sfasamento della sollecitazione termica esterna. In sostanza è la capacità della parete di accumulare calore e di rilasciarlo gradualmente nel tempo.



Nel diagramma di esempio si osserva che la parete attenua il picco di 30°C (ore 12:00) fino a 22°C circa e sfasato di 12 ore cioè alle ore 24:00. Alle 24:00 la temperatura esterna si è riportata al minimo di 10°C e quindi si può rinfrescare l'ambiente mediante semplice ventilazione naturale (gratuita e sostenibile).

1. Trasmittanza Termica Periodica (Yie): Controllo Dei Carichi Termici Esterni

Attualmente la normativa vigente indica due parametri di riferimento per la verifica dell'isolamento estivo:

Valore della massa superficiale $M_s > 230 \text{ kg/mq}$

Valore del modulo della trasmittanza termica periodica $Y_{ie} < 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$

$Y_{ie} = U * f_d$ è il prodotto tra

- il fattore di attenuazione (**a**) f_d [adimensionale]
- la trasmittanza termica stazionaria U [W/mqK]

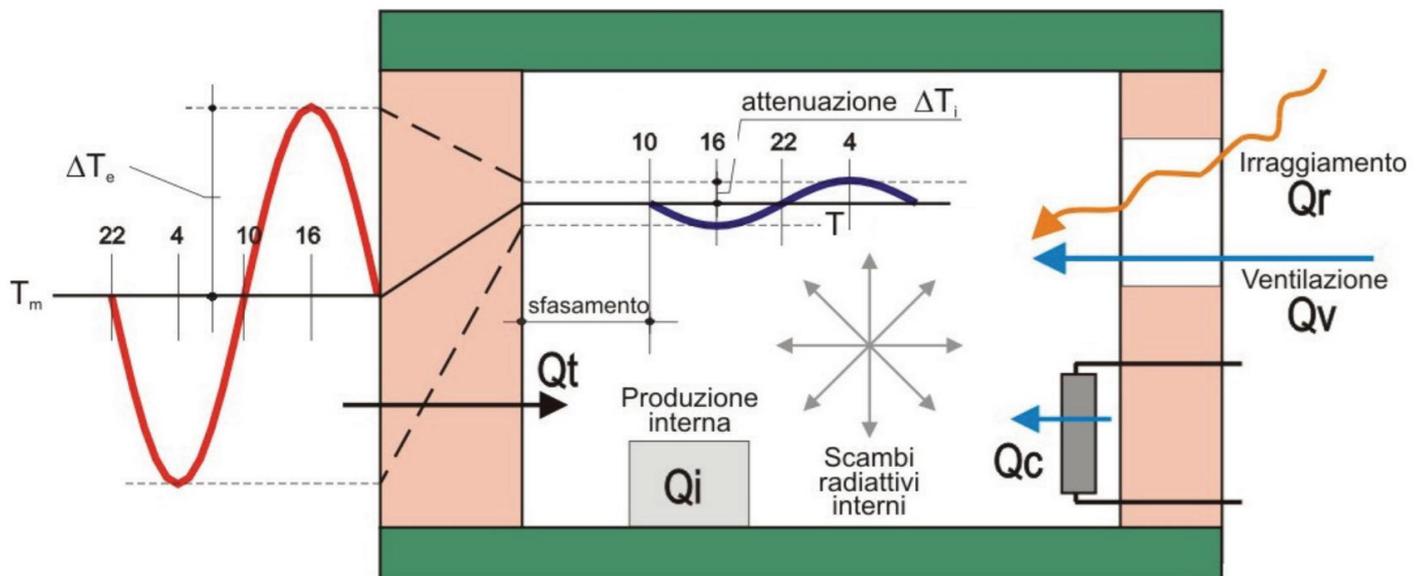
e rappresenta sia il grado di smorzamento che quello di sfasamento (**b**) dell'onda termica proveniente dall'esterno.

La trasmittanza termica periodica Y_{ie} è stata limitata a **0,10 W/mqK** secondo le Linee Guida Nazionali (attuazione del D.Lgs. 311/06 in materia di rendimento energetico degli edifici) ed è alternativa al limite sulla massa superficiale (230 kg/m² per zone in cui la radiazione solare sul piano orizzontale è superiore a 290 W/mq, secondo comma 9, allegato I, D.Lgs. 311/06) dei componenti edilizi per il contenimento dei consumi estivi.

La Y_{ie} rappresenta quindi un buon parametro di controllo e di mitigazione dei carichi termici provenienti dall'esterno.

Nota (a): Il fattore di attenuazione è il rapporto tra l'ampiezza del flusso termico uscente e quello entrante in un componente edilizio (parete o tetto).

Nota (b): Lo sfasamento dell'onda termica rappresenta il tempo con cui il picco massimo della temperatura esterna impiega ad attraversare completamente un componente edilizio.



Smorzamento e sfasamento dell'onda termica. Pareti dotate di massa superficiale elevata attenuano l'entità dell'escursione termica esterna che si trasmette all'interno (attenuazione) e ne ritardano l'ingresso (sfasamento).

La massa superficiale M_s si calcola come *peso_specifico x spessore*.

Ad esempio :

per una muratura di mattoni a spessore 12cm si ha $M_s = 1800\text{kg/mc} * 0,12\text{m} = 216\text{kg/mq}$

per un poroton da 30cm si ha $M_s = 1500\text{kg/mc} * 0,30\text{m} = 450\text{kg/mq}$

2. Capacità Termica Areica Interna Periodica (Cip): Controllo Dei Carichi Termici Interni

la **capacità termica**, rappresenta l'attitudine della parete ad accumulare e rilasciare calore in regime termico dinamico. La **capacità termica volumica** C di un materiale si calcola come prodotto tra la sua massa volumica ρ e il suo calore specifico c ed è strettamente correlata alla **diffusività termica** a , proprietà che indica la velocità con la quale il calore si diffonde attraverso il mezzo in regime termico dinamico espressa come rapporto tra la capacità che ha un materiale di condurre energia termica e la sua capacità di accumulare energia, infatti si calcola come:

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c} \quad [\text{m}^2/\text{h}]$$

dove:

λ = conducibilità termica (W/mK)

ρ = massa volumica (kg/m³)

c = calore specifico (J/kg K)

Caratteristiche inerziali ottimali sono delineate da bassi valori di diffusività termica, conseguibili grazie ad una certa **"massa capacitiva" della parete** unita ad una **ridotta conduttività termica**: in altre parole non si deve eccedere né nel peso frontale trascurando la conduttività, né al contrario ridurre eccessivamente la conduttività trascurando la massa.

Gli effetti positivi dell'inerzia termica sono però quantificabili anche grazie alla combinazione dei valori di altri due parametri precedentemente menzionati:

- lo **sfasamento temporale di temperatura** S (h) indica la collocazione temporale dell'apparire all'interno dell'abitazione delle condizioni peggiori del clima naturale esterno (minima temperatura notturna, d'inverno; massima insolazione, d'estate). Raggiungere valori di sfasamento di almeno 12 ore è importante soprattutto per determinare il comfort termico estivo e, come tale, ha importanti ripercussioni anche in termini di risparmio energetico. L'utilizzo di soluzioni massive e nel contempo dotate di buon isolamento termico comporta il raggiungimento di valori di sfasamento anche molto più elevati (per esempio > 20 ore - tab. 1b); essi, essendo ottenuti in concomitanza con valori molto bassi del fattore di attenuazione (per esempio 0,03 - tab.1b), sono indice di un comportamento inerziale ideale della parete ed indicano che l'ambiente interno è poco o per nulla sensibile alle variazioni climatiche esterne, quanto meno nel breve periodo.
- lo **smorzamento dell'onda termica** o **fattore di attenuazione** f_a , è definito come il rapporto tra il valore dell'ampiezza dell'onda termica esterna e quello dell'ampiezza dell'onda termica interna all'ambiente abitativo, delineando, quindi, la possibilità di ridurre il dimensionamento dell'impianto termico di condizionamento estivo dell'abitazione. Valori buoni del fattore di attenuazione devono essere inferiori a 0,15, preferibilmente inferiori a 0,06 (si veda tab. 1b)

La Cip, capacità termica areica interna periodica, calcolata come la Y_{ie} , secondo la UNI EN ISO 13786:2008 (Thermal performance of building components — Dynamic thermal characteristics — Calculation methods), rappresenta la capacità di un componente edilizio di accumulare i carichi termici provenienti dall'interno.

Maggiore è il valore della Cip (massa posta verso l'interno), maggiore è l'accumulo termico. L'accumulo dei carichi termici interni da parte di una parete permette di mantenere le temperature superficiali su livelli accettabili, cioè con oscillazioni e valori limitati nell'arco della giornata, a favore sia delle condizioni di comfort ambientale che dei consumi per la climatizzazione estiva.