



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI NUORO

Corso di aggiornamento sulla efficienza energetica degli edifici e sugli adempimenti normativi

**Nozioni di energetica- cenni di Trasmissione del calore, verifica della condensa -
Normativa Uni di riferimento – Panorama legislativo italiano.**

Nuoro – 20 – 27 – Febbraio 2009

“EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI E ADEMPIMENTI NORMATIVI ”

Relatori : ing. Italo Stagno ing. Costantino Carlo Mastino

stagno@unica.it

costantino.mastino@fisicatecnica-unica.it

WWW.FISICATECNICA-UNICA.IT



Facoltà di **A**rchitettura di Cagliari
Dipartimento di Ingegneria del territorio Sezione trasporti e fisica tecnica
Corso di Fisica tecnica Facoltà di Architettura

UNITA' DI MISURA

Grandezze fondamentali del sistema SI

GRANDEZZA	UNITÀ S.I.		
	NOME	SIM-BOLO	DEFINIZIONE
lunghezza	metro	m	lunghezza del tragitto compiuto dalla luce nel vuoto in un intervallo di tempo pari a $1/299\,792\,458$ di secondo
massa	chilogrammo	kg	massa del prototipo internazionale conservato al Pavillon de Breteuil (Sèvres - Francia)
tempo	secondo	s	durata di $9\,192\,631\,770$ periodi della radiazione corrispondente alla transizione fra due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di Cesio 133
intensità di corrente elettrica	ampere	A	intensità di una corrente elettrica che, percorrendo due conduttori rettilinei, di lunghezza infinita, di sezione circolare trascurabile, posti alla distanza di un metro l'uno dall'altro nel vuoto, produrrebbe fra questi conduttori una forza eguale a 2×10^{-7} N su ogni metro di lunghezza
temperatura termodinamica	kelvin	K	frazione $1/273.16$ della temperatura termodinamica del punto triplo dell'acqua
quantità di materia	mole	mol	quantità di materia che un sistema che contiene tante entità elementari quanti sono gli atomi in 0.012 kg di carbonio 12. Le entità elementari debbono essere specificate e possono essere atomi, molecole, ioni, elettroni, altre particelle, ovvero gruppi specificati di tali particelle
intensità luminosa	candela	cd	Intensità luminosa in una data direzione di una sorgente che emette una radiazione monocromatica di frequenza 540×10^{12} Hz e la cui intensità energetica in tale radiazione è $1/683$ W/sr

Prefissi e loro simboli per multipli e sottomultipli decimali

FATTORE DI MOLTIPLICAZIONE	PREFIXO		
	NOME	SIMBOLO	ETIMOLOGIA
10^{18}	exa	E	ex (sei)
10^{15}	peta	P	incerta
10^{12}	tera	T	τεραζ (teras=mostruoso)
10^9	giga	G	γιγαζ (gigas=gigante)
10^6	mega	M	μεγαζ (megas=grande)
10^3	kilo	k	κιλιοι (kilioi=mille)
10^2	etto	h	εκατον (ekaton=cento)
10	deca	da	δεκα (deca=dieci)
10^{-1}	deci	d	<i>decimum</i> (decimo)
10^{-2}	centi	c	<i>centum</i> (cento)
10^{-3}	milli	m	<i>mille</i> (mille)
10^{-6}	micro	μ	μικροζ (micros=piccolo)
10^{-9}	nano	n	νανοζ (nanos=nano)
10^{-12}	pico	p	italiano: <i>piccolo</i> (mille)
10^{-15}	femto	f	danese: <i>femtem</i> (quindici)
10^{-18}	atto	a	danese: <i>atten</i> (diciotto)

TRASMISSIONE DEL CALORE

I principi della termodinamica governano la trasmissione del calore:

A= in assenza di flussi di lavoro la quantità di calore trasferito in (o da) un sistema uguaglia l'entità dell'incremento (o decremento) di energia del sistema;

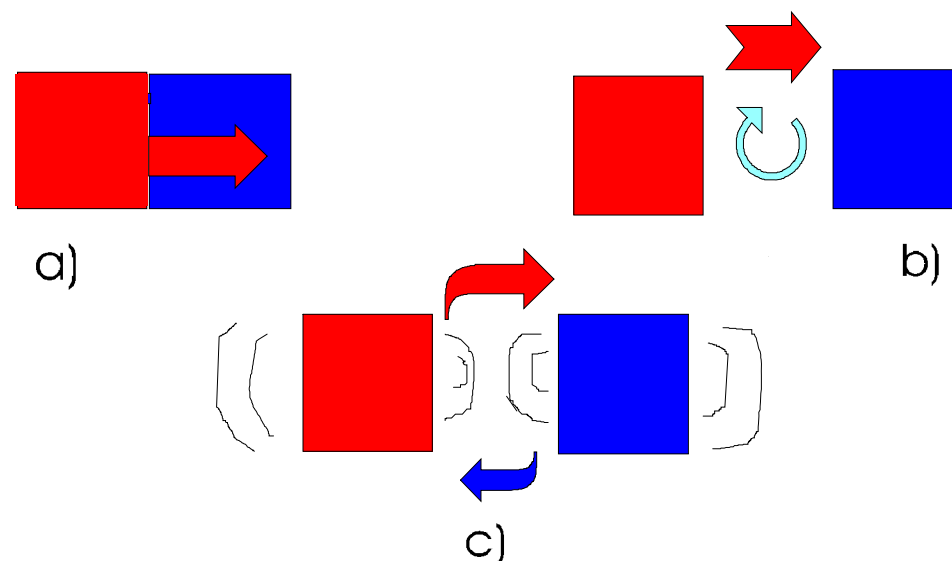
B= il calore si propaga nella direzione delle temperature decrescenti da una regione ad alta temperatura a un'altra regione a temperatura inferiore.

Requisito essenziale della trasmissione del calore è l'esistenza di una differenza di temperatura:

•essa costituisce per la trasmissione del calore la forza motrice, così come la differenza di tensione lo è per un flusso di corrente elettrica e la differenza di pressione per una corrente fluida.

•Infatti, come è noto dalla termodinamica, posti a contatto due corpi a temperature diverse, si assiste ad un processo irreversibile di scambio di energia: sostanzialmente il corpo a temperatura maggiore cede calore a quello più freddo, fino al raggiungimento di uno stato finale, in cui la sua temperatura, ora intermedia fra le due temperature di partenza, uguaglia quella del corpo ricevente.

Tali fenomeni, tra loro indipendenti, si possono sovrapporre. Concentrandosi sull'aspetto energetico della questione, si definisce la grandezza primaria che rappresenta la velocità dello scambio termico, cioè la densità di flusso di calore (energia per unità di tempo e di superficie) misurata in W/m^2 .



Obiettivo del nostro studio è la determinazione della potenza termica scambiata per unità di superficie in varie situazioni.

In generale esistono forme relativamente semplici che legano lo scambio termico e le temperature in gioco, secondo delle relazioni di tipo causa effetto:

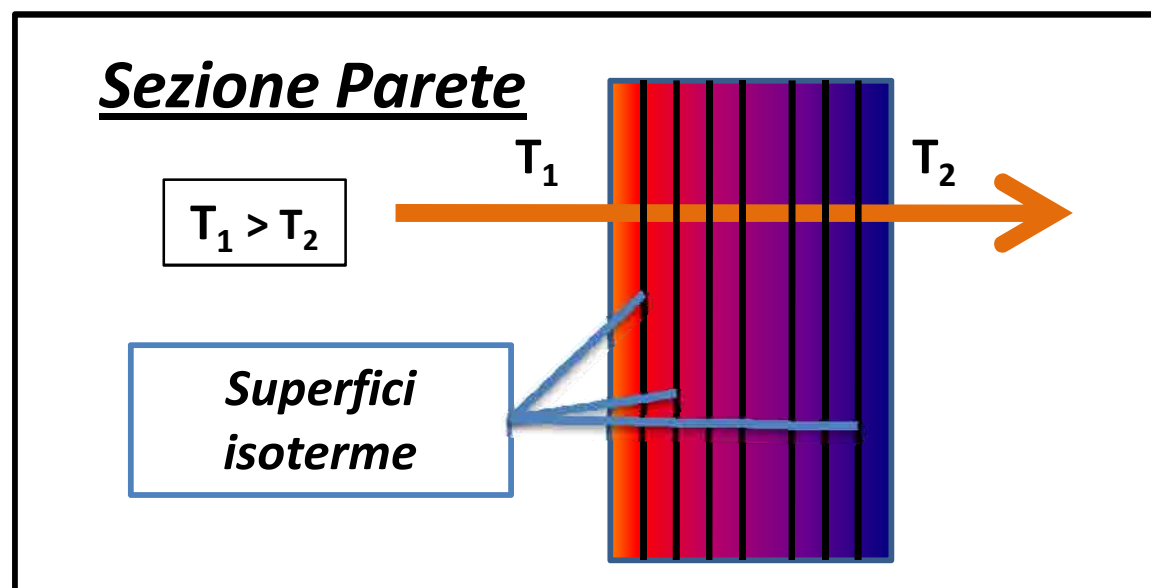
E' la differenza di temperatura a causare il flusso di calore .

TRASMISSIONE DEL CALORE PER CONDUTTIVITA' INTERNA.

Supponiamo di considerare un corpo, il calore si trasmette al suo interno, solo tra due punti aventi diversa temperatura, e quindi in generale si avrà trasmissione di calore se la temperatura non è uniforme. Si considerino l'insieme dei punti del corpo aventi la stessa temperatura, ossia si considerino delle superfici isoterme. È chiaro che tra due punti che si trovano sulla medesima superficie isoterma, non si avrà trasmissione di calore.

Si noti che la conoscenza delle superfici isoterme descrive perfettamente il campo termico all'interno del corpo. Le traiettorie lungo le quali si trasmette il calore all'interno del corpo prendono il nome di linee di flusso termico o anche linee di trasmissione, e sono in ogni punto ortogonali alle superfici isoterme.

Quindi il flusso di calore avverrà in direzione normale (perpendicolare) alla superficie isoterma.



POSTULATO DI FOURIER

$$dQ_n = -\lambda \cdot dA \cdot d\tau \cdot \frac{\partial T}{\partial n}$$

Il fattore di proporzionalità che abbiamo indicato con “ λ ”, rappresenta la conduttività termica interna.

Si definisce invece potenza termica il rapporto:

$$dq = \frac{dQ}{d\tau}$$

La conduttività termica interna “ λ ” può essere definita come il flusso di calore che si trasmette attraverso superfici unitarie con gradiente unitario nell’unità di tempo .

Passando alla definizione dimensionale e alla unità di misura nel Sistema Internazionale, possiamo quindi dire che conduttività termica interna rappresenta la potenza termica scambiata (W) tra due superfici unitarie alla distanza di un metro con una differenza di temperatura di 1 K.

Si tratta di un fattore che rappresenta le caratteristiche fisiche di un materiale, e per un corpo omogeneo ha un valore costante.

Si definisce λ :

$$\text{"}\lambda\text{"} = [\text{joule} / (\text{secondo} \times \text{metro} \times \text{grado})]$$

Tenendo conto che 1 Watt = 1 joule / secondo si ha:

$$\lambda = [\text{W} / (\text{m K})]$$

Sulla base del valore di λ si definisce :

Conduttore

$$\lambda \sim 100 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Materiale con caratteristiche intermedie

$$\lambda \sim 10 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

Isolante

$$\lambda \sim 0.01 \div 0.02 \text{ W m}^{-1} \text{ K}^{-1}$$

EQUAZIONE DI FOURIER O DEL CALORE

$$\frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \cdot \nabla^2 T = \frac{\partial T}{\partial \tau}$$

Possiamo introdurre la diffusività termica a , ovvero costante di diffusione termica che rappresenta una costante fisica caratteristica del materiale.

DIFFUSIVITA' TERMICA

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$$

In base a tale parametro possiamo scrivere l'equazione di Fourier nel modo seguente:

$$a \cdot \nabla^2 T = \frac{\partial T}{\partial \tau}$$

Il nostro scopo è quello di trovare una funzione che descrive il campo termico, ossia

$$T = T(x, y, z, \tau)$$

Questa funzione può essere ottenuta integrando l'equazione differenziale di Fourier e tenendo conto delle opportune condizioni al contorno.

Se supponiamo che il regime sia stazionario, ossia la distribuzione delle temperature e il flusso termico trasmesso sono indipendenti dal tempo, si ha:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} = 0$$

L'equazione di Fourier diventa pertanto:

$$\nabla^2 T = 0$$

Si tenga però presente che la quantità di calore trasmessa dipende non solo dalle temperature, ma anche dalla conduttività termica “ λ ” Pertanto anche nel caso di regime stazionario non possiamo dire che il fenomeno della trasmissione del calore sia indipendente dalle proprietà fisiche del corpo.

$$\frac{q}{\tau} = \lambda \cdot \frac{A}{S} \cdot (T_A - T_B)$$

Questa è l'espressione normalmente usata ma bisogna sempre ricordare il suo campo di validità :

La relazione è valida in regime di temperatura **STAZIONARIO**

In regime di temperatura **NON STAZIONARIO** invece il flusso di calore trasmesso è funzione della **Diffusività Termica “ a ”**

$$a = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p}$$

Trasmissione del calore per adduzione.

Finora abbiamo ricavato 3 espressioni fondamentali:

$$\left[q_i = \frac{Q}{\tau} = A \cdot \frac{\lambda}{S} \cdot (T_1 - T_2) \right] \quad \underline{\text{CONDUZIONE}}$$

$$\left[q_c = A \cdot h_c \cdot (T_a - T_b) \right] \quad \underline{\text{CONVEZIONE}}$$

$$q_r = A \cdot h_r \cdot (T' - T'') \quad \underline{\text{IRRAGGIAMENTO}}$$

Abbiamo anche detto che queste espressioni hanno delle limitazioni, ma essendo molto semplici, sono molto comode da utilizzare.

In molti problemi di trasmissione del calore, la trasmissione del calore per convezione e per irraggiamento coesistono. In questi casi si è soliti parlare di trasmissione del calore per adduzione.

In tal caso la quantità di calore trasmessa nel tempo unitario può essere espressa come:

$$q_A = \alpha \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \quad \text{ESPRESSIONE SIMILE ALLE PRECEDENTI}$$

dove “ α ” è *chiamato fattore di adduzione*. Se supponiamo che i fenomeni della convezione e dell’irraggiamento siano regolati dalle stesse temperature si ottiene:

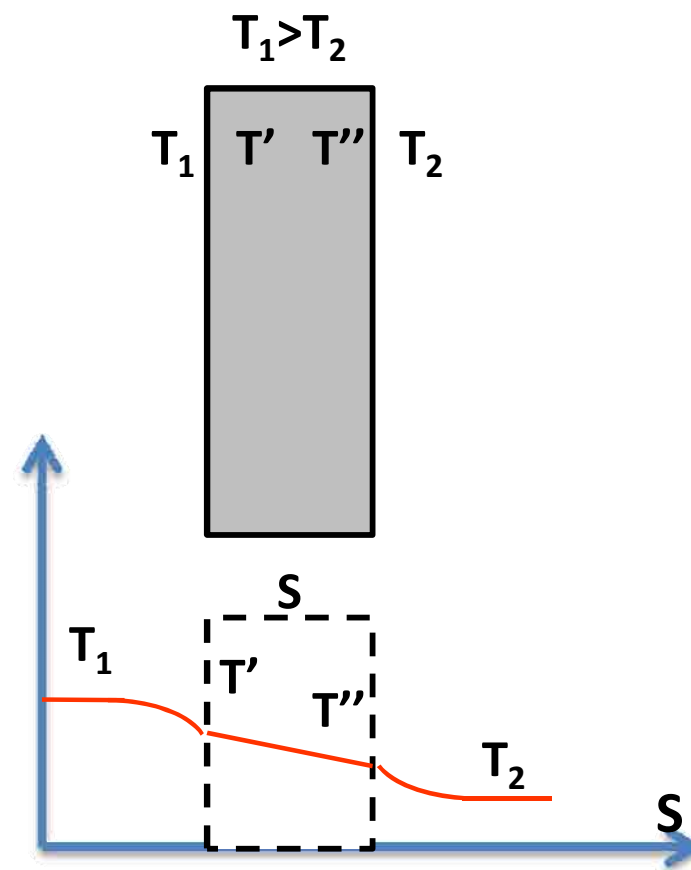
$$\alpha = h_c + h_r$$

ossia il fattore di adduzione è dato dalla somma del fattore di convezione h_c e di quello per irraggiamento h_r .

Parete piana omogenea posta tra due fluidi in regime stazionario

Immaginiamo di considerare due fluidi, tenuti a temperature diverse ma costanti nel tempo, separati da una parete piana di spessore " s " infinitamente estesa:

Le due superfici della parete (T' e T'') saranno delle superfici isoterme come pure tutti i piani ad essa parallela ed interni al divisorio.



Il flusso di calore compie il seguente percorso:

PASSAGGIO PER **ADDUZIONE** (α_e) dal fluido 1 (a temperatura T_1) alla prima faccia del divisorio (a temperatura T') avente area A:

$$q_{A1} = \left[\frac{Q}{\tau} = \alpha_e \cdot A \cdot (T_1 - T') \right]$$

PASSAGGIO PER **CONDUTTIVITA' TERMICA INTERNA** attraverso il divisorio:

$$q_{A2} = \left[\frac{Q}{\tau} = \lambda \cdot \frac{A}{s} \cdot (T' - T'') \right]$$

PASSAGGIO PER **ADDUZIONE** (α_i) dalla seconda faccia del divisorio (a temperatura T'') al fluido 2 (a temperatura T_2):

$$q_i = \left[\frac{Q}{\tau} = \alpha_i \cdot A \cdot (T'' - T_2) \right]$$

I due fluidi potrebbero essere ad esempio l'aria esterna e l'aria interna di un certo ambiente, separati da una parete di tamponamento.

Il flusso di calore passa dal fluido 1 alla prima faccia della parete, e dalla seconda faccia della parete al fluido 2 per convezione e irraggiamento.

$$\left[q_V = A \cdot h_C \cdot (T_1 - T') \right] \quad \text{CONVEZIONE}$$

$$q_r = A \cdot h_r \cdot (T_1 - T') \quad \text{IRRAGGIAMENTO}$$

Il calore trasmesso tra il fluido 1 e la faccia a temperatura T' della parete è dato dalla somma di questi due contributi.

$$q_A = q_V + q_r = A \cdot (h_V + h_r) \cdot (T_1 - T')$$

Stiamo supponendo che la trasmissione di calore per convezione e irraggiamento avvenga tra uguali differenze di temperatura. Abbiamo già detto che $a = h_v + h_r$ rappresenta il coefficiente di adduzione.

ADDUZIONE = convezione + irraggiamento se avvengono tra uguali ΔT .

Si noti che espressioni di questo tipo sono molto comode da utilizzare, infatti il valore di a si trova nelle tabelle UNI.

In regime stazionario, la quantità di calore che passa dal primo fluido al divisorio, deve essere uguale a quella che attraversa il divisorio e a quella che è ceduta al fluido 2. Pertanto

$$q_A = q_{A1} = q_i$$

sono uguali.

Per trovare il calore che ha attraversato la parete, basta esplicitare le espressioni trovate rispetto alle differenze di temperatura:

$$T_1 - T' = \frac{q}{A \cdot \alpha_e}$$

$$T' - T'' = \frac{q}{A} \cdot \frac{s}{\lambda}$$

$$T'' - T_2 = \frac{q}{A \cdot \alpha_i}$$

Sommando membro a membro otteniamo:

$$q = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} \cdot (T_1 - T_2) = A \cdot U \cdot (T_1 - T_2)$$

dove α_i è il coefficiente di adduzione interna e α_e il coefficiente di adduzione esterna.

La quantità:
$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}}$$

viene chiamata **trasmissione** della parete, e si misura in:

$$U = \frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$$

$$U = \frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}}$$

Flusso di calore:

$$\frac{Q}{\tau} = q = A \cdot U \cdot (T_1 - T_2)$$

Energia fluita attraverso la parete considerata nell'unità di tempo
Joule/tempo in altre parole potenza istantanea dispersa Watt.

Dove:

Q = energia dispersa o fluita attraverso la parete [J];

τ = tempo in secondi;

q = potenza istantanea dispersa attraverso la parete;

A = area della parete considerata [m²];

U = trasmittanza della parete considerata [W/m²K];

T₁ = Temperatura maggiore;

T₂ = Temperatura minore;

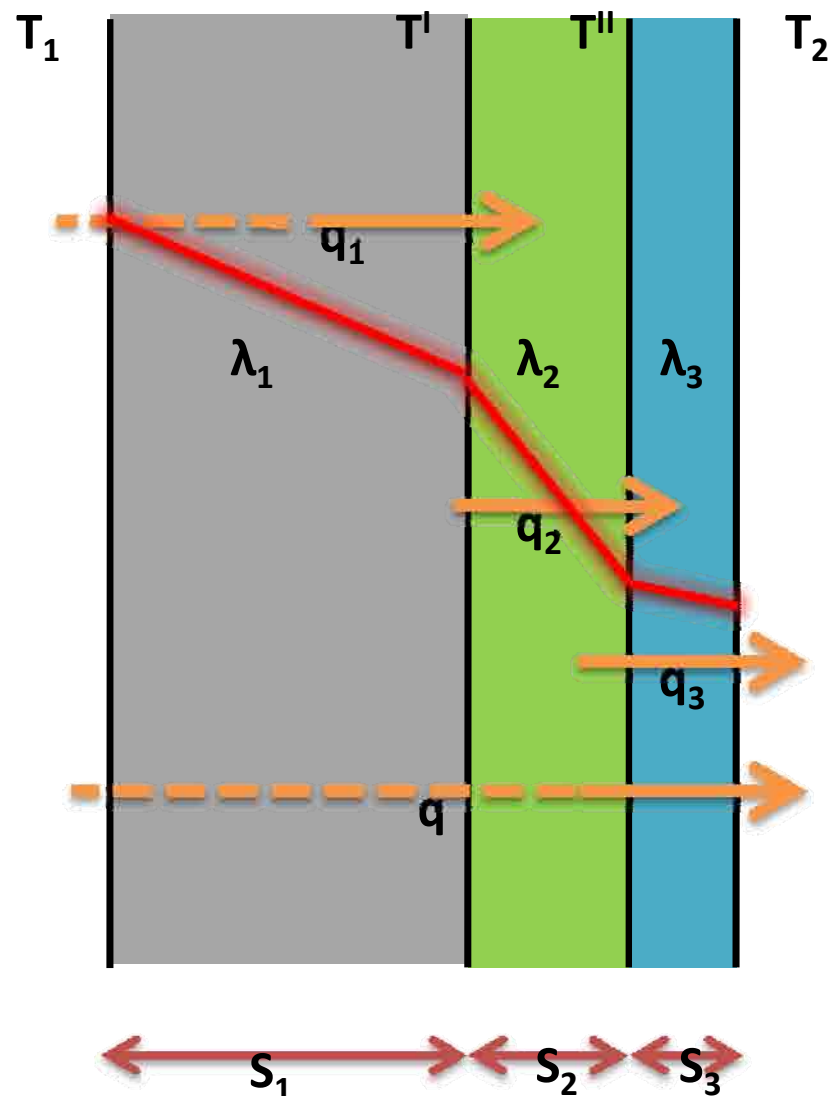
In regime stazionario il flusso che passa attraverso i vari strati è lo stesso:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q$$

$$1) \quad q_1 = \frac{Q_1}{\tau} = \frac{(T_1 - T^I)}{S_1} \cdot \lambda_1$$

$$2) \quad q_2 = \frac{\lambda_2}{S_2} \cdot (T^I - T^{II})$$

$$3) \quad q_3 = \frac{\lambda_3}{S_3} \cdot (T^{II} - T_2)$$



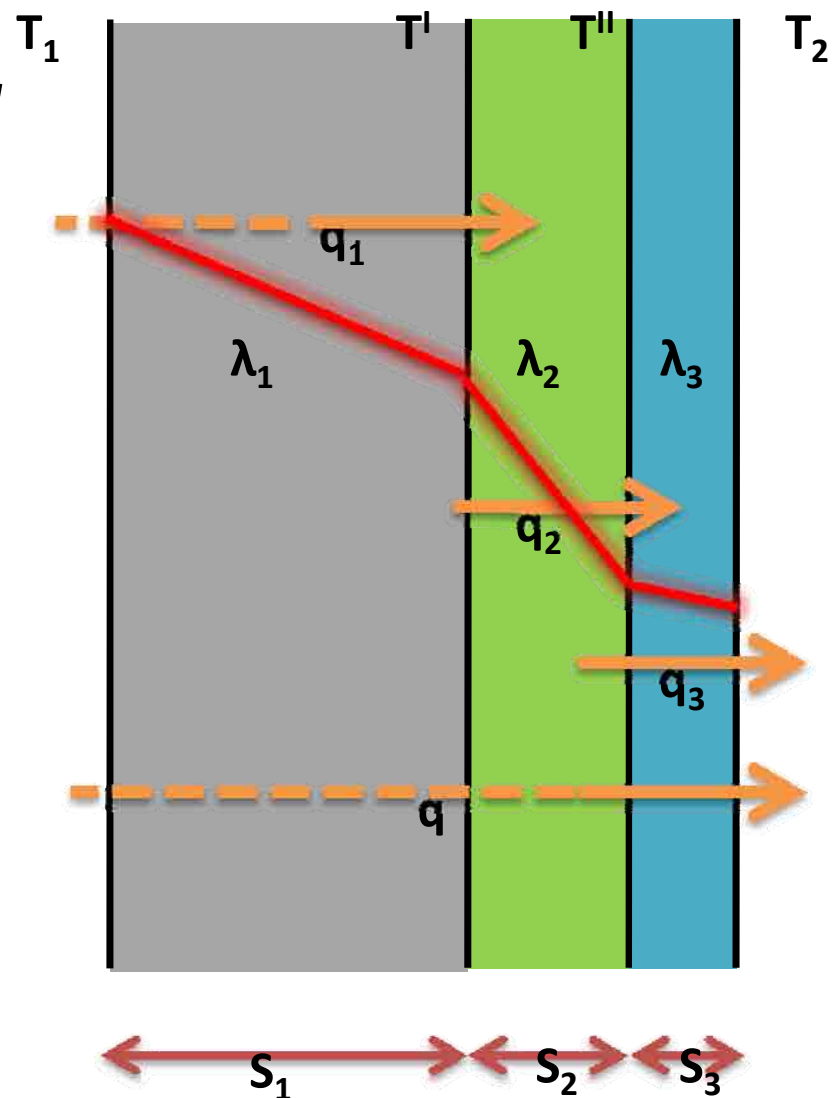
Sulla base di questa uguaglianza possiamo anche scrivere:

$$q_1 = q_2 = q_3 = q$$

$$1) \quad q \cdot \frac{s_1}{\lambda_1} = T_1 - T^I$$

$$2) \quad q \cdot \frac{s_2}{\lambda_2} = T^I - T^{II}$$

$$3) \quad q \cdot \frac{s_3}{\lambda_3} = T^{II} - T_2$$



PROFILO DELLE TEMPERATURE

Flusso totale disperso dalla parete

$$q = A \cdot U \cdot (T_i - T_e) = A \cdot \frac{1}{R_{tot}} \cdot (T_i - T_e)$$

Flusso disperso dai singoli strati

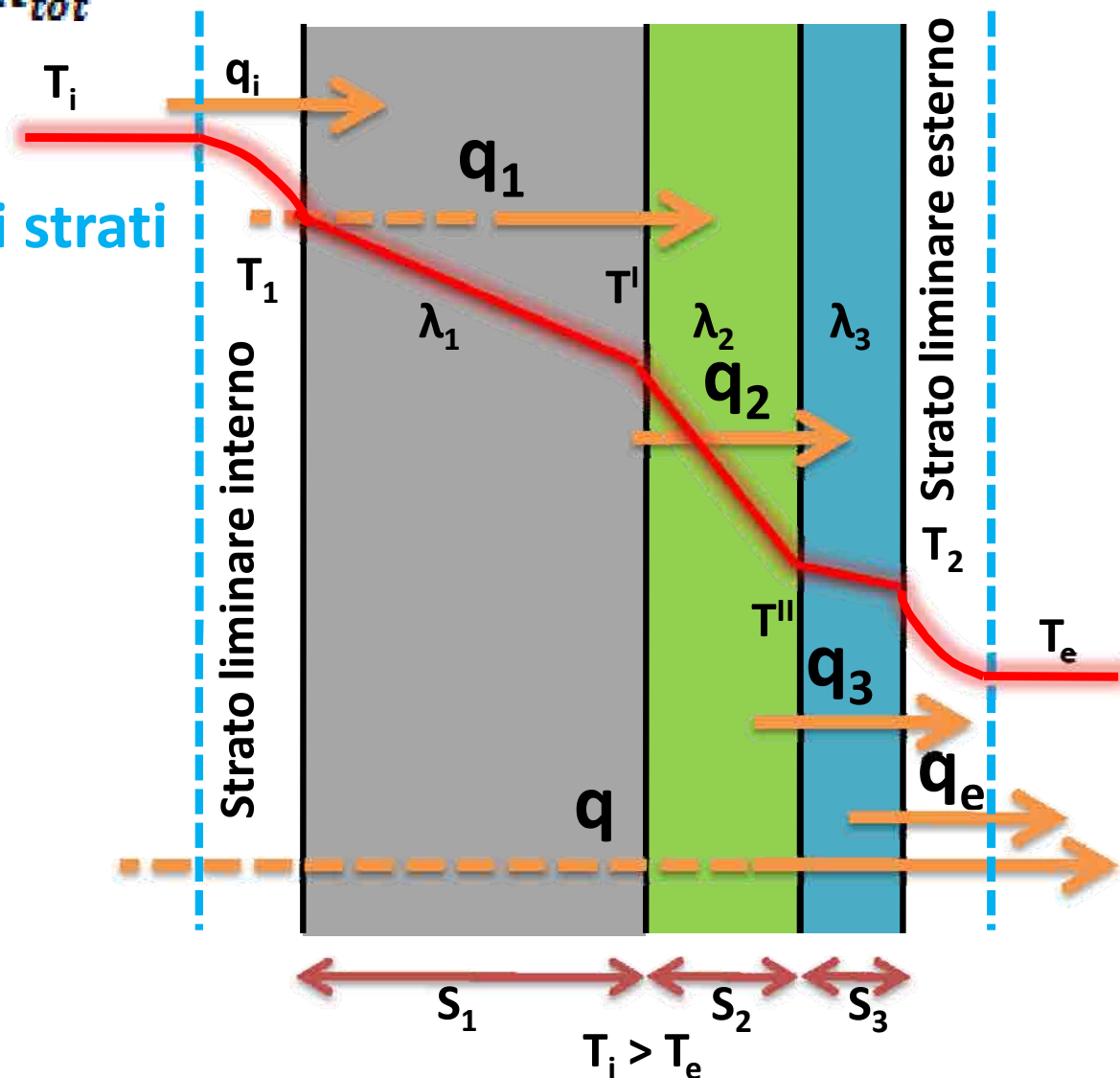
$$q_i = A \cdot \frac{1}{R_i} \cdot (T_i - T_1)$$

$$q_1 = A \cdot \frac{1}{R_1} \cdot (T_1 - T^I)$$

$$q_2 = A \cdot \frac{1}{R_2} \cdot (T^I - T^{II})$$

$$q_3 = A \cdot \frac{1}{R_3} \cdot (T^{II} - T_2)$$

$$q_e = A \cdot \frac{1}{R_e} \cdot (T_2 - T_e)$$



TRACCIAMO IL PROFILO DELLE TEMPERATURE

Essendo i Flussi dei singoli strati uguali a flusso totale scriviamo:

$$q_i = q_1 = q_2 = q_3 = q_e = q$$

Uguagliando e risolvendo
l'equazioni precedenti

$$T_1 = T_i - \frac{R_i}{R_{tot}} \cdot (T_i - T_e)$$

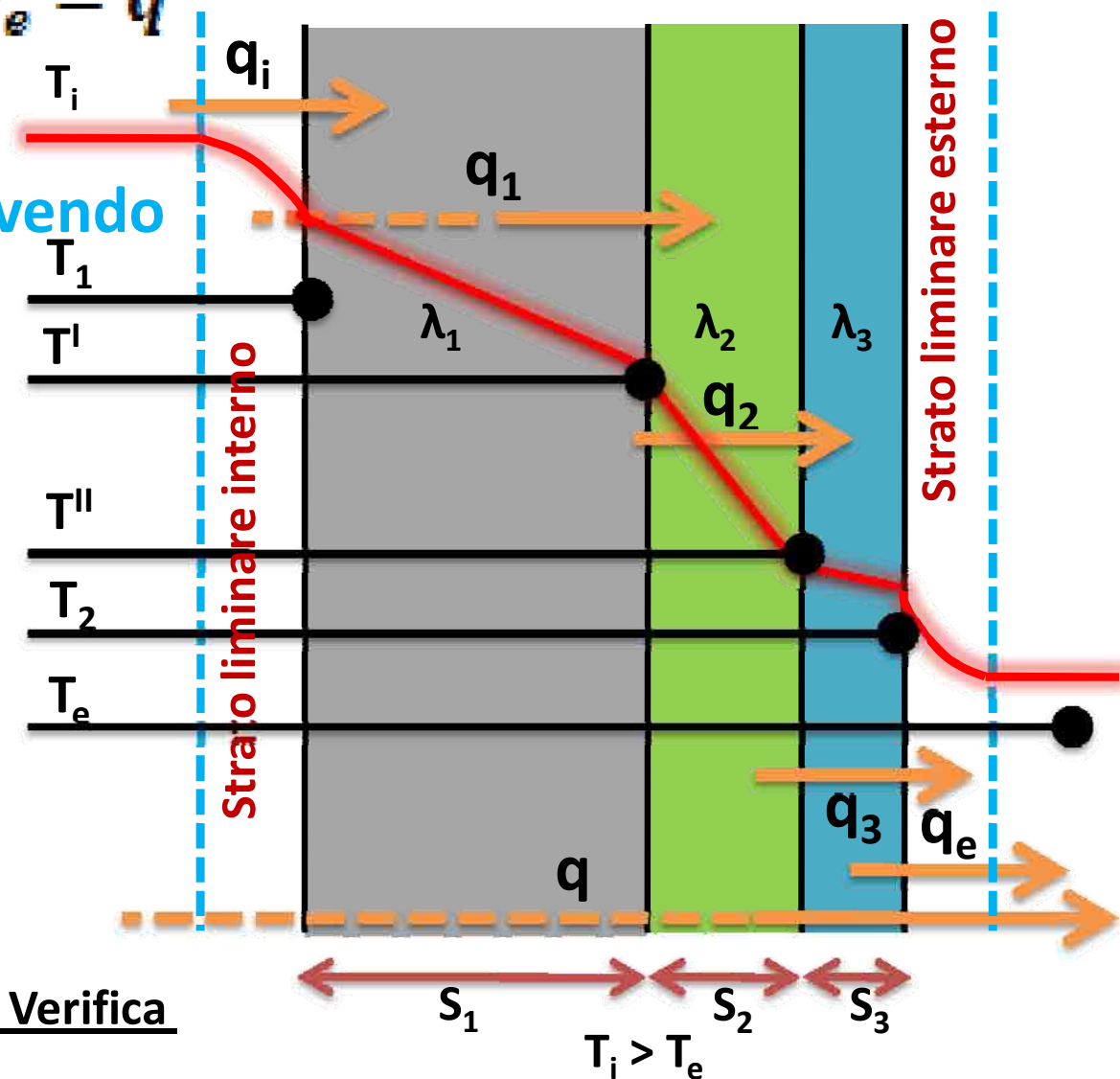
$$T^I = T_1 - \frac{R_1}{R_{tot}} \cdot (T_i - T_e)$$

$$T^{II} = T^I - \frac{R_2}{R_{tot}} \cdot (T_i - T_e)$$

$$T_2 = T^{II} - \frac{R_3}{R_{tot}} \cdot (T_i - T_e)$$

$$T_e = T_2 - \frac{R_e}{R_{tot}} \cdot (T_i - T_e)$$

Per Verifica

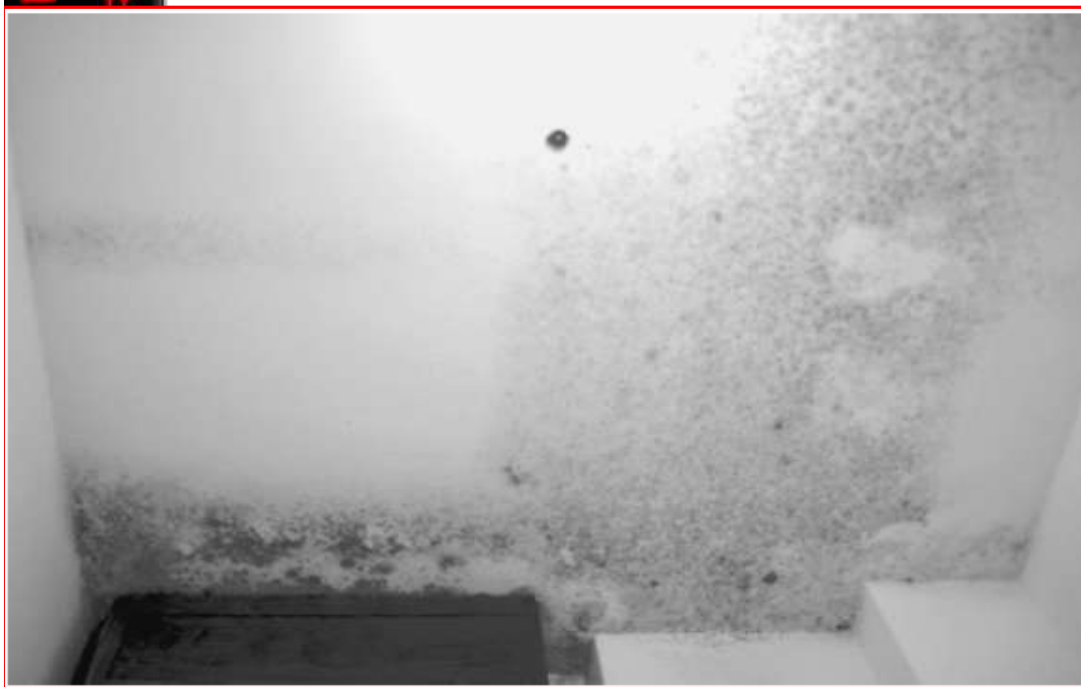


La Condensa

Verifica della condensa

All'interno degli edifici si ha sempre una produzione di vapore che si aggiunge alla quantità presente nell'aria umida nelle condizioni termoigrometriche in cui si trova. Tali sorgenti possono essere, ad esempio, le stesse persone che producono mediamente circa 30 g/h di vapore in condizioni di attività normale.

LA CONDENSA SUPERFICIALE SI FORMA QUANDO LA TEMPERATURA DELLA PARETE E' MINORE DELLA TEMPERATURA DI RUGIADA DELL'ARIA UMIDA



Comma 8 Allegato I D.Lgs 311/06

Condensa pareti opache Verificare l'assenza di condensa superficiale e che la condensa interstiziale non sia superiore alla qualità rievaporabile. In mancanza di dati si assume:

$$T_{\text{interna}} = 20^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Umidità interna} = 65\%$$

DIAGRAMMA PSICROMETRICO ASHRAE

Umidità specifica X (g/Kg)

Diagramma Psicrometrico

Unità SI

Temperatura da 0°C a +50°C

Pressione 101,325 kPa

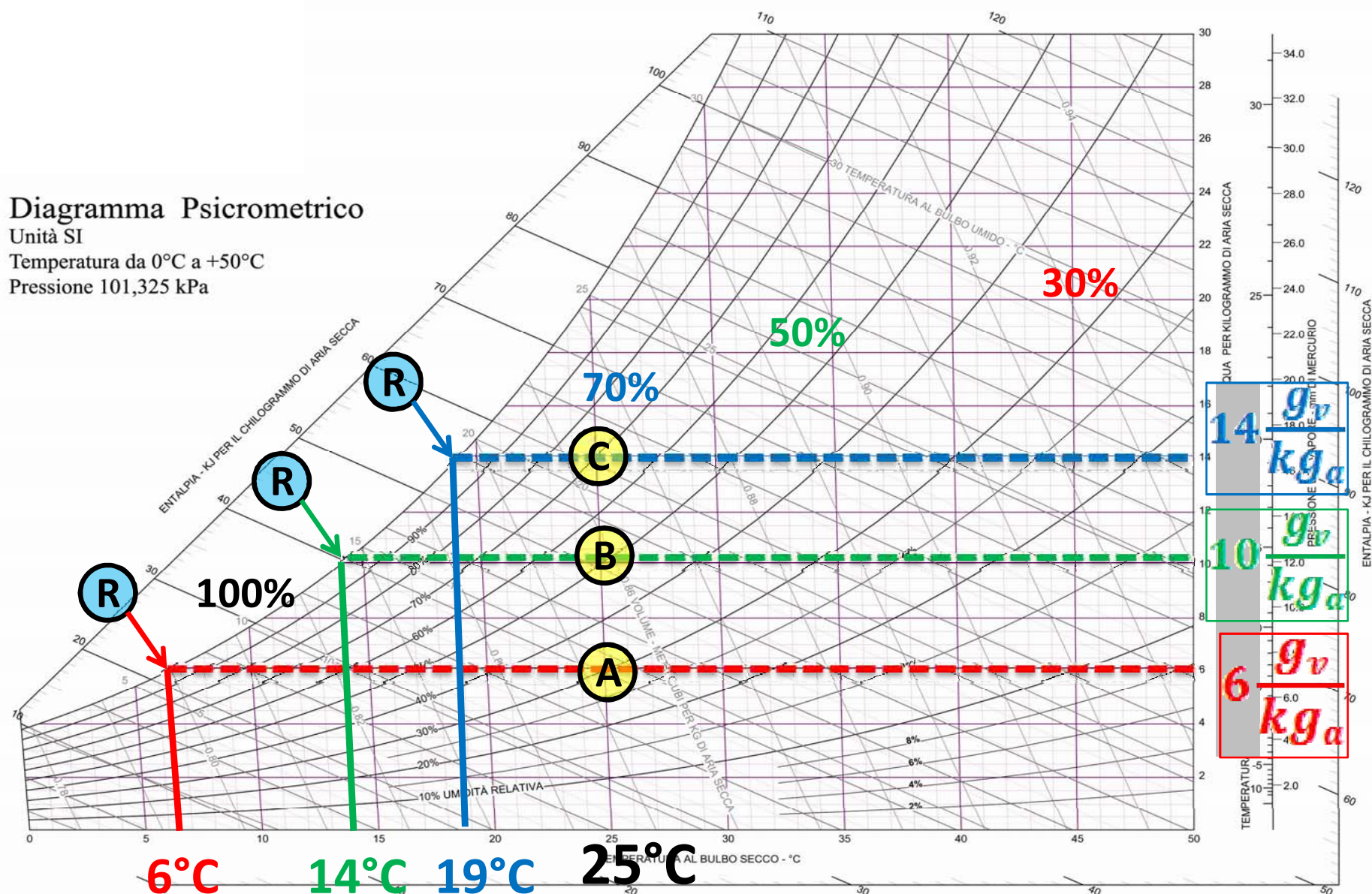


DIAGRAMMA PSICROMETRICO ASHRAE

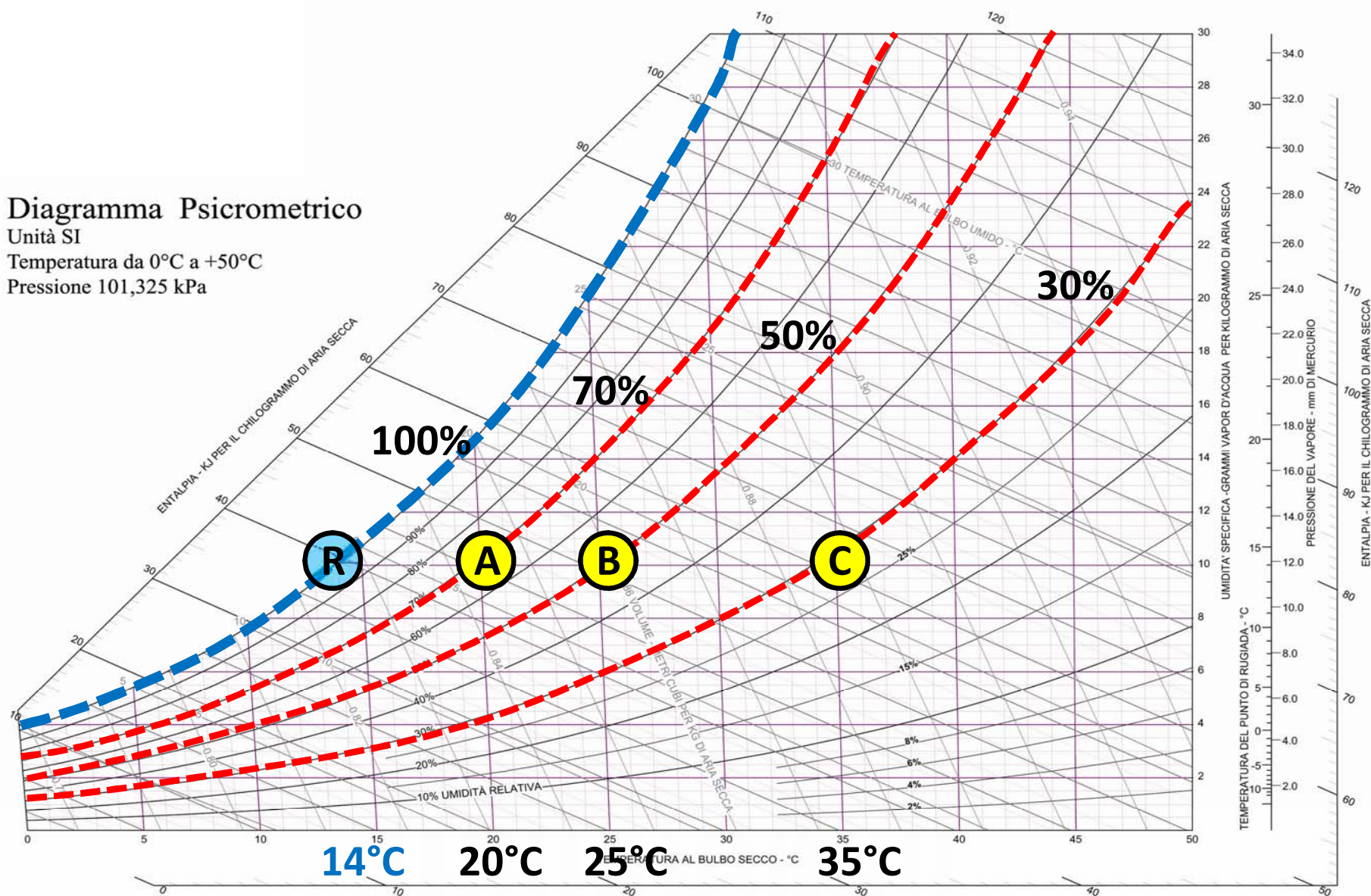
Umidità relativa U.R. (%)

Diagramma Psicrometrico

Unità SI

Temperatura da 0°C a +50°C

Pressione 101,325 kPa



Metodo di calcolo

Verifica della condensa

Legge di Fick

La legge di Fick afferma che la portata di massa di vapore che si diffonde in un materiale poroso in una certa direzione, in condizioni stazionarie, è proporzionale al gradienti di pressione parziale ed all'area della superficie nella direzione normale a quella considerata, attraverso un coefficiente dipendente dal materiale, chiamato coefficiente di diffusione o permeabilità

$$g = \frac{p_a - p_b}{\frac{1}{\beta'_a} + \frac{s}{\delta} + \frac{1}{\beta'_b}}$$

Dove:

g (kg/m²s) = portata di vapore diffuso per unità di area di parete;

p_a , p_b (Pa) = pressioni parziali del vapor d'acqua nei due ambienti separati dalla parete;

δ (kg m/N s = (kg/m s Pa) permeabilità del materiale che compone la parete;

S = Spessore dello strato considerato in metri.

β' = coefficiente liminare di diffusione (**trascurabili**).

Metodo di calcolo "definizioni"

Verifica della condensa

Resistenza alla diffusione del vapore

$$r_{dm} = \frac{s}{\delta_m}$$

Dove:

δ_m (kg m/N s) = (kg/m s Pa) permeabilità del materiale che compone la parete;

S = Spessore dello strato considerato in metri.

Resistenza alla diffusione del vapore di pareti multistrato

$$Z_{tot,v} = \sum_{i=1}^n r_{dm,i} = \sum_{i=1}^n \frac{s_i}{\delta_{m,i}}$$

Metodo di calcolo "definizioni"

Verifica della condensa

L'inverso della Resistenza alla diffusione del vapore si definisce Permeanza

$$\mathcal{P} = P = \left(\cancel{\frac{1}{\beta'_a}} + \sum_{n=1}^N \frac{s_n}{\delta_n} + \cancel{\frac{1}{\beta'_b}} \right)^{-1}$$

Permeanza (formula semplificata).

$$\mathcal{P} = P = \left(\sum_{i=1}^n \frac{s_i}{\delta_{m,i}} \right)^{-1}$$

Metodo di calcolo “pressione di vapore di saturazione”

La pressione di vapore di saturazione può essere espressa in funzione della temperatura con la seguente formula

$$p_{vs} = 611.85 e^{\left(\frac{17,502 \cdot t}{240,9 + t}\right)}$$

Dove:

P_{vs} = pressione del vapore di saturazione espressa in [Pa];

t = temperatura dell'aria espressa in [°C].

Pressione di vapore parziale

$$p_v = p_{vs} \cdot \varphi$$

Dove:

P_v = pressione del vapore parziale espressa in [Pa];

P_{vs} = pressione del vapore di saturazione espressa in [Pa];

φ = umidità relativa espressa in [%].

Metodo Grafico “LA VERIFICA DI GLASER”

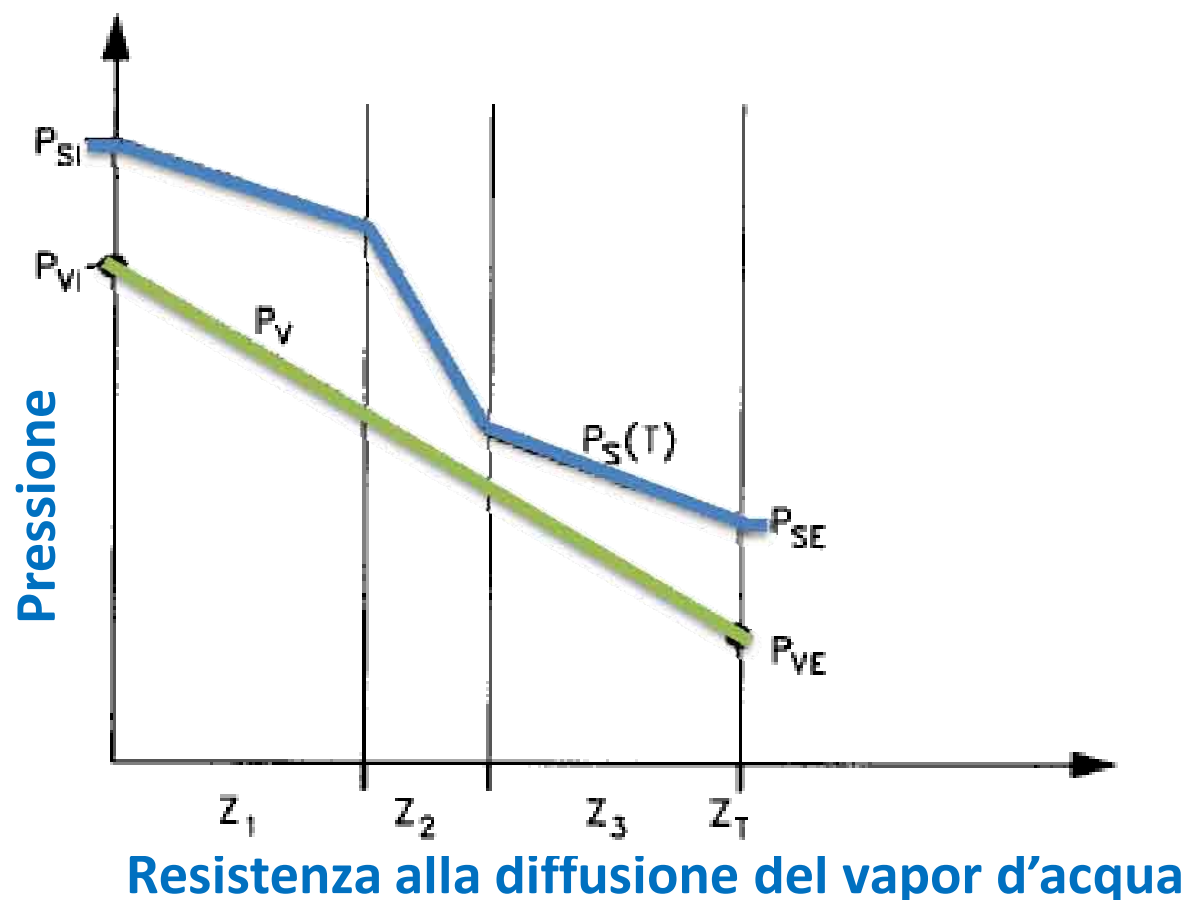
Per la verifica della diffusione del vapore attraverso le pareti si utilizza il metodo di *Glaser*. Esso si basa su alcune ipotesi semplificative, e in particolare:

1. Il regime si suppone *stazionario*;
2. Il modello è *monodimensionale*;
3. Si suppone che il vapore sia trasportato solamente per diffusione.

Di solito si trascurano le resistenze al trasporto convettivo del vapore in corrispondenza delle interfacce pareti interne e/o esterne e l'aria e pertanto si pongono p'_{vi} e p'_{ve} pari alle pressioni parziali del vapore all'interno e all'esterno dell'ambiente.

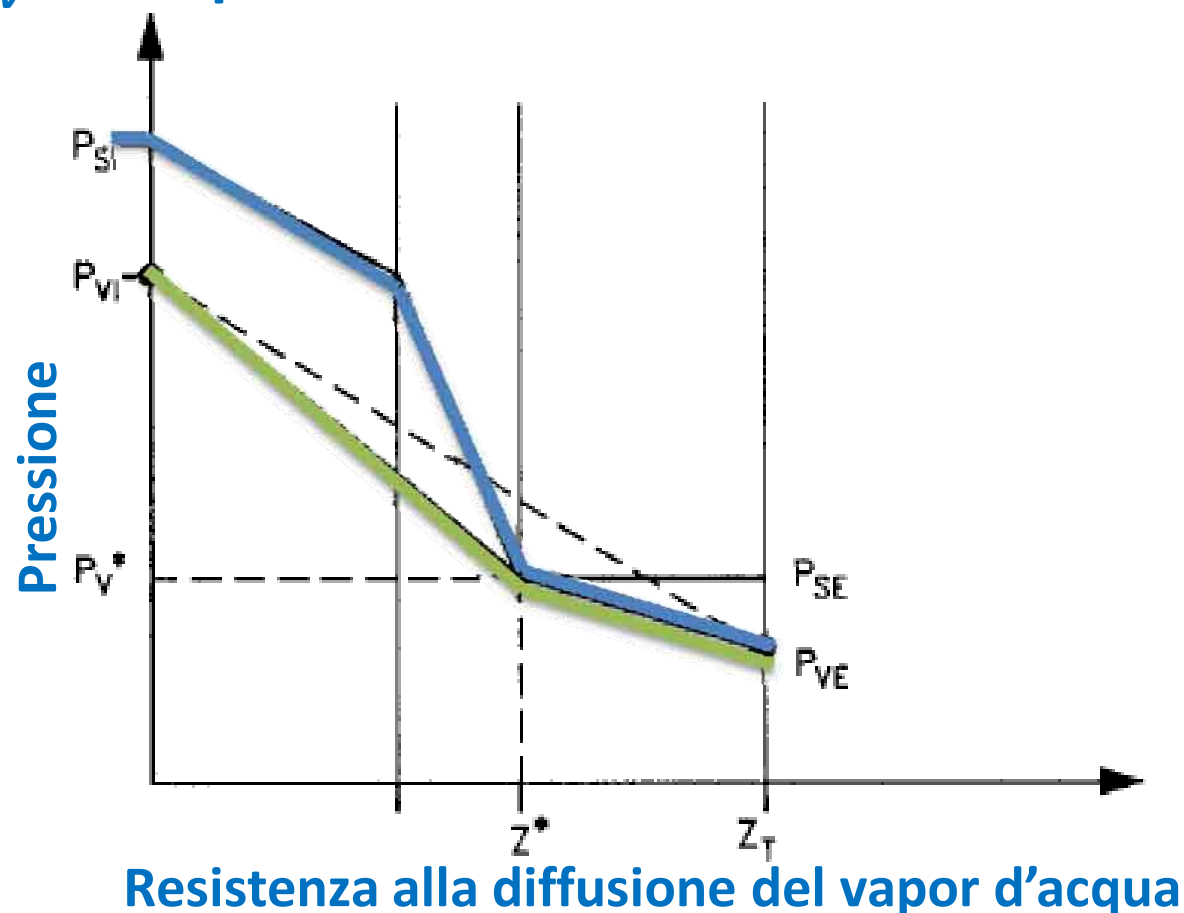
Metodo Grafico “LA VERIFICA DI GLASER”

Se non si ha formazione di condensa risulta $g_v = \text{costante}$ e allora l'andamento della pressione di vapore in corrispondenza dei vari strati è funzione lineare della resistenza z_T .



Metodo Grafico "LA VERIFICA DI GLASER"

Se la pressione parziale del vapore, p_v , supera la pressione di saturazione, p_s , alla temperatura corrispondente allora si ha la formazione della condensa e quindi si dovrà ridurre la portata di vapore g_v della quantità di condensa formatasi.



Metodo di calcolo “LA VERIFICA DI GLASER”

Non è necessario imporre che la condensa interna dei materiali sia nulla ma è sufficiente imporre che essa, W_c sia pari al contenuto massimo di acqua previsto per il dato materiale.

$$W_c + W_e \leq 0$$

$$W_c \leq W_{amm}$$

Dove:

W_c = Condensa interna del materiale considerato;

W_{amm} = Contenuto di acqua massimo previsto per il materiale considerato;

W_e = Quantità d'acqua vaporizzabile durante la stagione estiva.

ANALOGIA CONCETTUALE TRA IL FLUSSO DI CALORE E IL FLUSSO DI VAPORE

<i>Trasmissione del calore</i>			<i>Diffusione del vapore</i>		
<i>Nome</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Unità misura</i>	<i>Nome</i>	<i>Simbolo</i>	<i>Unità misura</i>
<i>trasmissanza</i>	$U = 1/R_G = 1/\Sigma R_i$	(W/m^2K)	<i>permeanza</i>	$\Pi = 1/R_{vt} = 1/\Sigma R_{vi}$	$(g/m^2 s Pa)$
<i>conducibilità termica</i>	λ	(W/mK)	<i>permeabilità al vapore</i>	δ	$(g/m s Pa)$
<i>resistenza termica</i>	$R_i = s_i / \lambda_i$	(m^2K/W)	<i>resistenza al flusso di vapore</i>	$R_{vi} = s_i / \delta_i$	$(m^2 s Pa/g)$
<i>differenza di temperatura</i>	ΔT	$(K) \text{ o } (^{\circ}C)$	<i>differenza di pressione</i>	Δp	(Pa)
<i>potenza termica</i>	$Q = U S (\Delta T)$	(W)	<i>flusso di vapore</i>	$\Phi = \Pi S (\Delta p)$	(g/s)

Barriera al vapore

Verifica della condensa

<i>Materiale</i>	<i>Permeabilità $\delta \times 10^{-9}$</i>	<i>Fattore di Resistenza μ</i>
<u>Calcestruzzo</u>	Kg/m h Pa	<i>adimensionale</i>
Magro, di sabbia e ghiaia	7	100
Armato, di sabbia e ghiaia	14	50
Di argilla espansa (1100 kg/m ³)	65	10
<u>Intonaco</u>		
Plastico, per esterno	45	15
Gesso	85	8
Cemento e sabbia	22	30
<u>Muratura</u>		
Mattoni pieni	65	10
Blocchi cementizi	75	9
Laterizio forato	85	8
Pietra naturale (2000 kg/m ³)	25	28

Barriera al vapore

Verifica della condensa

<i>Materiale</i>	<i>$\delta \times 10^{-9}$</i>	<i>μ</i>
<u>Pannelli lignei</u>		
Legno duro compatto	14	50
Legno Compensato	3.5	200
Truciolare collato	14	50
Truciolare fortemente collato	7	100
<u>Fibre minerali</u>		
Fibra di vetro (30 kg/m ³)	330	2
Fibra di coppa di altoforno (100kg/m ³)	135	5
<u>Materie plastiche</u>		
Polistirolo espanso (30 kg/m ³)	7	100
Poliuretano espanso (40 kg/m ³)	11	60
<u>Barriere al vapore</u>		
Polietilene (s=0.1mm)	0.017	40x10 ³
Polietilene (s=0.3mm)	0.005	120x10 ³
Alluminio (s=0.025mm)	0.190x10 ⁻⁶	3.5x10 ⁹
Bitume	0.011	60x10 ³

Barriera al vapore

Schema muratura a cassetta con interposto isolante termico e relativo andamento delle temperature interne

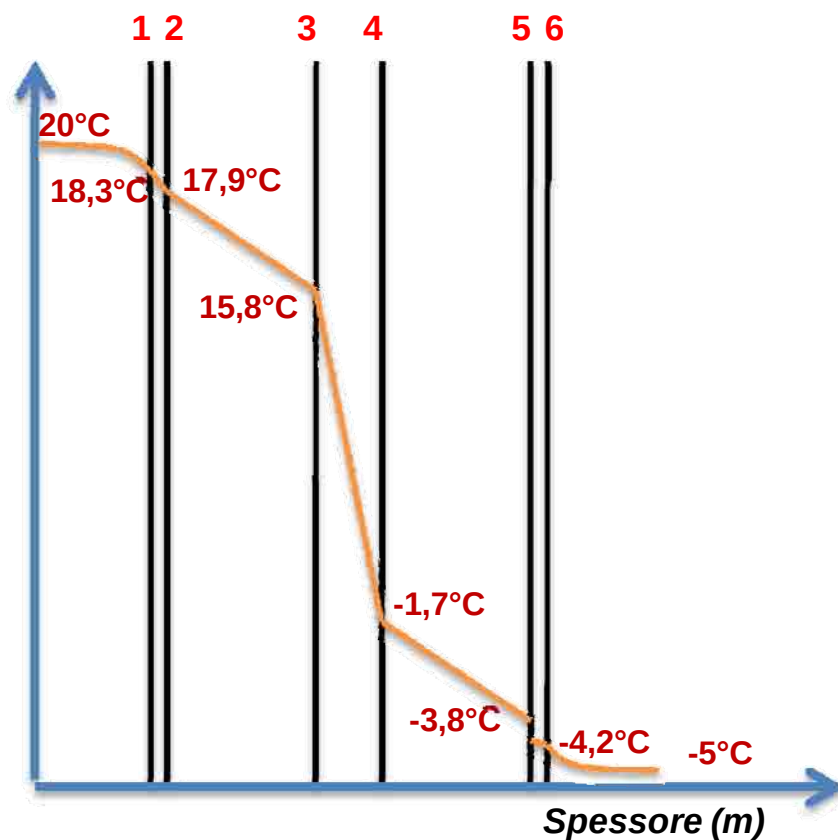
Stratigrafia:

1=Intonaco

2=Mattone pieno

3=Lana di vetro

Andamento delle temperature nella parete



Verifica della condensa

$$T_1 = T_{pi} = 20 - 14 * (1/8) = 18,3^{\circ}\text{C}$$

$$T_2 = 18,3 - 14 * (0,02/0,80) = 17,9^{\circ}\text{C}$$

$$T_3 = 17,9 - 14 * (0,12/0,81) = 15,8^{\circ}\text{C}$$

$$T_4 = 15,8 - 14 * (0,05/0,04) = -1,7^{\circ}\text{C}$$

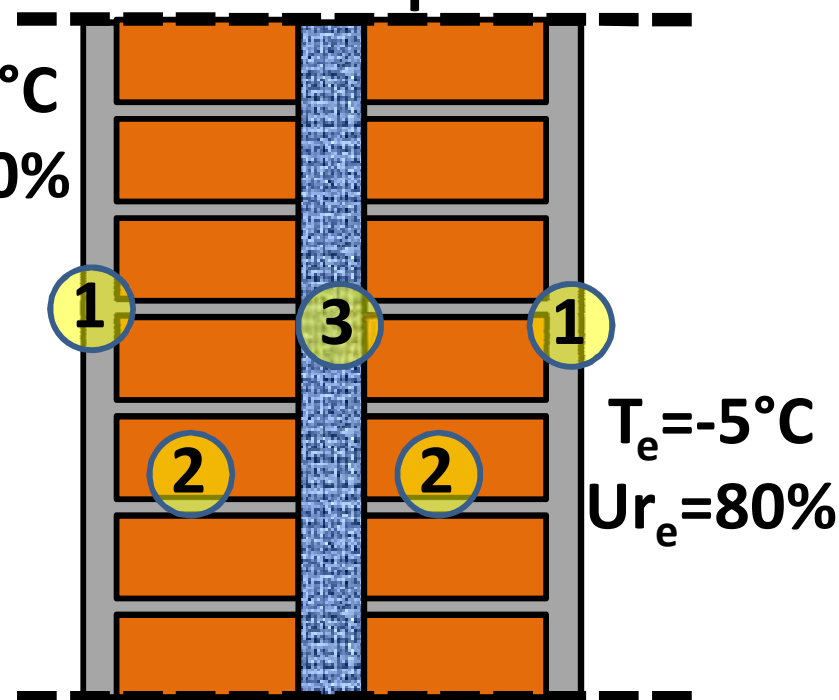
$$T_5 = -1,7 - 14 * (0,12/0,81) = -3,8^{\circ}\text{C}$$

$$T_6 = 3,8 - 14 * (0,02/0,69) = -4,2^{\circ}\text{C}$$

Muratura a cassetta con isolante termico interposto

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

$$U_{r_i} = 50\%$$



Barriera al vapore

Verifica della condensa

Si calcola il valore della pressione parziale del vapore nelle condizioni di saturazione p_s in corrispondenza della superficie di ogni strato di materiale, in funzione della temperatura superficiale di ogni singolo strato utilizzando la formula:

$$p_{vs} = 611.85 e^{\left(\frac{17,502 \cdot t}{240,9 + t}\right)}$$

$$T_1 = T_{pi} = 18,3 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s1} = 2103 \text{ Pa}$$

$$T_2 = 17,9 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s2} = 2049 \text{ Pa}$$

$$T_3 = 15,8 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s3} = 1794 \text{ Pa}$$

$$T_4 = - 1,7 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s4} = 530 \text{ Pa}$$

$$T_5 = - 3,8 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s5} = 445 \text{ Pa}$$

$$T_6 = T_{pe} = - 4,2 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s6} = 429 \text{ Pa}$$

Barriera al vapore

Verifica della condensa

Si calcola il valore degli spessori equivalenti di ogni singolo strato di materiale, definiti come il prodotto dello spessore reale del materiale per il corrispondente valore della resistenza al passaggio del vapore del relativo materiale, cioè: $s'_i = s_i \mu_i$

Fattore di resistenza relativo alla diffusione del vapore dato dal rapporto:

$$\mu_{ra} = \frac{r_{dm}}{r_{da}}$$

$$s'_{\text{intonaco}} = 0,02 \cdot 15 = 0,3 \text{ m}$$

$$s'_{\text{mattoni}} = 0,12 \cdot 10 = 1,2 \text{ m}$$

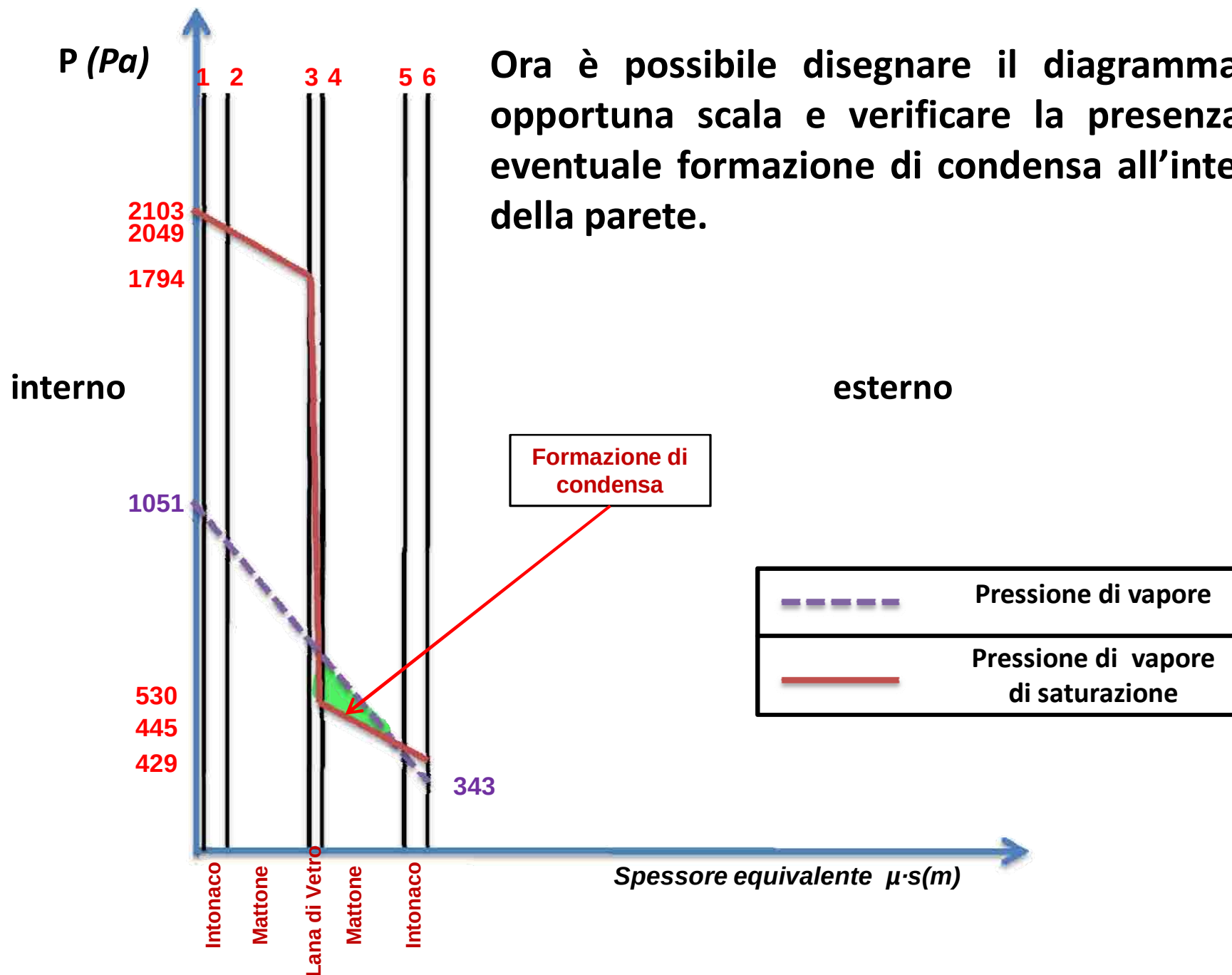
$$s'_{\text{isolante}} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ m}$$

$$s'_{\text{mattoni}} = 0,12 \cdot 10 = 1,2 \text{ m}$$

$$s'_{\text{intonaco}} = 0,02 \cdot 15 = 0,3 \text{ m}$$

Barriera al vapore

Verifica della condensa



Barriera al vapore

Utilizzo di una barriera al vapore in polietilene dello spessore di 0,1 mm posizionata sul lato caldo della parete, cioè partendo dall'interno, prima dell'isolante termico

dal punto di vista termico, tale barriera determina un apporto trascurabile avendo una resistenza termica molto bassa, per cui si può considerare inalterato il valore della trasmittanza e della potenza termica trasmessa attraverso la parete rispetto al caso iniziale descritto.

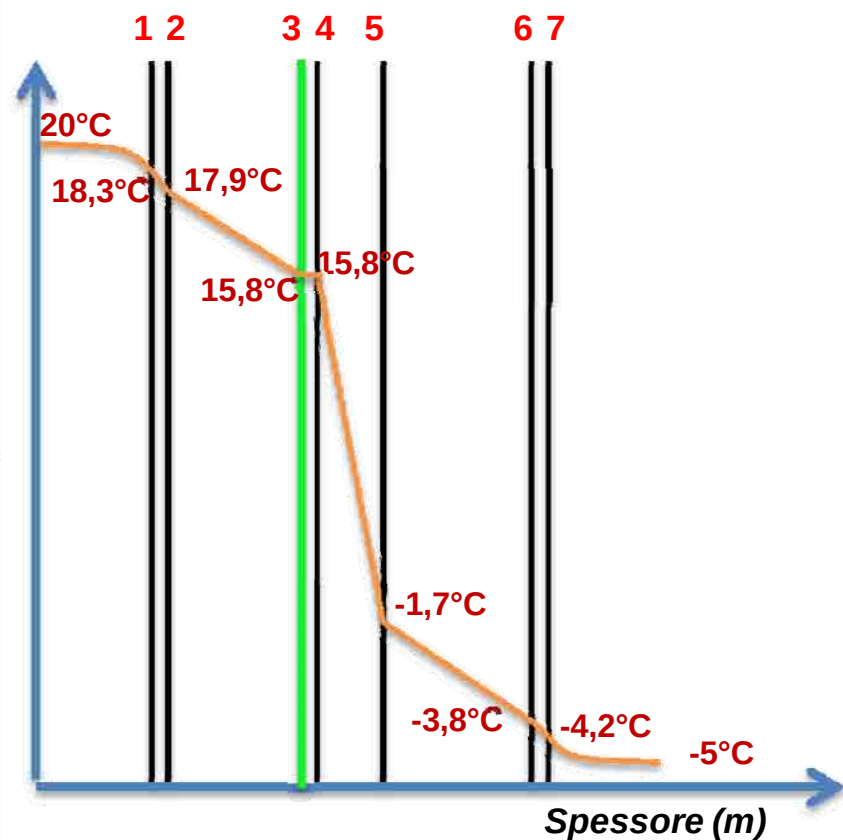
Barriera al vapore

Verifica della condensa

Di conseguenza rimangono invariati i valori delle temperature superficiali in corrispondenza di ogni singolo strato della parete e quindi anche l'andamento delle stesse, con l'unica differenza che si avrà uno strato di materiale in più.

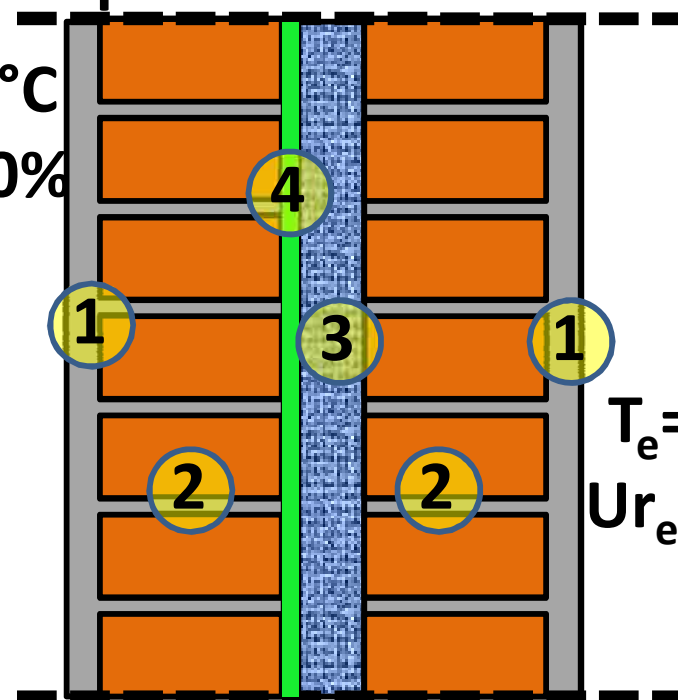
Muratura a cassetta con isolante termico interposto e barriera al vapore

Andamento delle temperature nella parete



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

$U_{r_i} = 50\%$



$T_e = -5^\circ\text{C}$

$U_{r_e} = 80\%$

Stratigrafia: 1=Intonaco 2=Mattone pieno
3=Lana di vetro 4=Barriera al Vapore

Barriera al vapore

Rimanendo inalterato l'andamento delle temperature interne alla parete, non cambia il valore della pressione parziale del vapore nelle condizioni di saturazione p_s in corrispondenza della superficie di ogni strato di materiale, con la differenza che ora si avrà uno strato di materiale in più:

$$T_1 = T_{pi} = 18,3 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s1} = 2103 \text{ Pa}$$

$$T_2 = 17,9 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s2} = 2049 \text{ Pa}$$

$$T_3 = 15,8 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s3} = 1794 \text{ Pa}$$

$$T_4 = 15,8 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s4} = 1794 \text{ Pa}$$

$$T_5 = - 1,7 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s5} = 530 \text{ Pa}$$

$$T_6 = - 3,8 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s6} = 445 \text{ Pa}$$

$$T_7 = T_{pe} = - 4,2 \text{ °C} \quad \Rightarrow \quad p_{s7} = 429 \text{ Pa}$$

Barriera al vapore

Si calcola il valore degli spessori equivalenti di ogni singolo strato di materiale, definiti come il prodotto dello spessore reale del materiale per il corrispondente valore della resistenza al passaggio del vapore del relativo materiale, cioè $s'_i = s_i \mu_i$;

$$s'_{\text{intonaco}} = 0,02 \cdot 15 = 0,3 \text{ m}$$

$$s'_{\text{mattoni}} = 0,12 \cdot 10 = 1,2 \text{ m}$$

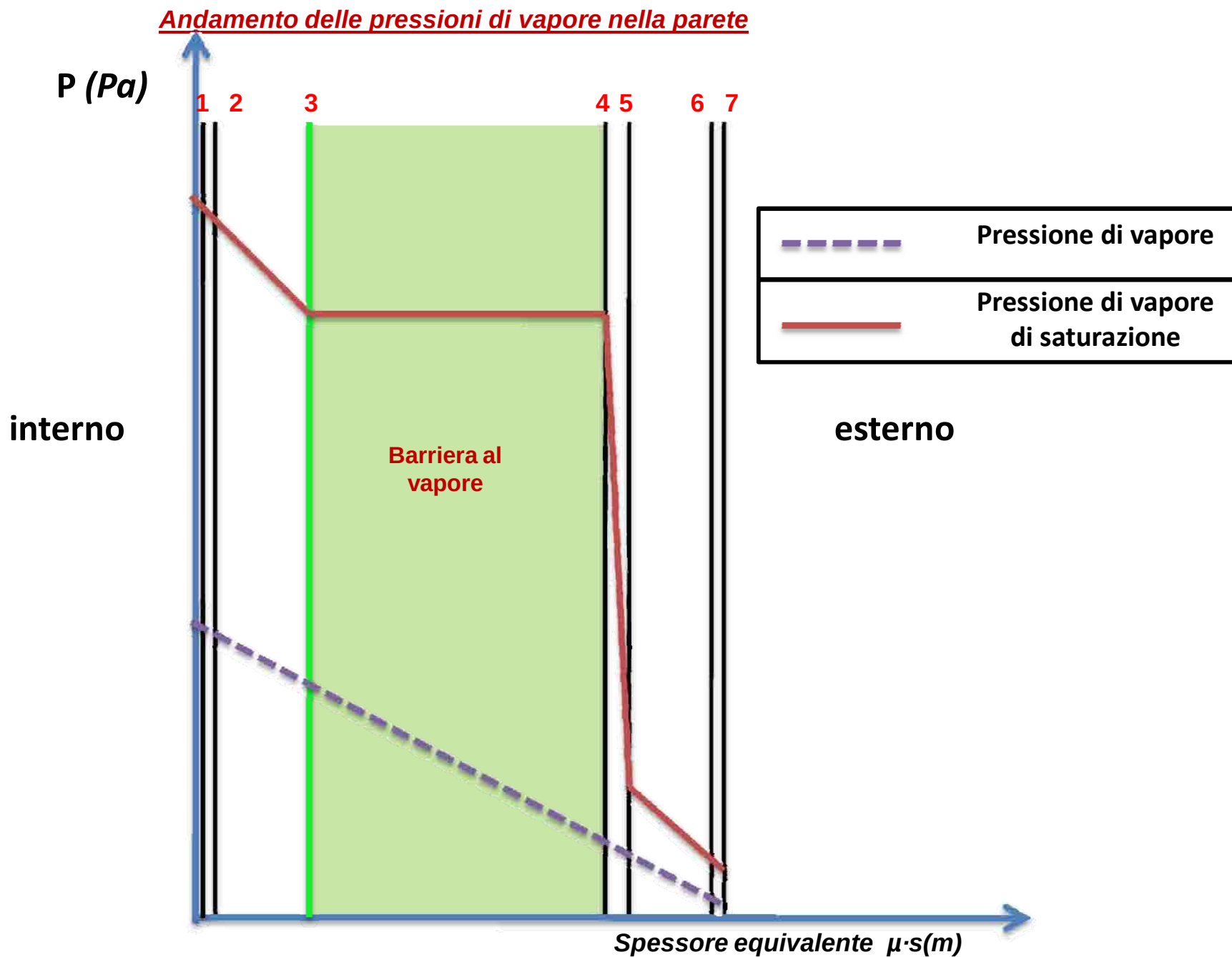
$$s'_{\text{isolante}} = 0,05 \cdot 2 = 0,1 \text{ m}$$

$$s'_{\text{barriera}} = 0,1 \cdot 10^{-3} \cdot 40 \cdot 10^3 = 4 \text{ m}$$

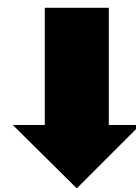
$$s'_{\text{mattoni}} = 0,12 \cdot 10 = 1,2 \text{ m}$$

$$s'_{\text{intonaco}} = 0,02 \cdot 15 = 0,3 \text{ m}$$

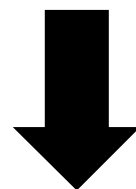
Barriera al vapore



Scopo della Certificazione o attestazione energetica

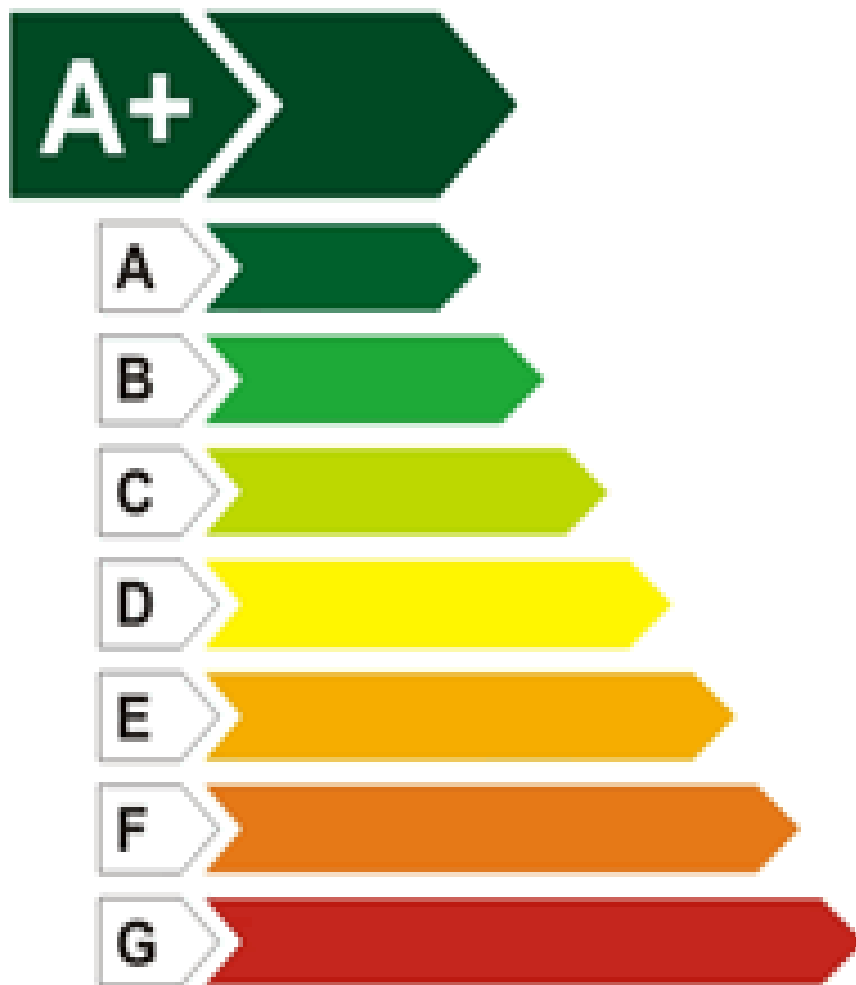


L'obiettivo è Promuovere il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici



Dando all'utenza finale un documento di facile lettura.

TARGA ENERGETICA





Decreto legislativo 311/2006

Certificato energetico

Riscaldamento

Produzione ACS

Produzione Energia da
fonti rinnovabile

ATTESTATO DI

QUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tipo di edificio

E.1(1,2) Edifici residenziali

Ubicazione

Quartu Sant'Elena

Volume netto

mc

Superficie netta

20,00

mq

Anno di costruzione

2006

Proprietario/Costruttore

Tecnico Certificatore



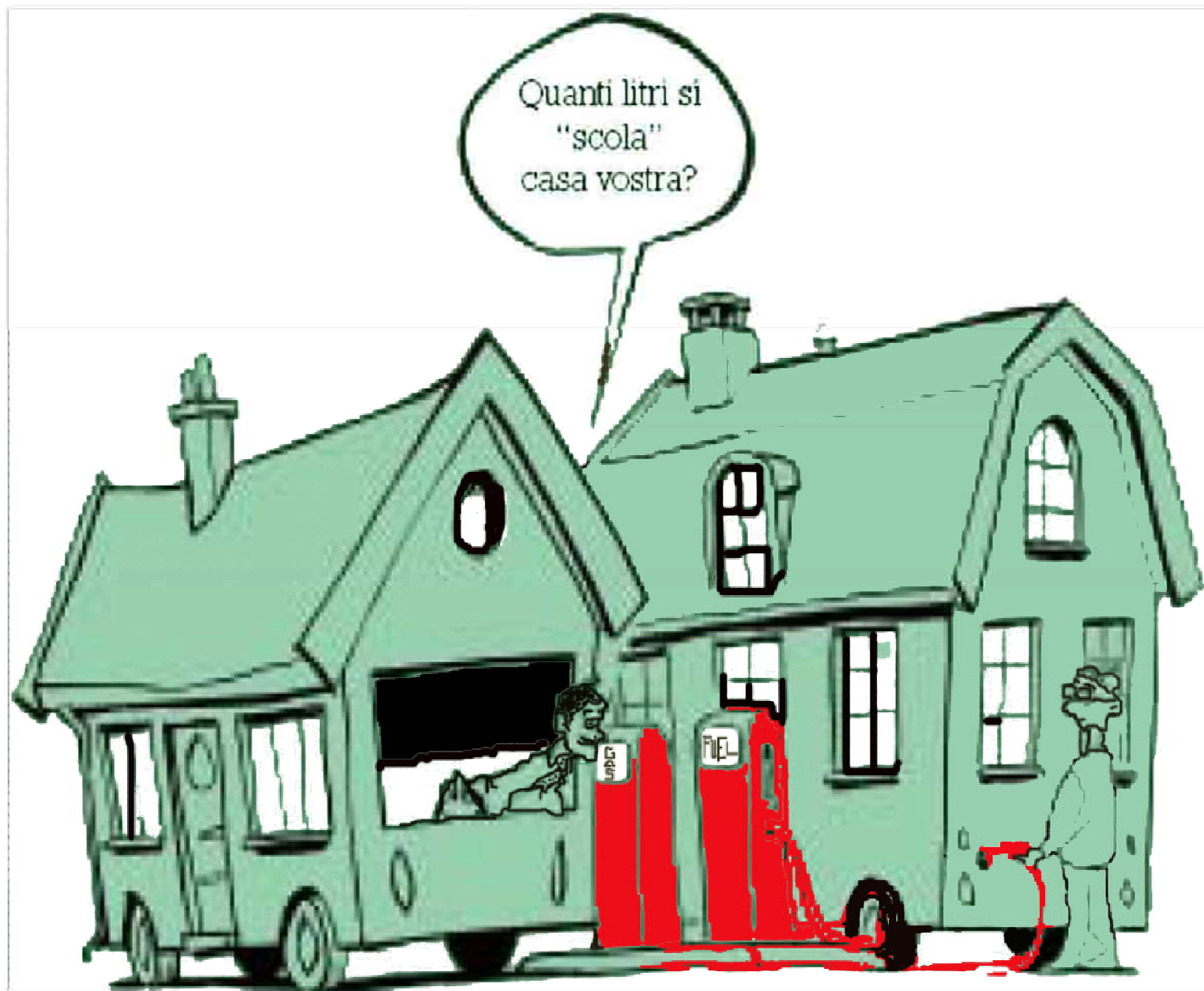
Classe di consumo		(EP _i)	(EP _G)
Livello energeticamente molto efficiente			
A	< 30 kWh/(m ² a)		
B	< 50 kWh/(m ² a)		
C	< 70 kWh/(m ² a)		
D	< 90 kWh/(m ² a)		
E	< 120 kWh/(m ² a)		
F	< 160 kWh/(m ² a)		
G	> 160 kWh/(m ² a)		
Livello energeticamente poco efficiente			

Indicatori di prestazione energetica

Fabbisogno energetico specifico dell'edificio EP _i	kWh/m ² a
Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale EP _{CL}	kWh/m ² a
Fabbisogno energetico specifico per produzione acqua calda EP _S	kWh/m ² a
Fabbisogno di energia primaria specifico per produzione acqua calda EP _{SC}	kWh/m ² a
Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili EP _{FR}	kWh/m ² a
Fabbisogno specifico globale di energia primaria EP _G = (EP _{CL} + EP _S) - EP _{FR}	kWh/m ² a

Metodo di calcolo utilizzato: UNI EN 832 & 13790

dello di attestato BEST Politecnico di Milano - prEN15217



D. Lgs 311/ 2006 articolo 6

- 1. Entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente decreto, gli edifici di nuova costruzione, sono dotati, al termine della costruzione medesima ed a cura del costruttore, di un attestato di certificazione energetica**
3. Nel caso di trasferimento a titolo oneroso di interi immobili o di singole unità immobiliari già dotati di attestato di certificazione energetica in base ai commi 1, 1bis, 1 ter e 1 quater, detto attestato è allegato all'atto di trasferimento a titolo oneroso, in originale o copia autenticata.
4. Nel caso di locazione di interi immobili o di singole unità immobiliari già dotati di attestato di certificazione energetica in base ai commi 1, 1bis, 1 ter e 1 quater, detto attestato è messo a disposizione del conduttore o ad esso consegnato in copia dichiarata dal proprietario conforme all'originale in suo possesso.”

1 Obbligo certificazione energetica

Dall'8ottobre 2006

Tutti gli edifici

Permesso di costruire rilasciato dopo tale data



Nuove Costruzioni

2 Obbligo certificazione energetica

Dal 1 luglio 2007

Edifici con $S_{\text{utile}} > 1000 \text{ m}^2$

Obbligo di certificazione energetica, ma solo nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile.



Patrimonio immobiliare esistente

3 Obbligo certificazione energetica

Dal 1 luglio 2008

Edifici con $S_{\text{utile}} < 1000 \text{ m}^2$

Obbligo di certificazione energetica, ma solo nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile.



Patrimonio immobiliare esistente

4 Obbligo certificazione energetica

Dal 1 luglio 2009

Singola unità immobiliare.

Obbligo di certificazione energetica, ma solo nel caso di trasferimento a titolo oneroso della singola unità immobiliare.



Patrimonio immobiliare esistente

Edifici di nuova costruzione :Certificazione energetica ``abolita``?

Il **DI 112/2008 abroga soltanto**

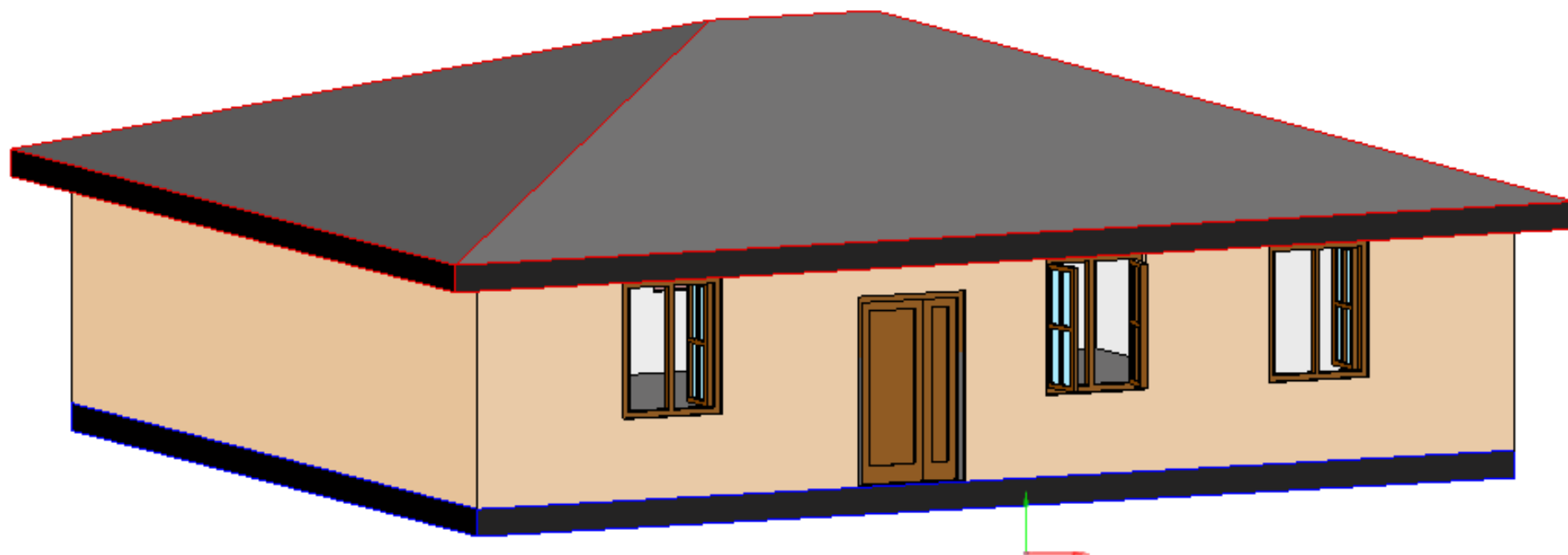
l'obbligo di allegare al rogito la certificazione

rischio di caos normativo

Con il Dlgs 192/2005, infatti, il nostro Paese ha dato attuazione alla direttiva 2002/91/CE (articolo 7, comma 1) per la quale «gli Stati membri provvedono a che, in fase di costruzione, compravendita o locazione di un edificio, l'attestato di certificazione energetica sia messo a disposizione del proprietario o che questi lo metta a disposizione del futuro acquirente o locatario, a seconda dei casi»

Infatti, anche nell'interpretazione più morbida (l'attestato va solo consegnato), la direttiva impone in modo preciso che le norme italiane debbano prescrivere quantomeno la consegna. Cosa che non avviene. Stesso discorso vale per la locazione.

Costruire bene per vivere meglio



Consumi energetici indicati nella certificazione energetica

ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tipo di edificio: E 12.21 Edificio residenziale
Ubicazione: Quart. Sant'Elena

Volume netto: 28,88 mc
Superficie netta: 2016 mq
Anno di costruzione: 2016

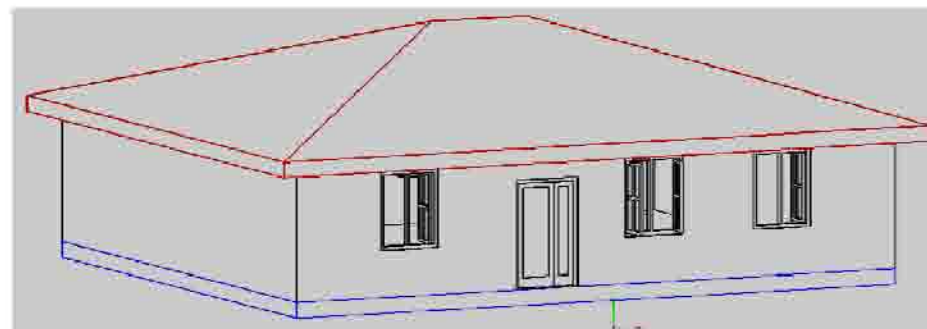
Proprietario/Costruttore:
Tecnico Certificatore:



Classe di consumo	(EP ₁)	(EP ₁₀)
Livello energeticamente molto efficiente		
A	< 30 kWh/(m ² a)	
B	< 50 kWh/(m ² a)	
C	< 70 kWh/(m ² a)	
D	< 90 kWh/(m ² a)	
E	< 120 kWh/(m ² a)	
F	< 160 kWh/(m ² a)	
G	> 160 kWh/(m ² a)	
Livello energeticamente poco efficiente		

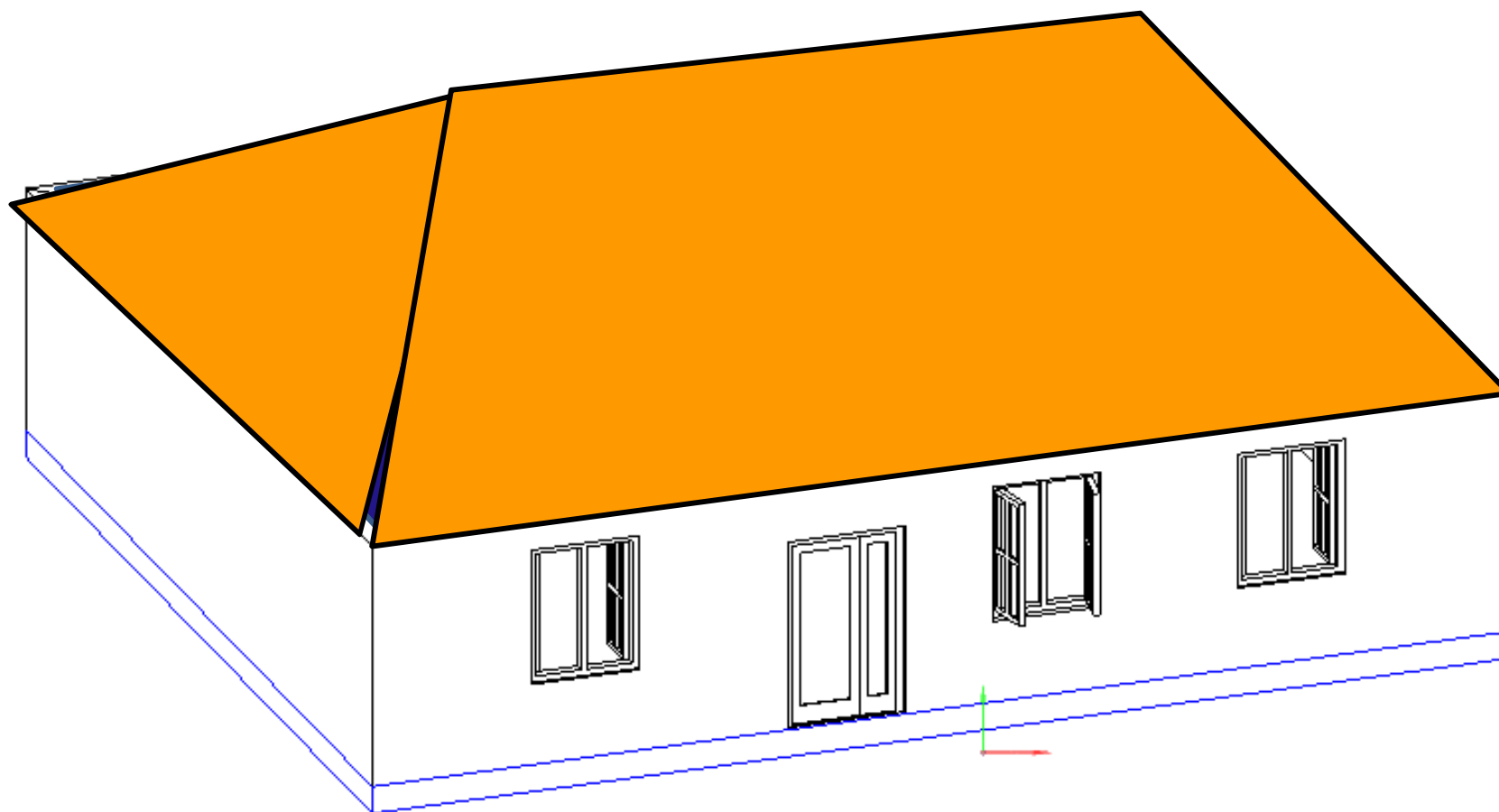
Indicatori di prestazione energetica		
Richiesta energetica specifica dell'edificio EP ₁		kWh/m ² a
Richiesta specifica di energia primaria per la climatizzazione invernale EP _{CL}		kWh/m ² a
Richiesta energetica specifica per produzione acqua calda EP _{AC}		kWh/m ² a
Richiesta di energia primaria specifica per produzione acqua calda EP _{AC}		kWh/m ² a
Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili EP _{FR}		kWh/m ² a
Richiesta energetica globale di energia primaria EP ₁₀ = EP ₁ + EP _{AC} + EP _{FR}		kWh/m ² a

Metodo di calcolo utilizzato: UNI EN 15502 B1.3.2.5.8

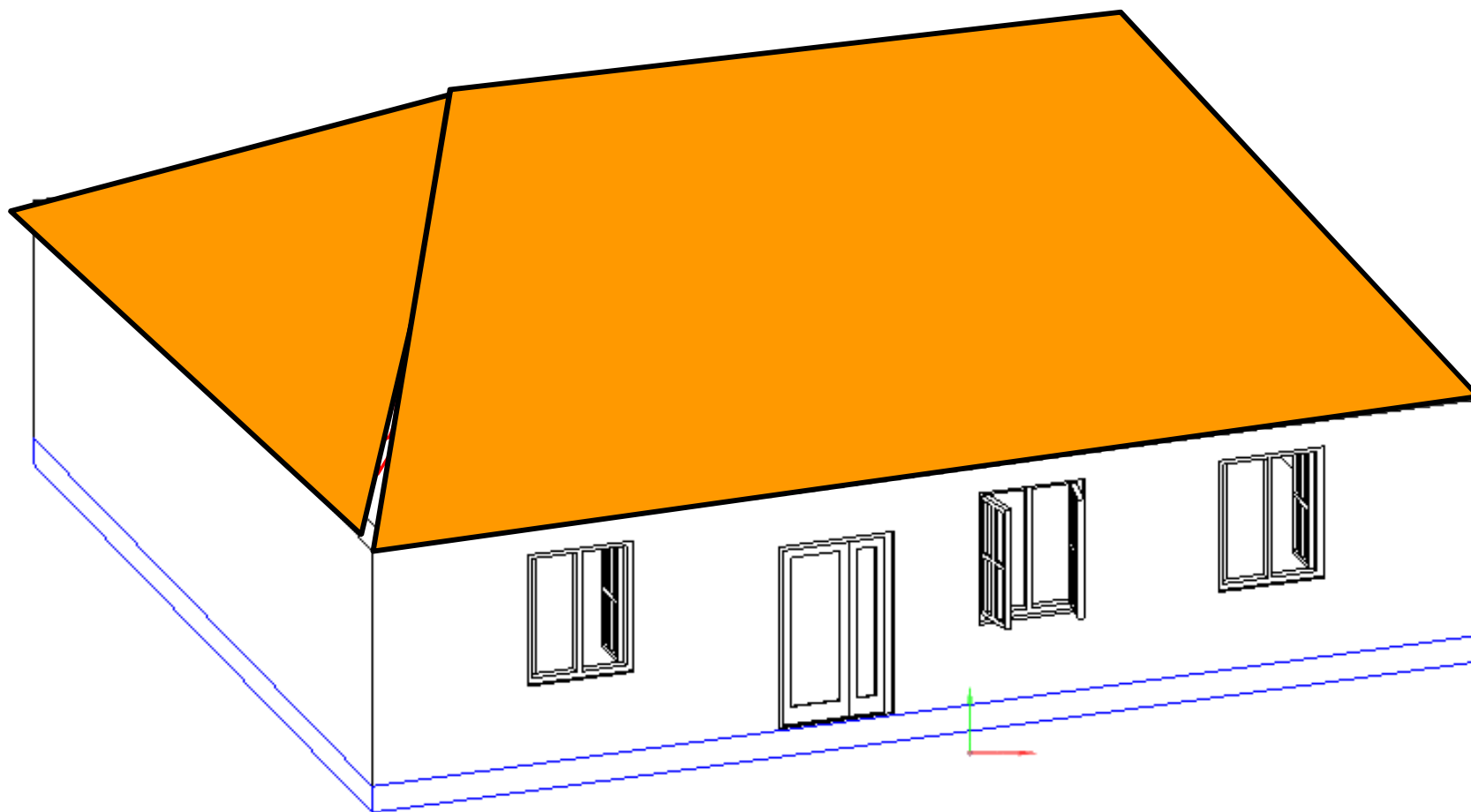


Fattori da cui dipendono i
Consumi per la
climatizzazione invernale

Riscaldare una casa significa riscaldare l'aria contenuta in essa



Il calore tende fluire da ambienti più caldi ad ambienti più freddi



E' importante contenere il numero delle superfici disperdenti e controllare il tipo di dispersioni

**Parametri che influenzano
l'efficienza dell'involucro :**

La compattezza della forma

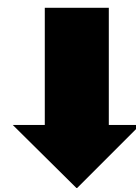
Riscaldiamo un volume

Disperdiamo dalle superfici

Quadro legislativo Nazionale

- **Legge 10 del 1991**
- **D.P.R. 412 del 1993**
- **D.P.R. 551 del 1999**
- **D.Lgs. 192 del 2005**
- **D.Lgs. 311 del 2006**

Il 16 dicembre 2002 il parlamento europeo ed il consiglio dell'unione europea adottano la direttiva 2002/91/CE



L'obiettivo è Promuovere il miglioramento dell'efficienza energetica degli edifici

L'attuazione della direttiva 2002/91/CE per l'Italia

DECRETO LEGISLATIVO

19 agosto 2005, n.192

Integrato da DLgs 29 Dicembre 2006, n.311

a far data dal 2 Febbraio 2007

Campo di applicazione ai fini del contenimento dei consumi energetici:

- a) alla progettazione e realizzazione di edifici di nuova costruzione e degli impianti in essi installati, di nuovi impianti installati in edifici esistenti, delle opere di ristrutturazione degli edifici e degli impianti esistenti.
- b) all'esercizio, controllo, manutenzione e ispezione degli impianti termici degli edifici, anche preesistenti,
- c) alla certificazione energetica degli edifici, secondo quanto previsto dall'articolo 6.

Dall'8 ottobre 2006	Edifici di nuova costruzione (permesso di costruire rilasciato dopo tale data) e ristrutturazioni Edifici con $S_{\text{utile}} > 1000 \text{ m}^2$	Obbligo di certificazione energetica, al termine della costruzione medesima ed a cura del costruttore.
Dal 1 luglio 2007	Edifici con $S_{\text{utile}} > 1000 \text{ m}^2$	Obbligo di certificazione energetica, ma solo nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile. ABROGATO LEGGE 133/2008
Dal 1 luglio 2008	Edifici con $S_{\text{utile}} < 1000 \text{ m}^2$	Obbligo di certificazione energetica, ma solo nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile. ABROGATO LEGGE 133/2008
Dal 1 luglio 2009	Singola unità immobiliare.	Obbligo di certificazione energetica, ma solo nel caso di trasferimento a titolo oneroso della singola unità immobiliare. ABROGATO LEGGE 133/2008
Finanziaria	Agevolazioni fiscali	Il certificato energetico è una condizione necessaria per l'ottenimento di agevolazioni fiscali per ristrutturare edifici in funzione di una maggiore efficienza energetica. Esclusi sostituzioni finestre, e installazione pannelli solari termici

Caratteristiche principali dell'efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 1.1 - Allegato C

edifici residenziali classe E1 (esclusi: collegi, conventi, case di pena e caserme) Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m² anno

Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥ 0,9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Caratteristiche principali dell’efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 1.2 - Allegato C dal 1 Gennaio 2008

edifici residenziali classe E1 (esclusi: collegi, conventi, case di pena e caserme)
Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale.

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in
kWh/m² anno

Rapporto di forma dell’ edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	9,5	9,5	14	14	23	23	37	37	52	52
≥ 0,9	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133

Caratteristiche principali dell'efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 1.3 - Allegato C dal 1 Gennaio 2010

edifici residenziali classe E1 (esclusi: collegi, conventi, case di pena e caserme)
Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale.

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in
kWh/m² anno

Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

Caratteristiche principali dell'efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 2.2 - Allegato C dal 1 Gennaio 2008

Tutti gli altri edifici.

Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale.

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in
kWh/m³ anno

Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	2,5	2,5	4,5	4,5	6,5	6,5	10,5	10,5	14,5	14,5
≥ 0,9	9	9	14	14	20	20	26	26	36	36

Caratteristiche principali dell'efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 2.3 - Allegato C dal 1 Gennaio 2010

Tutti gli altri edifici.

Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale.

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in
kWh/m³ anno

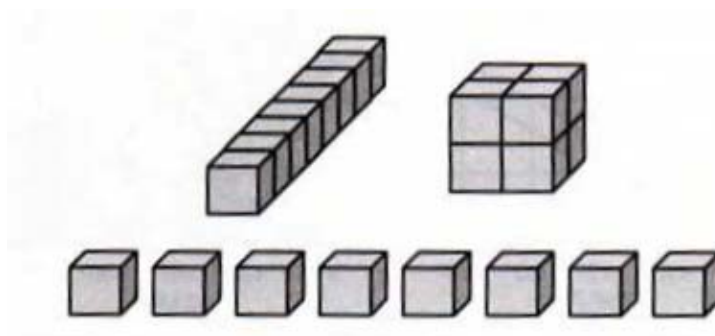
Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	2,0	2,0	3,6	3,6	6	6	9,6	9,6	12,7	12,7
≥ 0,9	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31

Parametri che influenzano l'efficienza dell'involucro

Compattezza

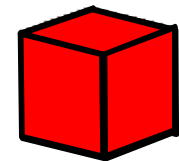
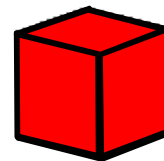
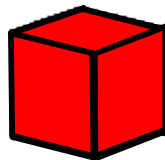
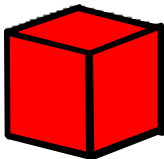
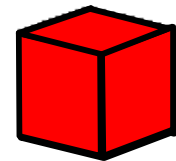
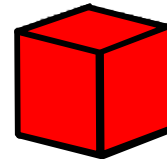
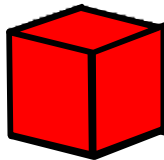
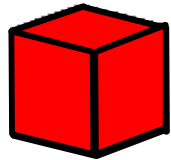
$$C = \frac{S}{V}$$

Rapporto tra superficie e volumetria dell'edificio	Edificio piccolo V = 1000 m ³		Edificio grande V = 10000 m ³	
	S	S/V	S	S/V
Tutti gli 8 dadi riuniti in un grande dado	600	0,6	2785	0,28
Gli otto dadi schierati	850	0,85	3945	0,39
8 dadi singoli	1200	1,2	5570	0,56



Consideriamo 8 costruzioni isolate da 125 mc l'una

Volume totale 1000 mc



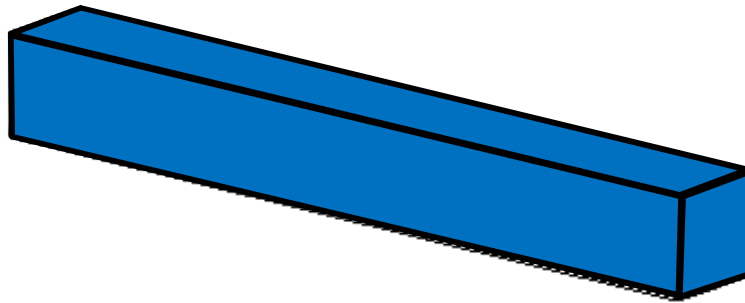
Ogni costruzione ha sei facce disperdenti 150 mq l'una Totale superfici disperdenti per le 8 costruzioni isolate 1200 mq

Rapporto tra superficie disperdente e volume =

$$S / V = 1200 / 1000 = 1,2$$

Consideriamo 8 costruzioni in linea da 125 mc l'una

Volume totale 1000 mc



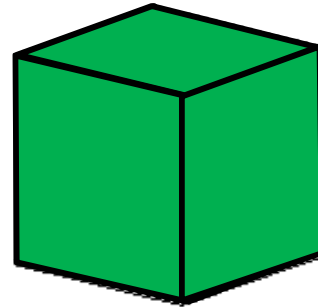
Ogni costruzione ha almeno una faccia in comune con l'altra
Totale superfici disperdenti per le 8 costruzioni in linea 850 mq

Rapporto tra superficie disperdente e volume =

$$**S / V = 850 / 1000 = 0,85**$$

Consideriamo 8 costruzioni accorpate da 125 mc l'una

Volume totale 1000 mc

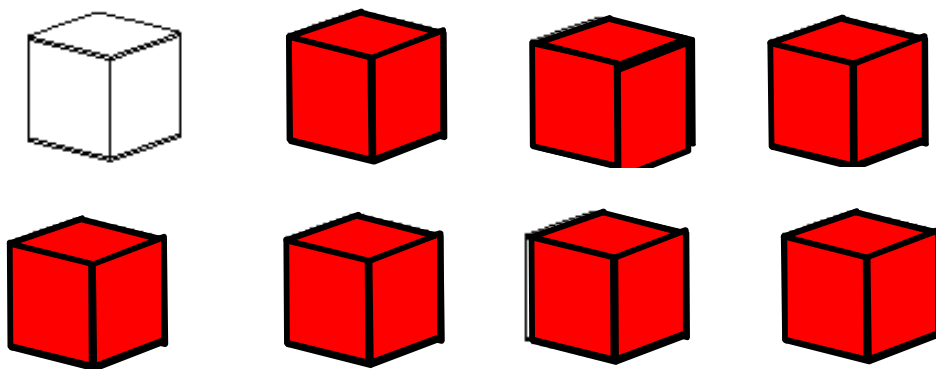


**Ogni costruzione ha almeno tre facce in comune con l'altra Totale
superfici disperdenti per le 8 costruzioni accorpate 600 mq**

Rapporto tra superficie disperdente e volume =

$$**S / V = 600 / 1000 = 0,6**$$

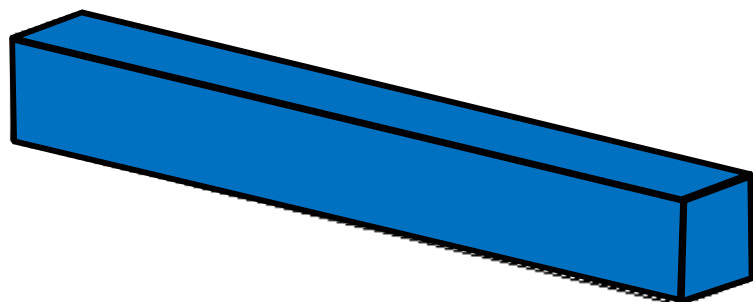
$$S/V = 1,2$$



In tutti e tre i casi stiamo parlando di 1000mc di costruzioni,

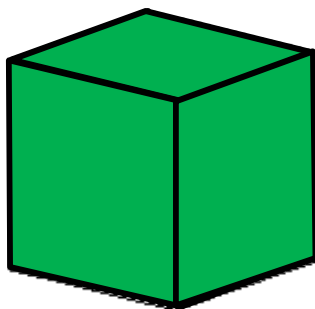
Ma i mq di superficie disperdenti sono molto diversi

$$S/V=0,85$$



Minore è il numero di mq di superficie disperdente minore sarà il Consumo energetico

$$S/V=0,6$$



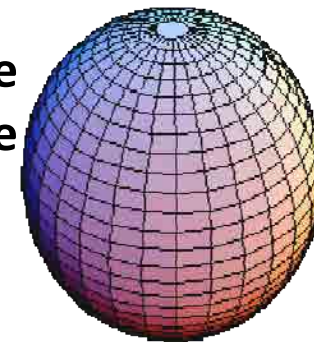
Minore è il rapporto S/V a parità di volume riscaldato

Minore sarà il “consumo energetico”

Caratteristiche principali dell'efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 1.1 - Allegato C

edifici residenziali classe E1 (esclusi: collegi, conventi, case di pena e caserme) Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale



Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m² anno

Ep limite 60 kWh/m² anno

Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C	D		E		F	
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	10	10	15	15	25	25	40	40	55	55
≥ 0,9	45	45	60	60	85	85	110	110	145	145

Caratteristiche principali dell'efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 1.2 - Allegato C dal 1 Gennaio 2008

edifici residenziali classe E1 (esclusi: collegi, conventi, case di pena e caserme)

Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in kWh/m² anno

Ep limite 55 kWh/m² anno

Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	9,5	9,5	14	14	23	23	37	37	52	52
≥ 0,9	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133

Caratteristiche principali dell'efficienza termica : **Compattezza della forma**

Tabella 1.3 - Allegato C dal 1 Gennaio 2010

edifici residenziali classe E1 (esclusi: collegi, conventi, case di pena e caserme)

Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in **kWh/m² anno**

Ep limite 48 kWh/m² anno

Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1200 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

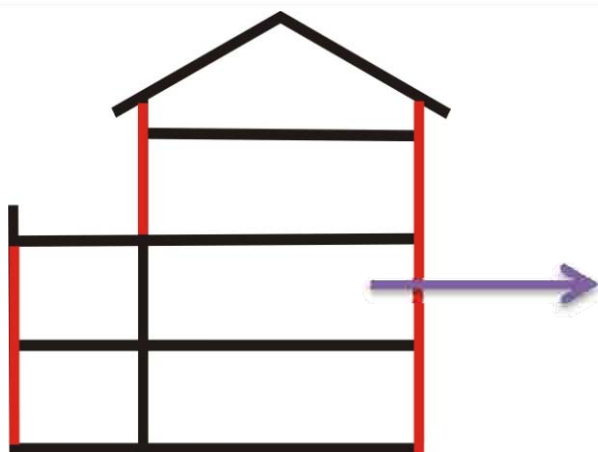


Tabella 2.1 cap.2 - Allegato C

DISPERSIONI

Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture verticali opache espressa in W/m^2K

Zona Climatica	Dal 1 Gennaio 2006	Dal 1 Gennaio 2008	Dal 1 Gennaio 2010
	U	U	U
A	0,85	0,72	0,62
B	0,64	0,54	0,48
C	0,57	0,46	0,40
D	0,50	0,40	0,36
E	0,46	0,37	0,34
F	0,44	0,35	0,33

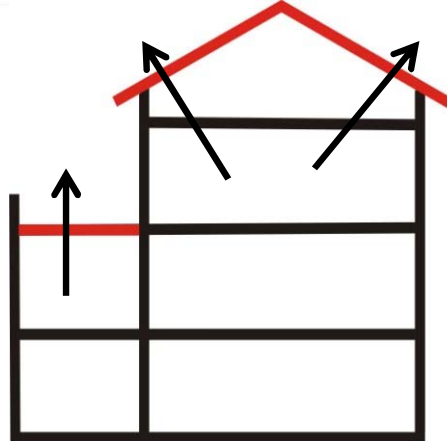


Tabelle 3.1 cap.3 - Allegato C

DISPERSIONI

Tabella 3.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di copertura espressa in W/m^2K

Zona Climatica	Dal 1 Gennaio 2006	Dal 1 Gennaio 2008	Dal 1 Gennaio 2010
	U	U	U
A	0,80	0,42	0,38
B	0,60	0,42	0,38
C	0,55	0,42	0,38
D	0,46	0,35	0,32
E	0,43	0,32	0,30
F	0,41	0,31	0,29

Tabelle 3.2 cap.3 - Allegato C

DISPERSIONI

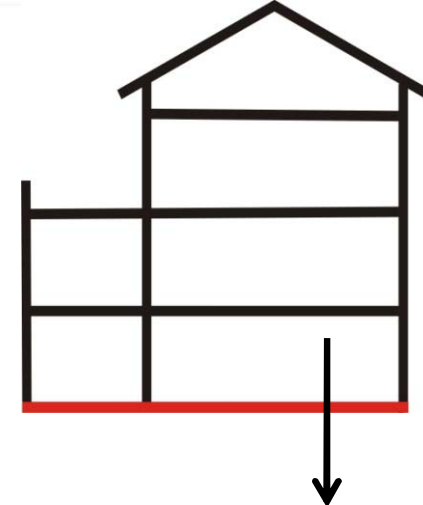


Tabella 3.2 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture opache orizzontali di pavimento espressa in W/m^2K

Zona Climatica	Dal 1 Gennaio 2006 U	Dal 1 Gennaio 2008 U	Dal 1 Gennaio 2010 U
A	0,80	0,74	0,65
B	0,60	0,55	0,49
C	0,55	0,49	0,42
D	0,46	0,41	0,36
E	0,43	0,38	0,33
F	0,41	0,36	0,32

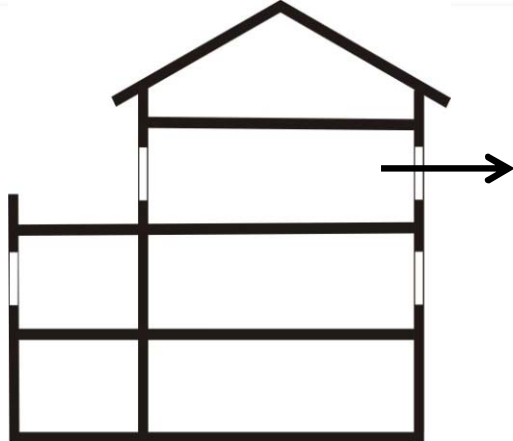


Tabella 4.a cap.4 - Allegato C

DISPERSIONI

Valori limite della trasmittanza termica U delle chiusure trasparenti comprensive degli infissi espressa in W/m^2K

Zona Climatica	Dal 1 Gennaio 2006	Dal 1 Gennaio 2008	Dal 1 Gennaio 2010
	U	U	U
A	5,5	5,0	4,6
B	4,0	3,6	3,0
C	3,3	3,0	2,6
D	3,1	2,8	2,4
E	2,8	2,5	2,2
F	2,4	2,2	2,0

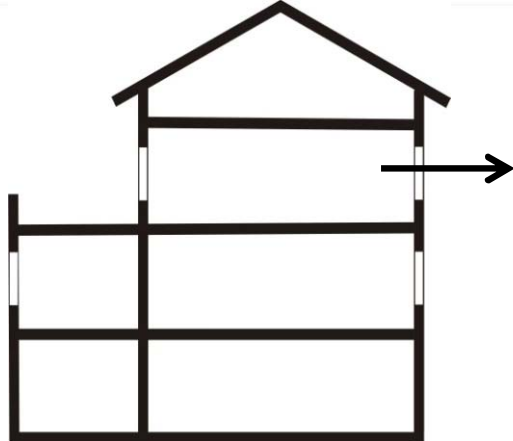


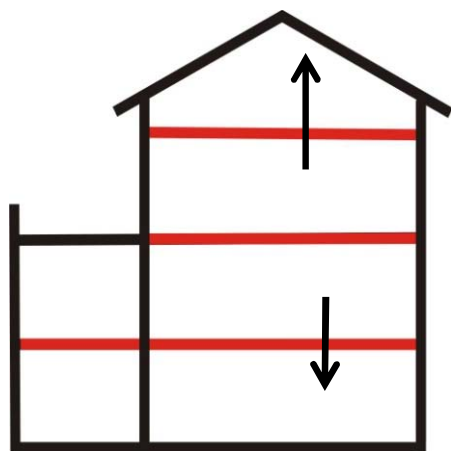
Tabella 4.b cap.4 - Allegato C

DISPERSIONI

Valori limite della trasmittanza centrale termica U dei vetri espressa in W/m^2K

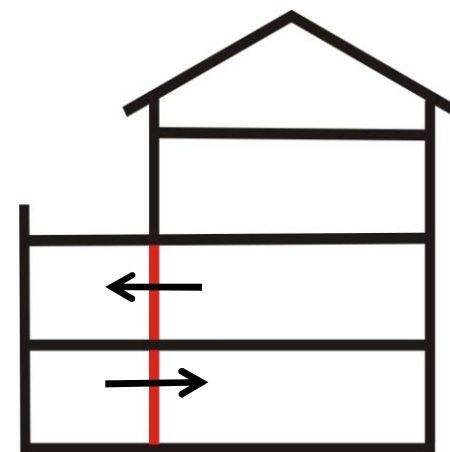
Zona Climatica	Dal 1 Gennaio 2006 U	Dal 1 Gennaio 2008 U	Dal 1 Gennaio 2010 U
A	5,0	4,5	3,7
B	4,0	3,4	2,7
C	3,0	2,3	2,1
D	2,6	2,1	1,9
E	2,4	1,9	1,7
F	2,3	1,7	1,3

ALLEGATO "I" comma 7



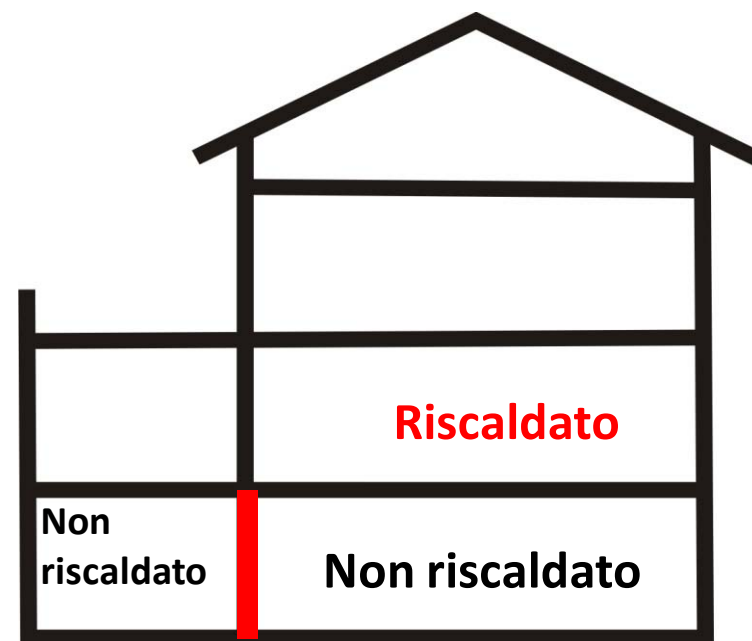
DISPERSIONI

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



Nelle zone climatiche C,D,E ed F, ad eccezione degli edifici in categoria E.8, le strutture di separazione tra edifici od unità immobiliari confinanti riscaldate

Tale limite è da rispettare anche per le strutture che delimitano verso l'ambiente esterno gli ambienti non dotati di riscaldamento.



Documentazione obbligatoria in base al D.Lgs 311/2006

Esempio per una Nuova Costruzione

Fase A Progettazione



Progetto esecutivo

Domanda di permesso di costruire in base al Testo Unico sull'edilizia n°380 2001. Al fine del rilascio è indispensabile allegare anche:



relazione tecnica in base a quanto disposto da:

ALLEGATO E D.lgs311/2006
(Allegato I, comma 15)

RELAZIONE TECNICA DI CUI ALL'ARTICOLO 28 DELLA LEGGE 9 GENNAIO 1991, N. 10,

ATTESTANTE LA RISPONDEZZA ALLE PRESCRIZIONI IN MATERIA DI CONTENIMENTO DEL CONSUMO ENERGETICO DEGLI EDIFICI

Lo schema di relazione tecnica proposto nel seguito contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del decreto legislativo.

- 1. INFORMAZIONI GENERALI : COMUNE DI, PROVINCIA, COMMITTENTE**
- 2. FATTORI TIPOLOGICI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI)**
- 3. PARAMETRI CLIMATICI DELLA LOCALITA'**
- 4. DATI TECNICI E COSTRUTTIVI DELL'EDIFICIO (O DEL COMPLESSO DI EDIFICI) E DELLE RELATIVE STRUTTURE**
- 5. DATI RELATIVI AGLI IMPIANTI**
- 6. PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI**
 - a) Involucro edilizio e ricambi d'aria**
 - b) Valore dei rendimenti medi stagionali di progetto**
 - c) Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale**
 - d) Indice di prestazione energetica normalizzato per la climatizzazione invernale**
 - e) Indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria**
 - f) Impianti solari termici per la produzione di acqua calda sanitaria**
 - g) Impianti fotovoltaici**
- 7. ELEMENTI SPECIFICI CHE MOTIVANO EVENTUALI DEROGHE A NORME FISSATE DALLA NORMATIVA VIGENTE**
- 8. VALUTAZIONI SPECIFICHE PER L'UTILIZZO DELLE FONTI RINNOVABILI DI ENERGIA**
- 9. DOCUMENTAZIONE ALLEGATA**
- 10. DICHIARAZIONE DI RISPONDEZZA**

Documentazione obbligatoria in base al D.Lgs 311/2006

Nuova Costruzione

Fase B termine Esecuzione



Dichiarazione fine Lavori

Il Direttore lavori deve asseverare mediante [Attestato di Qualificazione energetica](#) la conformità dei lavori rispetto a quanto dichiarato nella relazione termotecnica e le eventuali varianti



Attestato di qualificazione energetica

Documentazione obbligatoria in base al D.Lgs 311/2006

Nuova Costruzione

Fase C richiesta agibilità



Il certificato energetico

Il certificato energetico è un documento che deve accompagnare la dichiarazione di fine lavori. Pena il non rilascio di agibilità.

Colui che ha facoltà di redigere la Certificazione Energetica dev'essere una terza persona al fine di evitare l'insorgenza di un conflitto di interessi

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Transitoria

Per poter redigere la certificazione energetica richiesta nella Fase C è necessario che vengano definite le metodologie di calcolo dalla regione o provincia in cui si inserisce l'opera

Nel caso in cui La regione in questione (ES. La SARDEGNA) NON ABBIA DEFINITO TALI METODOLOGIE

La certificazione è sostituita momentaneamente dall'attestato di qualificazione energetica

- Può essere redatto da professionista non estraneo alla progettazione e realizzazione dell'edificio.
- Deve riportare i fabbisogni di Energia Primaria.
- Deve riportare l'eventuale Classe di Merito.
- Deve riportare possibili interventi atti a migliorarne le prestazioni energetiche ed i possibili passaggi di classe.
- Chi sottoscrive l'attestato deve anche specificare il ruolo avuto nella realizzazione dell'edificio in questione.
- Validità massima di 12 mesi dopo l'emanazione delle linee guida per la certificazione energetica.

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Caratteristiche ed uso

- Allegato all'atto di compravendita **“soppresso dalla legge 133/2008”**
- Validità massima 10 anni
- Aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione
- Messo a disposizione del locatario **“soppresso dalla legge 133/2008”**
- Edifici pubblici o ad uso pubblico > 1000 m²: attestato esposto al pubblico

Edifici pubblici o di uso pubblico

Art. 6 comma 7 del d.lgs. 192/05 e n. 311 del 2006)

Negli edifici di proprietà pubblica o adibiti ad uso pubblico, la cui metratura utile totale supera i 1.000 metri quadrati, **l'attestato di certificazione energetica è affisso nello stesso edificio** a cui si riferisce **in luogo facilmente visibile per il pubblico**.

Contratti fornitura

Art. 6 comma 1-quater del d.lgs. 192/05 e n. 311 del 2006

A decorrere dal 1° luglio 2007, tutti i contratti, nuovi o rinnovati, relativi alla gestione degli impianti termici o di climatizzazione degli edifici pubblici, o nei quali figura comunque come committente un soggetto pubblico, **debbono prevedere la predisposizione dell'attestato di certificazione energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare interessati entro i primi sei mesi di vigenza contrattuale**, con predisposizione ed esposizione al pubblico della targa energetica.

SANZIONI ART.15

Soggetto	Tipologia di violazione	Sanzione
Professionista Qualificato	Mancato rispetto delle modalità stabilite per la compilazione della relazione tecnica 192	30% della parcella
	Mancato rispetto delle modalità stabilite per la compilazione dell'attestato energetico	
	Relazione tecnica non veritiera	70% della parcella + segnalazione a ordine o collegio
	Attestato di certificazione non veritiero	
	Attestato di qualificazione energetica non veritiero	
D.L.	Omesso deposito dell'asseverazione della conformità delle opere o dell'Attestato di Certificazione Energetica.	50% della parcella + segnalazione a ordine o collegio
Proprietario o conduttore, l'amministratore	Asseverazione falsa delle opere o dell'Attestato di Certificazione Energetica.	Multa di € 5.000,00
	Violazione delle norme esercizio impianti	Multa € 500,00 > 3.000,00
Manutentore	Violazione delle norme di controllo e di manutenzione impianti	Multa € 1.000,00 > 6.000,00 + segnalazione CCIAA
Costruttore (*)	Omissione dell'attestato di certificazione nell'atto di compravendita	Multa € 5.000,00 > 30.000,00
Proprietario	Mancata consegna dell'attestato di certificazione energetica (la nullità può essere fatta valere unicamente dal compratore)	Contratto nullo
Locatore	Mancata consegna dell'attestato di certificazione energetica	Contratto nullo

(*): il costruttore non ha sanzioni se non rispetta la Legge.

ACCERTAMENTI ED ISPEZIONI

- Il D.L. deve asseverare la conformità delle opere alla L.10/91 ed all'Attestato di Certificazione Energetica e presentarla al Comune assieme alla dichiarazione fine lavori.
- Il comune può verificare entro 5 anni dalla data di fine lavori la conformità alla L.10/91.
- La verifica di conformità può essere fatta anche su richiesta del committente.

Le norme transitorie relative al calcolo della prestazione energetica degli edifici nella climatizzazione invernale

Fino alla data di entrata in vigore delle Linee Guida Nazionali, ai fini della certificazione energetica, è valido l'“**ATTESTATO DI QUALIFICAZIONE ENERGETICA**”, rilasciato dal Direttore dei Lavori, con validità limitata a dodici mesi dopo l'entrata in vigore delle stesse linee guida

Durante il periodo transitorio per determinare le prestazioni energetiche degli edifici si applicano le disposizioni contenute nell'Allegato I del D.Lgs 192/05 così come modificato ed integrato dal D.Lgs 311/06.

CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

Campo Applicazione 1:

1. Nuove costruzioni
2. Ristrutturazioni Integrali per edifici con Sup. Utile > 1000 m²
3. Ampliamenti di volumetria > 20% dell'edificio esistente; solo ampliamento

Approccio Prestazionale

Calcolo

1. $EP_i < EP_i \text{ Limite}$
2. Verifica rendimento globale
3. Verifica trasmittanza strutture: non superiore al 30% dei valori tabellati

Attenzione: categoria E.8 soggetta a verifica trasmittanza per strutture verticali, orizzontali e trasparenti.

Approccio Prescrittivo

Alternativa adottabile solo se il rapporto
**superf.trasparente complessiva / superf.
netta calpestabile dell'edificio è < 0,18**

1. Verifica rendimento generatore di calore
2. Temperatura media $\leq 60^\circ\text{C}$
3. Installazione centralina termoregolazione in ogni unità immobiliare + singoli ambienti
4. Verifica trasmittanza strutture inferiore ai valori tabellati

Attenzione: categoria E.8 soggetta a verifica trasmittanza solo per strutture verticali.

Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1**Allegato I Comma 1 D.Lgs192/05**

a)Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale EP_i

Verificare che EP_i di progetto sia inferiore a EP_i limite stabilito nelle tabelle del punto 1 dell'All. C, a seconda della categoria di edificio.

a)Rendimento globale medio stagionale η_g

Verificare che:

$\eta_g \geq 65 + \log P_n$	Se	$P_n \leq 1.000 \text{ kW}$
$\eta_g \geq 74 \text{ (74\%)}$	Se	$P_n > 1.000 \text{ kW}$

c)Trasmittanza U di strutture opache trasparenti Verificare che i valori di U dell'edificio siano inferiori ai limiti stabiliti ai punti, 2, 3 e 4 dell'allegato C maggiorati del 30%.



Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1

Se tutte le verifiche precedenti sono rispettate allora l'indice EP_i che si deve assumere è quello di progetto calcolato.

Inoltre , in riferimento al tipo di edificio e alla zona climatica dove è ubicato l'edificio, bisogna verificare quali delle **prescrizioni particolari** devono essere rispettate e descriverle nella relazione tecnica.

Prescrizioni Particolari**Allegato I Comma 7 D.Lgs192/05****Trasmittanza U dei divisori**

Verificare che la U di pareti di confine (verticali e orizzontali) con altre unità immobiliari e le pareti (verticali, orizzontali, inclinate) esterne di ambienti non riscaldati sia inferiore a $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Esclusioni: Sono esclusi gli edifici di categoria E.8; sono escluse dal controllo le zone A e B.



Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1Prescrizioni Particolari**Allegato I Comma 8 D.Lgs192/05**

Condensa pareti opache Verificare l'assenza di condensa superficiale e che la condensa interstiziale non sia superiore alla qualità rievaporabile. In mancanza di un sistema di controllo dell'umidità si assume:

$$T_{\text{interna}} = 20^{\circ}\text{C}$$
$$\text{Umidità interna} = 65\%$$

Esclusioni: Sono esclusi gli edifici di categoria E.8;

Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1Prescrizioni Particolari**Allegato I Comma 9 D.Lgs192/05****Climatizzazione Estiva****a) Schermature esterne**

Valutare e documentare l'efficacia di sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare.

b) Massa superficiale delle pareti opache

Nelle località (esclusa zona F) con valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione ($I_{m,s}$) non inferiore a 290 W/m^2 :

- la massa superficiale (M_s) delle pareti opache (verticali, orizzontali o inclinate) deve essere superiore a 230 kg/m^2 .
- è concesso l'utilizzo (documentato e certificato) di tecniche e materiali che contengono le oscillazioni di temperatura al pari delle superfici aventi $M_s \geq 230 \text{ kg/m}^2$.



Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1Prescrizioni Particolari**Allegato I Comma 9 D.Lgs192/05****Climatizzazione Estiva****c) Ventilazione**

Utilizzare al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale del edificio; nel caso essa non sia efficace prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione forzata nel rispetto dell'Art. 5, comma 13 del D.P.R. 412/93.

Esclusioni: sono esclusi gli edifici di categoria E.6 ed E.8.

Caso 1**Approccio Prestazionale****Campo Appl. 1****Prescrizioni Particolari****Allegato I Comma 10****D.Lgs192/05****Climatizzazione Estiva**

**Sistemi schermanti
esterni**

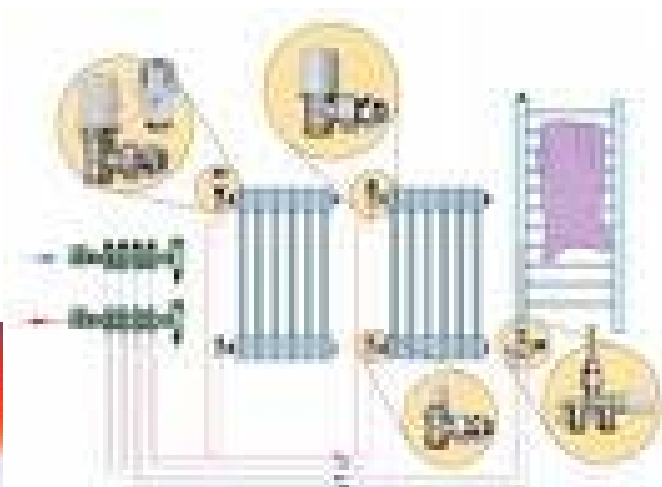
**Obbligatori in caso di superficie
utile > 1.000 m².**

Esclusioni: sono esclusi gli
edifici di categoria E.6 ed E.8;
sono esclusi dalla categoria
E.1 collegi, conventi, case di
pena e caserme.



Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1Prescrizioni Particolari**Allegato I Comma 11 D.Lgs192/05****Termoregolazione**

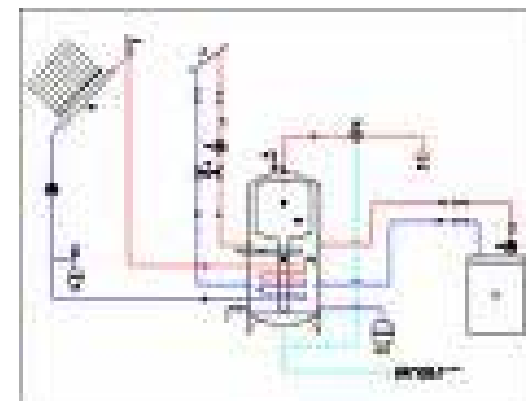
Installazione obbligatoria (ma tecnicamente compatibile con sistema di contabilizzazione) di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone con caratteristiche d'uso e di esposizione uniformi (per limitare il sovrariscaldamento).



Caso 1**Approccio Prestazionale****Campo Appl. 1****Prescrizioni Particolari****Allegato I Comma 12 D.Lgs192/05****Solare termico**

Obbligo di utilizzo di fonti rinnovabili tali da coprire il 50% (20% in centro storico) del fabbisogno annuo di energia primaria necessaria alla produzione di acqua calda sanitaria.

Le valutazioni inerenti il dimensionamento ottimale o l'eventuale impossibilità tecnica di rispettare le disposizioni devono essere ampiamente illustrate e documentate, pena l'irrecivibilità della relazione.



Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1Prescrizioni Particolari**Allegato I Comma 13 D.Lgs192/05****Solare fotovoltaico**

Obbligo di utilizzo di fonti rinnovabili per la produzione di energia elettrica. Modalità applicative da definirsi con decreti di cui all'Art. 4.

Le valutazioni inerenti il dimensionamento ottimale o l'eventuale impossibilità tecnica di rispettare le disposizioni devono essere ampiamente illustrate e documentate, pena l'irrecivibilità della relazione.

Caso 1**Approccio Prestazionale**Campo Appl. 1Prescrizioni Particolari**Allegato I Comma 14 D.Lgs192/05****Teleriscaldamento**

Predisposizione obbligatoria al collegamento alla rete di teleriscaldamento qualora essa sia a meno di 1.000 m dalla costruzione o qualora presenti siano progetti approvati per la realizzazione della stessa.

Caso 2**Approccio Prescrittivo**Campo Appl. 1Calcolo Semplificato**Allegato I Comma 6 D.Lgs192/05**

Si può applicare a:

TUTTI GLI EDIFICI DEL PRIMO CASO QUANDO IL RAPPORTO

$$\frac{St}{Su} < 0,18$$

dove:

**St è la superficie trasparente complessiva dell'edificio;
Su è la superficie utile dell'edificio**

Caso 2**Approccio Prescrittivo**Campo Appl. 1Calcolo Semplificato**Allegato I Comma 6 D.Lgs192/05**

Il calcolo del fabbisogno annuo di energia primaria può essere omesso.

Si attribuisce all'edificio il valore max di EP limite applicabile al caso specifico:

$EP_i \text{ progetto} = EP_i \text{ Limite}$ (tabelle al punto 1 dell'All. C),

ma solo se sussistono tutte le seguenti condizioni:



a) Rendimento utile a pieno carico η_u del generatore di calore

Verificare che: $\eta_u \geq X + 2 \log P_n$

$X=90$ per le zone A, B e C; $X=93$ per le zone D, E ed F - P_n in kW

Per $P_n > 400$ kW si applica $P_n = 400$ kW.

Caso 2**Approccio Prescrittivo**Campo Appl. 1Calcolo Semplificato**Allegato I Comma 6 D.Lgs192/05****b) Temperatura media del fluido vettore**

In condizioni di progetto deve essere $\leq 60\text{ }^{\circ}\text{C}$

c) Rendimento utile in condizioni nominali η_u della pompa di calore

In caso di installazione di pompe di calore elettriche verificare che $\eta_u \geq 90 + 3 \log P_n$

P_n in kW con fattore di conversione $(\text{kW}_{\text{Energia-elettrica}} / \text{kW}_{\text{Energia-primaria}} = 0,36)$

d) Trasmittanza U di strutture opache e trasparenti

Verificare che i valori di U siano inferiori ai limiti di cui ai punti 2, 3 e 4 dell'Allegato C.



CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA

Campo Applicazione 2:

1. Ristrutturazioni totali o parziali e Manutenzioni straordinarie dell'involucro per casi diversi dai due precedenti per edifici con Sup. Utile < 1000 m²

Allegato I Comma 9 D.Lgs192/05

Climatizzazione Estiva

a) Schermature esterne

Valutare e documentare l'efficacia di sistemi schermanti delle superfici vetrate, esterni o interni, tali da ridurre l'apporto di calore per irraggiamento solare.

Allegato I Comma 9 D.Lgs192/05
Climatizzazione Estiva

b) Massa superficiale delle pareti opache

Nelle località (esclusa zona F) con valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione ($I_{m,s}$) non inferiore a 290 W/m^2 , la massa superficiale (M_s) delle pareti opache (verticali, orizzontali o inclinate) deve essere superiore a 230 kg/m^2 .

è concesso utilizzo (documentato e certificato) di tecniche e materiali che contengono le oscillazioni di temperatura al pari delle superfici aventi $M_s \geq 230 \text{ kg/m}^2$.



Allegato I Comma 9 D.Lgs192/05
Climatizzazione Estiva

c) Ventilazione

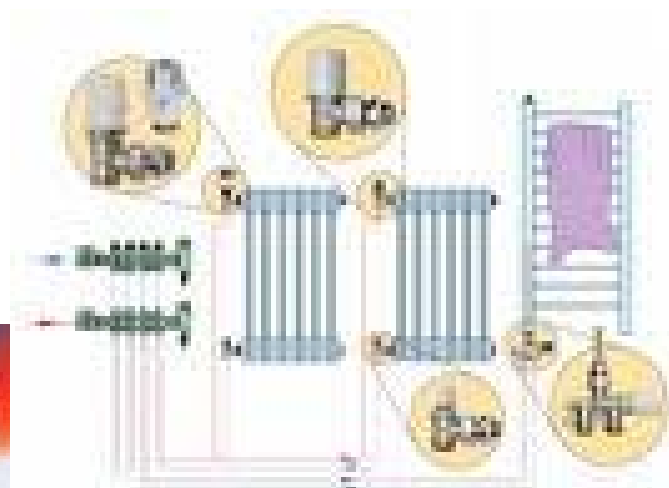
Utilizzare al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale del edificio; nel caso essa non sia efficace prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione forzata nel rispetto dell'Art. 5, comma 13 del D.P.R. 412/93.

Esclusioni: sono esclusi gli edifici di categoria E.6 ed E.8.

Allegato I Comma 11 D.Lgs192/05

Termoregolazione

Installazione obbligatoria (ma tecnicamente compatibile con sistema di contabilizzazione) di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone con caratteristiche d'uso e di esposizione uniformi (per limitare il sovrariscaldamento).



Allegato I Comma 2 D.Lgs192/05

Trasmittanza U di strutture opache (a ponte termico corretto) e trasparenti - Verificare che:

- 1. la U delle strutture opache verticali sia inferiore ai limiti di cui al punto 2 dell'Allegato C;**
- 2. la U delle strutture opache orizzontali sia inferiore ai limiti di cui al punto 3 dell'All. C (esclusa cat. E.8);**
- 3. la U delle chiusure trasparenti e dei vetri sia inferiore ai limiti di cui al punto 4 dell'All. C (esclusa cat. E.8);**

Generatore di Calore

Campo Applicazione 3:

1. Nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici in edificio esistente

Allegato I Comma 3 D.Lgs192/05

Rendimento globale medio stagionale η_g

Verificare che:

$$\eta_g \geq 75 + \log P_n \text{ Se } P_n \leq 1.000 \text{ kW}$$

$$\eta_g \geq 0,84 \text{ (84\%)} \text{ Se } P_n > 1.000 \text{ kW}$$

Generatore di Calore

Campo Appl. 3

Nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici in edificio esistente

Allegato I Comma 3 D.Lgs192/05

Pn al focolare ≥ 100 kW

Se la Pn del generatore installato, o la somma delle Pn dei singoli generatori in caso di condominio con impianti autonomi, o la Pn dell'impianto preesistente in caso di condominio con impianto centralizzato, è maggiore o uguale a 100 kW

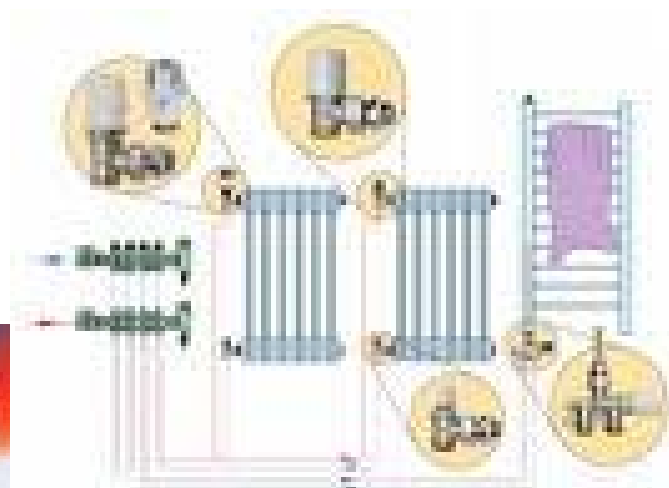
è obbligatorio allegare alla relazione la diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto in cui:

1. Si individuano gli interventi per la riduzione della spesa energetica;
2. Si stimano i relativi tempi di ritorno degli investimenti;
3. Si individuano i possibili miglioramenti di classe in base a cui sono state determinate le scelte impiantistiche che si vanno a realizzare.

Allegato I Comma 11 D.Lgs192/05

Termoregolazione

Installazione obbligatoria (ma tecnicamente compatibile con sistema di contabilizzazione) di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone con caratteristiche d'uso e di esposizione uniformi (per limitare il sovrariscaldamento).



Generatore di Calore

Campo Appl. 3

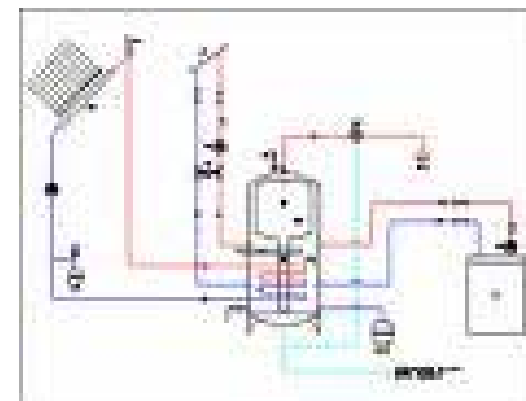
Nuova installazione o ristrutturazione di impianti termici in edificio esistente

Allegato I Comma 12 D.Lgs192/05

Solare termico

Obbligo di utilizzo di fonti rinnovabili tali da coprire il 50% (20% in centro storico) del fabbisogno annuo di energia primaria necessaria alla produzione di acqua calda sanitaria.

Le valutazioni inerenti il dimensionamento ottimale o l'eventuale impossibilità tecnica di rispettare le disposizioni devono essere ampiamente illustrate e documentate, pena l'irrecivibilità della relazione.



Sostituzione del Generatore di Calore

Campo Applicazione 4:

1. Sostituzione del generatore di calore

Allegato I Comma 3 D.Lgs192/05

Rendimento globale medio stagionale η_g

Verificare che:

$$\eta_g \geq 75 + \log P_n \text{ Se } P_n \leq 1.000\text{kW}$$

$$\eta_g \geq 0,84 \text{ (84\%)} \text{ Se } P_n > 1.000\text{kW}$$

Sostituzione del Generatore di Calore

Campo Appl. 4

Allegato I Comma 3 D.Lgs192/05

Pn al focolare ≥ 100 kW

Se la Pn del generatore installato, o la somma delle Pn dei singoli generatori in caso di condominio con impianti autonomi, o la Pn dell'impianto preesistente in caso di condominio con impianto centralizzato, è maggiore o uguale a 100 kW è obbligatorio allegare alla relazione la diagnosi energetica dell'edificio e dell'impianto in cui:

1. Si individuano gli interventi per la riduzione della spesa energetica;
2. Si stimano i relativi tempi di ritorno degli investimenti;
3. Si individuano i possibili miglioramenti di classe in base a cui sono state determinate le scelte impiantistiche che si vanno a realizzare.

Sostituzione del Generatore di Calore

Campo Appl. 4

Allegato I Comma 4 D.Lgs192/05

Si intendono rispettate tutte le disposizioni vigenti in termini di uso razionale dell'energia, incluse quelle di cui al Comma 3 dello stesso All. I, qualora coesistano le seguenti disposizioni:

Rendimento utile a pieno carico η_u del generatore di calore

Verificare che: $\eta_u \geq 90 + 2 \log P_n - P_n$ in kW - Per $P_n > 400$ kW si applica $P_n = 400$ kW.

Rendimento utile in condizioni nominali η_u , della pompa calore

Verificare che: $\eta_u \geq 90 + 3 \log P_n$, P_n in kW con fattore di conversione $(\frac{\text{kW}_{\text{Energia-elettrica}}}{\text{kW}_{\text{Energia-primaria}}} = 0,36)$

Centralina di termoregolazione programmabile

Installazione obbligatoria (salvo dimostrazione inequivocabile di non fattibilità tecnica nel caso specifico) di almeno una centralina di termoregolazione programmabile per ogni generatore di calore. Essa deve rispondere ai requisiti previsti dall'Art. 3 del D.P.R. 412/93 ed inoltre:

per impianti centralizzati: Deve essere pilotata da sonde di rilevamento della T_{interna} , eventualmente supportate da analoga centralina per la T_{esterna} , con regolazione della T_{ambiente} su due livelli nell'arco delle 24h. Per impianti autonomi: Deve consentire la programmazione e la regolazione della T_{ambiente} su due livelli nell'arco delle 24 h.

Sostituzione del Generatore di Calore

Campo Appl. 4

Allegato I Comma 4 D.Lgs192/05

Dispositivi modulanti

Installazione obbligatoria (salvo dimostrazione inequivocabile di non fattibilità tecnica nel caso specifico) di dispositivi modulanti per la regolazione automatica della temperatura nei singoli locali o nelle singole zone con caratteristiche d'uso e di esposizione uniformi.

Aumento della Pn al focolare

Motivare l'eventuale aumento di Pn con verifica dimensionale dell'impianto.

Equilibratura sistema di distribuzione

Se il generatore serve più unità immobiliari verificare la corretta equilibratura del sistema di distribuzione (nel rispetto dei limiti min. e max della T_{ambiente}). Correggere eventuali squilibri mediante installazione di sistema di contabilizzazione che permetta la ripartizione dei consumi per singola unità immobiliare.

Pn al focolare < 35 kW

Per sostituzione di generatore con Pn < 35 kW con altro di pari potenza è rimessa alle autorità locali competenti ogni valutazione sull'obbligo di presentazione della relazione tecnica e se la stessa può essere omessa a fronte dell'obbligo di presentazione della dichiarazione di conformità (L. 46/90 e successive modifiche ed integrazioni "L.37/2008").

Campo Applicazione 5:

Allegato I Comma 5 D.Lgs192/05

Qualora per garantire la sicurezza non fosse possibile rispettare le condizioni del Comma 4, lettera a) (verifica del η_u del generatore);

si applica comunque la semplificazione di cui al comma 4 se sono rispettate le altre condizioni previste e qualora:

Rendimento utile a carico parziale $\eta_{u(30\%)}$ del generatore di calore

Verificare che: $\eta_{u(30\%)} \geq 85 + 3 \log P_n$; (P_n in kW) Per $P_n > 400$ kW si applica $P_n=400$ kW

Motivazioni alla deroga del comma 4

Predisporre dettagliata relazione che attesti i motivi che hanno portato alla deroga delle disposizioni del comma 4, da allegare alla relazione o alla dichiarazione di conformità.

Allegato M del D.Lgs. 192/05 e S.M.I.

ELENCO DELLE PRINCIPALI NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE DEGLI EDIFICI E IMPIANTI TERMICI

La metodologia di calcolo adottata dovrà garantire risultati conformi alle migliori regole tecniche ed a tale requisito rispondono le norme UNI CEN vigenti in tale settore.

ALLEGATO M (Allegato I, comma 16 ultimo periodo)

FABBISOGNO ENERGETICO PRIMARIO (si rimanda all'Allegato M per l'elenco completo)

Norma UNI-EN-ISO 6946 del 1999

Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.

Norma UNI 10348 del 1993

Riscaldamento degli edifici. Rendimenti dei sistemi di riscaldamento. Metodi di calcolo

Norma UNI-EN-ISO 13790 del 2005

Prestazione termica degli edifici – Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento.

Raccomandazione CTI – Esecuzione della certificazione energetica – Dati relativi all'edificio

Raccomandazione CTI – Raccomandazioni per l'utilizzo della norma UNI 10348

ALLEGATO M (Allegato I, comma 16 ultimo periodo)**PONTI TERMICI****Norma UNI-EN-ISO 10211-1 del 1998**

Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo.

Norma UNI-EN-ISO 10211-2 del 2003

Ponti termici in edilizia – Calcolo dei flussi termici e delle temperature superficiali – Ponti termici lineari.

Norma UNI-EN-ISO 14683 del 2001

Ponti termici nelle costruzioni edili – Trasmittanza termica lineare – Metodi semplificati e valori di progetto.

VERIFICHE CONDENSA

Norma UNI-EN-ISO 13788 del 2003

Prestazione igrometrica dei componenti e degli elementi per l'edilizia.
Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e
condensa interstiziale – Metodo di calcolo.

Norma UNI-EN-ISO 15927-1 del 2004

Prestazione termoigrometrica degli edifici – Calcolo e presentazione dei dati
climatici – Medie mensili dei singoli elementi meteorologici.

SCHERMATURE SOLARI ESTERNE

Norma UNI-EN-ISO 13561 del 2004

Tende esterne requisiti prestazionali compresa la sicurezza (in obbligatorietà della marcatura CE).

Norma UNI-EN-ISO 13659 del 2004

Chiusure oscuranti requisiti prestazionali compresa la sicurezza (in obbligatorietà della marcatura CE).

Norma UNI-EN-ISO 14501 del 2006

Benessere termico e visivo caratteristiche prestazionali e classificazione.

ALLEGATO M (Allegato I, comma 16 ultimo periodo)**SCHERMATURE SOLARI ESTERNE****Norma UNI-EN 13363-01 del 2004**

Tende esterne requisiti prestazionali compresa la sicurezza (in obbligatorietà della marcatura CE)

Norma UNI-EN 13363-02 del 2004

Chiusure oscuranti requisiti prestazionali compresa la sicurezza (in obbligatorietà della marcatura CE)

Norma UNI-EN 14501 del 2006

Benessere termico e visivo caratteristiche prestazionali e classificazione

VALUTAZIONE PER IL PERIODO ESTIVONorma UNI-EN-ISO 13786 del 2001

Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo

Per quanto riguarda la bontà dell'inerzia termica di una struttura le bozze delle linee guida che fanno riferimento alla UNI-EN-ISO 13786 riportano la seguente tabella

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

BANCHE DATI

Norma UNI 10351 del 1994

Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore.

Norma UNI 10355 del 1994

Murature e solai – Valori di resistenza termica e metodo di calcolo.

Il D.Lgs. 192/2005 ha abrogato alcune norme precedentemente vigenti, tra cui l'art. 1 del D.M. 6/8/1994 che recepiva in particolare la UNI 10351 per i valori di conduttività termica dei materiali e la UNI 10355 per il calcolo della resistenza termica di murature e solai.

le UNI 10351 e UNI 10355 vengono relegate al ruolo di "Banche dati", ovvero fonti da cui attingere dati in mancanza di riferimenti più precisi e circostanziati sul prodotto.

CALCOLO DELLE TRASMITTANZE

Norma UNI EN ISO 6946 del 2008

Componenti ed elementi per edilizia - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo

l'introduzione della marcatura CE dei prodotti per muratura, operativa da aprile 2006 con riferimento alle norme recepite dal D.M. 12/7/2005 del Ministero delle Attività Produttive *"Elenco riepilogativo di norme armonizzate concernenti l'attuazione della direttiva 89/106/CE relativa ai prodotti da costruzione, pubblicate dalla GUCE dal 26 giugno 2001 al 26 ottobre 2004"* e successivi aggiornamenti.

Sulla base di quanto suddetto il riferimento normativo in base al quale devono essere determinati i valori termici di progetto delle murature e dei prodotti per muratura è divenuta a tutti gli effetti la EN 1745 *"Muratura e prodotti per muratura - Metodi per determinare i valori termici di progetto"*, che di fatto si appoggia nella sua metodologia di calcolo alla EN ISO 6946

Norma UNI EN 1745 del 2005

Marcatura e prodotti per muratura – Metodi per determinare i valori termici di progetto

Decreto Legislativo 30 maggio 2008, n. 115

pubblicato nella *Gazzetta Ufficiale* n. 154 del 3 luglio 2008

Obbligo degli enti

Il 2 Giugno il Consiglio dei Ministri ha approvato in via definitiva il decreto legislativo sull'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici.

Il provvedimento attua la direttiva 2006/32/CE.

Prevede premi volumetrici per le murature e i solai necessari al miglioramento dell'isolamento termico degli edifici, incentiva gli interventi realizzati dalle ESCO, consente l'installazione di pannelli solari e fotovoltaici solo con DIA

ART. 11 comma 1

(Semplificazione e razionalizzazione delle procedure amministrative e regolamentari)

1. Nel caso di **edifici di nuova costruzione**, lo spessore delle murature esterne, delle tamponature o dei muri portanti, **superiori ai 30 centimetri**, il maggior spessore dei solai e tutti i maggiori volumi e superfici **necessari ad ottenere una riduzione minima del 10 per cento dell'indice di prestazione energetica previsto** dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, e successive modificazioni, certificata con le modalità di cui al medesimo decreto legislativo, **non sono considerati nei computi per la determinazioni dei volumi, delle superfici e nei rapporti di copertura, con riferimento alla sola parte eccedente i 30 centimetri e fino ad un massimo di ulteriori 25 centimetri per gli elementi verticali e di copertura** e di **15 centimetri per quelli orizzontali intermedi**. Nel rispetto dei predetti limiti è **permesso derogare**, nell'ambito delle pertinenti procedure di rilascio dei titoli abitativi di cui al titolo II del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, a quanto previsto dalle normative nazionali, regionali o dai regolamenti edilizi comunali, **in merito alle distanze minime tra edifici, alle distanze minime di protezione del nastro stradale, nonché alle altezze massime degli edifici.**

ART. 11 comma 2

2. Nel caso di interventi di riqualificazione energetica di edifici esistenti che comportino maggiori spessori delle murature esterne e degli elementi di copertura **necessari ad ottenere una riduzione minima del 10 per cento dei limiti di trasmittanza previsti** dal decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, e successive modificazioni, certificata con le modalità di cui al medesimo decreto legislativo, **è permesso derogare**, nell'ambito delle pertinenti procedure di rilascio dei titoli abitativi di cui al titolo II del decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, a quanto previsto dalla normative nazionali, regionali o dai regolamenti edilizi comunali, **in merito alle distanze minime tra edifici e alle distanze minime di protezione del nastro stradale, nella misura massima di 20 centimetri per il maggiore spessore delle pareti verticali esterne, nonché alle altezze massime degli edifici, nella misura massima di 25 centimetri, per il maggior spessore degli elementi di copertura.** La deroga può essere esercitata nella misura massima da entrambi gli edifici confinanti.

ART. 11 comma 3

3. Fatto salvo quanto previsto dall'articolo 26, comma 1, della legge 9 gennaio 1991, n. 10, e successive modificazioni, **gli interventi di incremento dell'efficienza energetica che prevedano l'installazione di singoli generatori eolici con altezza complessiva non superiore a 1,5 metri e diametro non superiore a 1 metro**, nonché di **impianti solari termici o fotovoltaici aderenti o integrati nei tetti degli edifici con la stessa inclinazione e lo stesso orientamento della falda e i cui componenti non modificano la sagoma degli edifici stessi**, **sono considerati interventi di manutenzione ordinaria e non sono soggetti alla disciplina della denuncia di inizio attività di cui agli articoli 22 e 23 del testo unico** delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia, di cui al decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, e successive modificazioni, qualora la superficie dell'impianto non sia superiore a quella del tetto stesso. In tale caso, fatti salvi i casi di cui all'articolo 3, comma 3, lettera a), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, e successive modificazioni, è sufficiente una comunicazione preventiva al Comune.

ART. 11 comma 4

4. Le disposizioni di cui ai commi 1, 2 e 3 trovano applicazione fino all'emanazione di apposita normativa regionale che renda operativi i principi di esenzione minima ivi contenuti.

Legge 6 Agosto 2008, n. 133 pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 195 del 21 agosto 2008.

L'art. 35, comma 2 bis del testo coordinato del decreto, convertito in Legge, recita: Sono abrogati i commi 3 e 4 dell'articolo 6 e i commi 8 e 9 dell'articolo 15 del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.

Di seguito i commi abrogati:

Articolo 6, comma 3

Nel caso di compravendita dell'intero immobile o della singola unità immobiliare, l'attestato di certificazione energetica e' allegato all'atto di compravendita, in originale o copia autenticata.

Articolo 6, comma 4

Nel caso di locazione, l'attestato di certificazione energetica e' messo a disposizione del conduttore o ad esso consegnato in copia dichiarata dal proprietario conforme all'originale in suo possesso.

Articolo 15, comma 8

In caso di violazione dell'obbligo previsto dall'articolo 6, comma 3, il contratto e' nullo. La nullità può essere fatta valere solo dal compratore.

Articolo 15, comma 9

In caso di violazione dell'obbligo previsto dall'articolo 6, comma 4, il contratto e' nullo. La nullità può essere fatta valere solo dal conduttore.

Legge finanziaria 2008

1. Certificazione Energetica prima del rilascio della concessione – **Risparmio idrico**

Art.288. **A decorrere dall'anno 2009**, in attesa dell'emanazione dei provvedimenti attuativi di cui all'articolo 4, comma 1, del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, **il rilascio del permesso di costruire è subordinato**

- **alla certificazione energetica dell'edificio**, così come previsto dall'articolo 6 del citato decreto legislativo n. 192 del 2005,

- **nonché delle caratteristiche strutturali dell'immobile finalizzate al risparmio idrico e al reimpiego delle acque meteoriche.**

Legge finanziaria 2008

2. Eolico e Fotovoltaico

Art.289 «1-bis. **A decorrere dal 1° gennaio 2009**, nel regolamento di cui al comma 1, **ai fini del rilascio del permesso di costruire**, deve essere prevista, per gli edifici di nuova costruzione, l'installazione di impianti per la produzione di energia elettrica da fonti **rinnovabili**, in modo tale da garantire una produzione energetica non inferiore a **1 kW per ciascuna unità abitativa**, compatibilmente con la realizzabilità tecnica dell'intervento. **Per i fabbricati industriali**, di estensione superficiale non inferiore a 100 metri quadrati, **la produzione energetica minima e` di 5 kW»**

Direttiva 2006/32/CE
In ITALIA D.LGS. n°115 del 2008

È stato pubblicato sulla G.U n. 154 del 3 luglio 2008 il decreto legislativo n°115 **recepimento della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e ai servizi energetici.**

Metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici e degli impianti.

Allegato 3 punto 1.1 D.Lgs 115/2008

1. Per le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici si adottano le seguenti norme tecniche nazionali e loro successive modificazioni:

- a) **UNI TS 11300** Prestazioni energetiche degli edifici
Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- b) **UNI TS 11300** prestazioni energetiche degli edifici
Parte 2-1: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso di utilizzo dei combustibili fossili;

Allegato 3 punto 1.1 D.Lgs 115/2008

c) **UNI TS 11300** prestazioni energetiche degli edifici
Parte 2-2: determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria nel caso di:

1) utilizzo di energie rinnovabili (solare-termico, solare fotovoltaico, biomasse);

2) utilizzo di altri sistemi di generazione (cogenerazione, teleriscaldamento, pompe di calore elettriche e a gas).

VALIDAZIONE SOFTWARE

Allegato 3 punto 1.2 D.Lgs 115/2008

Gli strumenti di calcolo applicativi delle metodologie di cui al punto 1 (software commerciali), **garantiscono** che i valori degli indici di prestazione energetica, calcolati attraverso il loro utilizzo, abbiano **uno scostamento massimo di più o meno il 5 per cento** rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dello strumento nazionale di riferimento. La predetta garanzia è fornita attraverso una verifica e dichiarazione resa dal Comitato Termotecnico Italiano (CTI) o dall'Ente Nazionale Italiano di Unificazione (UNI).

Soggetti abilitati alla certificazione energetica degli edifici.

D.M. 19 Febbraio 2007

Per tecnico abilitato si intende *“un soggetto abilitato alla progettazione di edifici ed impianti nell’ambito delle competenze ad esso attribuite dalla legislazione vigente, iscritto agli ordini professionali degli ingegneri o degli architetti, ovvero, ai collegi professionali dei geometri o dei periti industriali”.*

D.M. 26 ottobre 2007 (modifica il D.M. 19/02/07)

Modifica il precedente D.M. includendo fra i tecnici abilitati dottori agronomi, dottori forestali e i periti agrari.

Soggetti abilitati alla certificazione energetica degli edifici.

Allegato 3 punto 2.1 e 2.2 D.Lgs 115/2008

Si definisce tecnico abilitato un tecnico operante sia in veste di dipendente di enti ed organismi pubblici o di società di servizi pubbliche o private (comprese le società di ingegneria) che di professionista libero od associato, iscritto ai relativi ordini e collegi professionali, ed abilitato all'esercizio della professione relativa alla progettazione di edifici ed impianti, asserviti agli edifici stessi, nell'ambito delle competenze ad esso attribuite dalla legislazione vigente.

EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI E - ADEMPIMENTI NORMATIVI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI NUORO 20 -27 FEBBRAIO 2009

Tabella 2.1 cap.2 - Allegato C

Tabella 2.1 Valori limite della trasmittanza termica U delle strutture

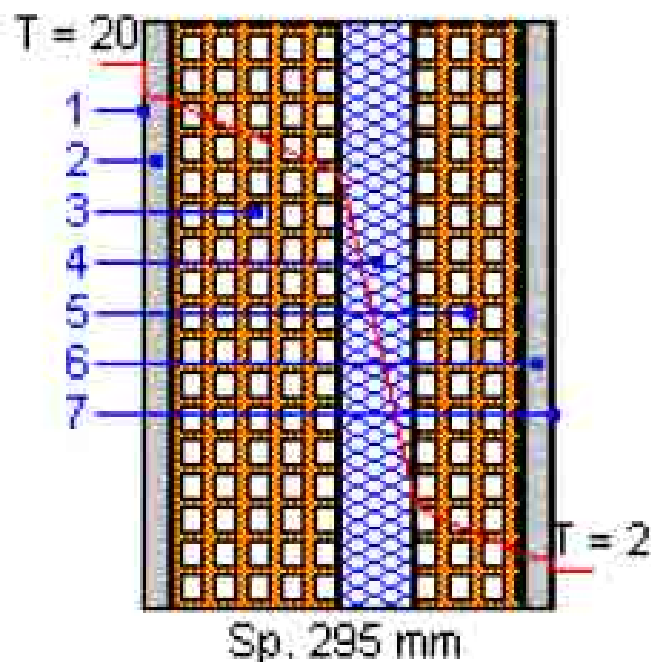
verticali opache espressa in W/m^2K

Zona Climatica	Dal 1 Gennaio 2006 U	Dal 1 Gennaio 2008 U + 30%=	Dal 1 Gennaio 2010 U
A	0,85	0,72=0,936	0,62
B	0,64	0,54=0,702	0,48
C	0,57	0,46=0,598	0,40
D	0,50	0,40=0,520	0,36
E	0,46	0,37=0,481	0,34
F	0,44	0,35=0,455	0,33

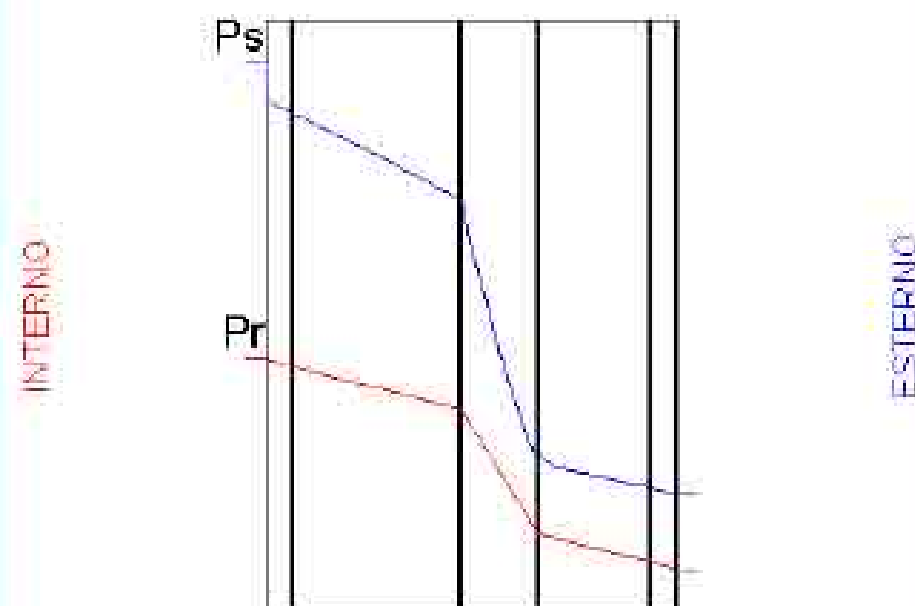
N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.V. [Kg/m³]	P<50*10 ¹² [Kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	1.400	18.000	0.029
3	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	1.800	20.570	0.310
4	Polistirene espanso in lastre stampate - mv.30	55	0.038	0.700	30	3.150	1.429
5	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	1.800	20.570	0.200
6	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	1.400	18.000	0.029
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0.040

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.V. = Massa Volumica; P<50*10¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; R = Resistenza termica dei singoli strati

STRATIGRAFIA STRUTTURA



VERIFICA DI GLASER



4

17

SPESSORE = 295 mm

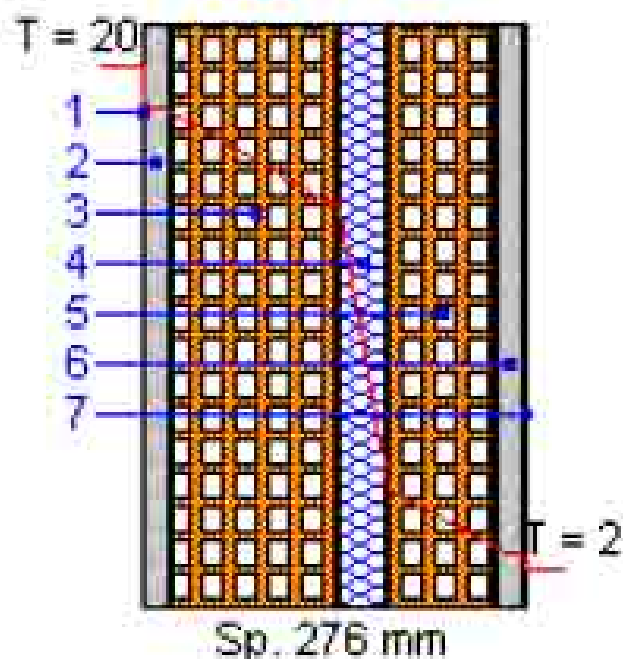
TRASMITTANZA = 0.462 W/m²K

RESISTENZA = 2.166 m²K/W

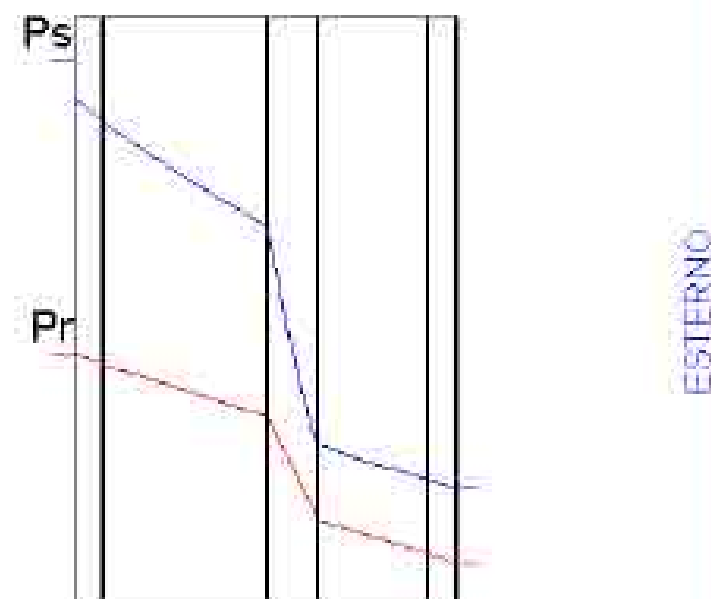
N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.V. [Kg/m³]	P<50*10 ⁻¹² [Kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0.130
2	Intonaco di calce e gesso	20	0.700	35.000	1.400	18.000	0.029
3	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	1.800	20.570	0.310
4	Polistirene espanso in lastre stampate - mv.30	36	0.038	1.069	30	3.150	0.935
5	Mattone forato di laterizio (250*80*250) spessore 80	80		5.000	1.800	20.570	0.200
6	Intonaco di calce e gesso	20	0.700	35.000	1.400	18.000	0.029
7	Adduttanza Esterna	0		25.000			0.040

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.V. = Massa Volumica; P<50*10⁻¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; R = Resistenza termica dei singoli strati

STRATIGRAFIA STRUTTURA

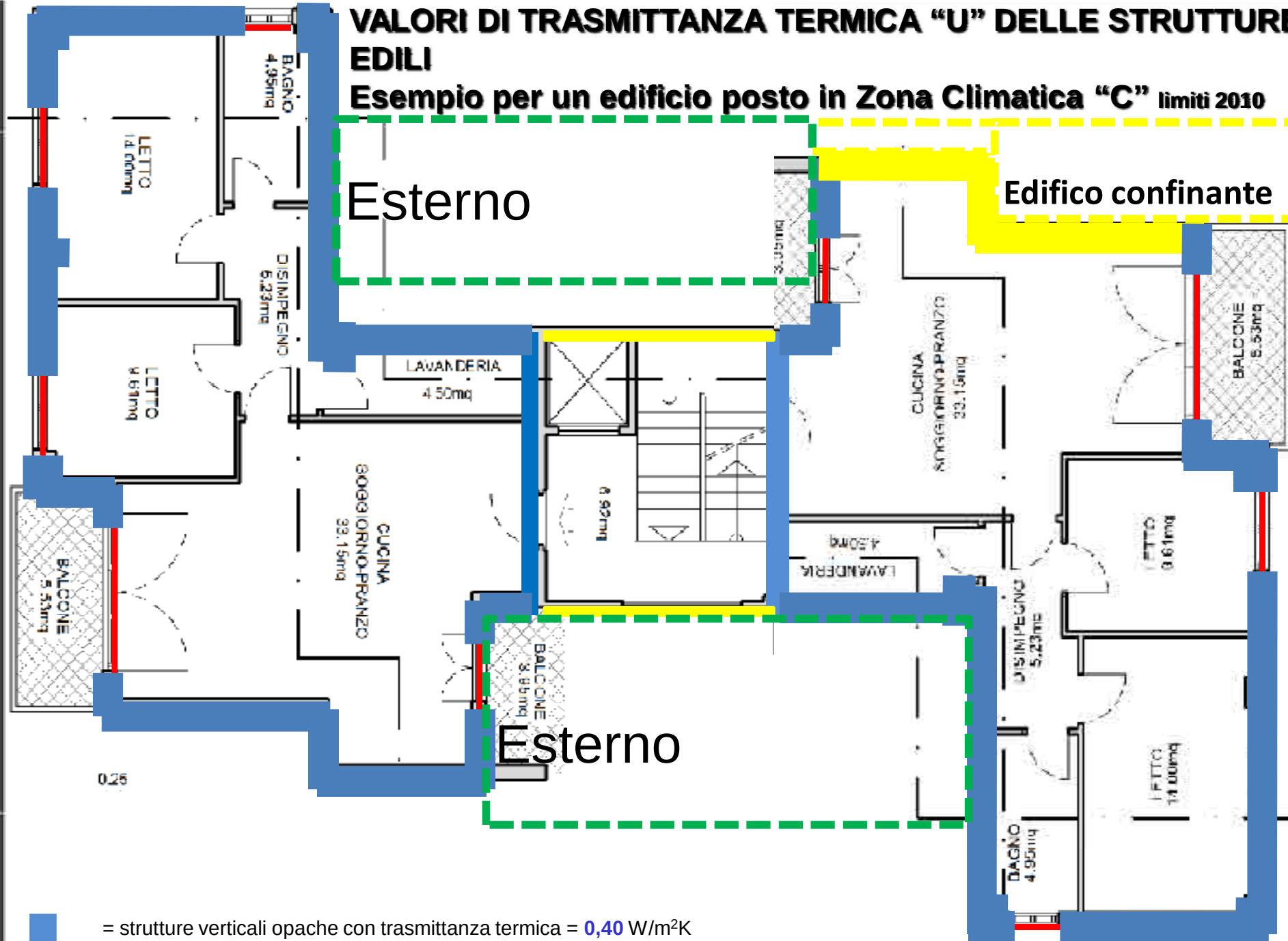


VERIFICA DI GLASER



VALORI DI TRASMITTANZA TERMICA "U" DELLE STRUTTURE EDILI

Esempio per un edificio posto in Zona Climatica "C" limiti 2010



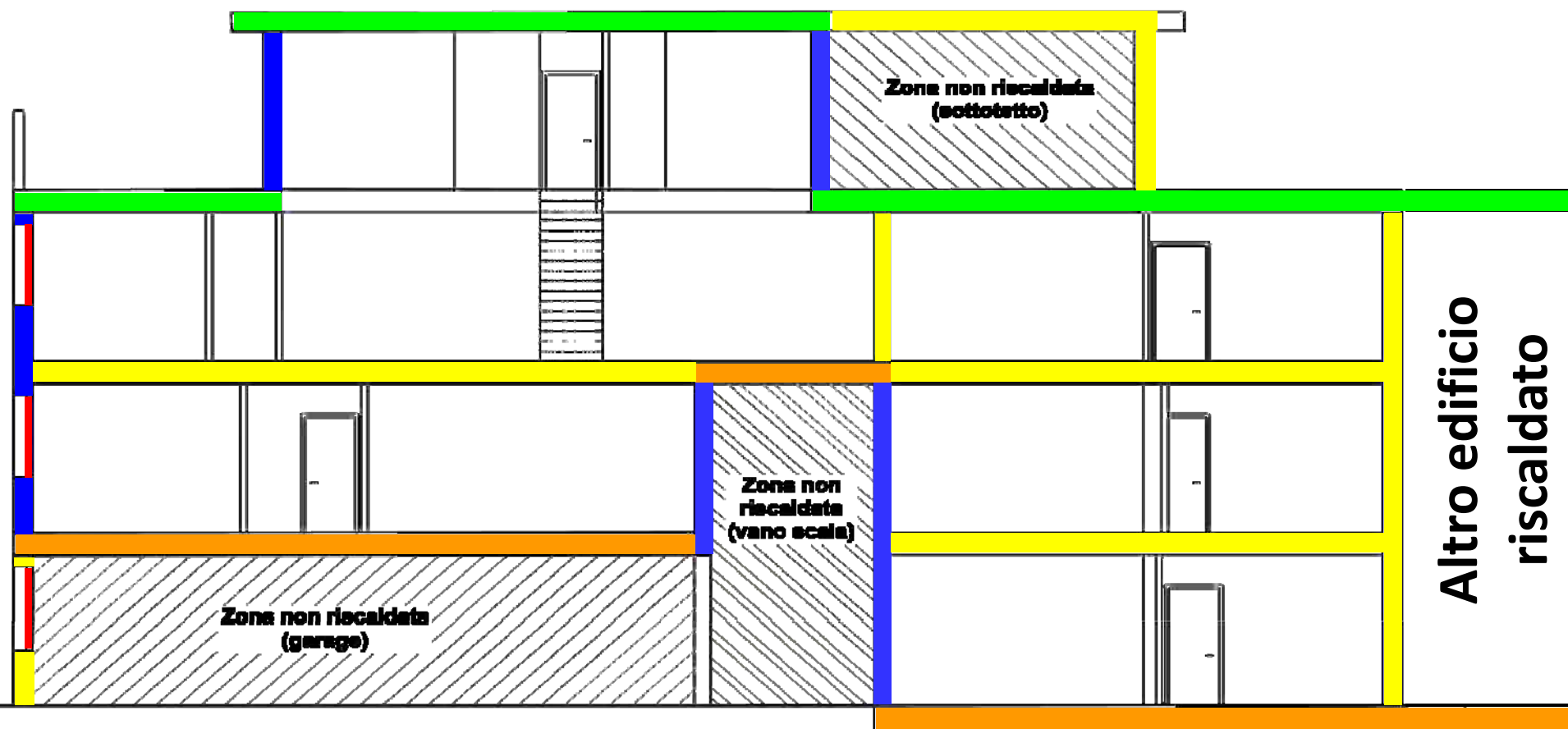
= strutture verticali opache con trasmittanza termica = **0,40** W/m²K

= strutture verticali ed orizzontali divisorie tra edifici adiacenti riscaldati, unità immobiliari confinanti riscaldate o incidenti sull'esterno da ambienti non riscaldati con trasmittanza termica = **0,80** W/m²K

= chiusure trasparenti con infissi trasmittanza termica = **2,60** W/m²K e trasmittanza termica elemento vetrato = 2,40 W/m²K

VALORI DI TRASMITTANZA TERMICA "U" DELLE STRUTTURE EDILI

Esempio per un edificio posto in Zona Climatica "C" Limite 2010



= strutture opache orizzontali di copertura opache con trasmittanza termica = **0,38** W/m²K

= strutture opache orizzontali di pavimento opache con trasmittanza termica = **0,42** W/m²K

= strutture opache verticali con trasmittanza termica = **0,40** W/m²K

= strutture verticali ed orizzontali divisorie tra edifici adiacenti riscaldati, unità immobiliari confinanti riscaldate o incidenti sull'esterno da ambienti non riscaldati con trasmittanza termica = **0,80** W/m²K

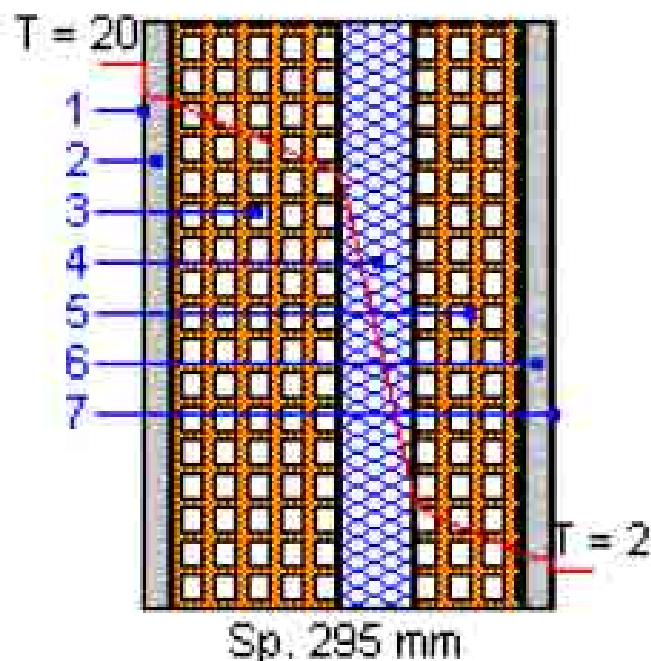
= chiusure trasparenti con infissi trasmittanza termica = **2,60** W/m²K e trasmittanza termica elemento vetrato = 2,1 W/m²K

N.	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno all'esterno)	s [mm]	lambda [W/mK]	C [W/m²K]	M.V. [Kg/m³]	P<50*10 ⁻¹² [Kg/msPa]	R [m²K/W]
1	Adduttanza Interna	0		7.700			0.130
2	Intonaco di calce e gesso.	20	0.700	35.000	1.400	18.000	0.029
3	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 120	120		3.226	1.800	20.570	0.310
4	Polistirene espanso in lastre stampate - mv.30	55	0.038	0.700	30	3.150	1.429
5	Mattone forato di laterizio (250*120*250) spessore 80				1.800	20.570	0.200
6	Intonaco di calce e gesso.				1.400	18.000	0.029
7	Adduttanza Esterna						0.040

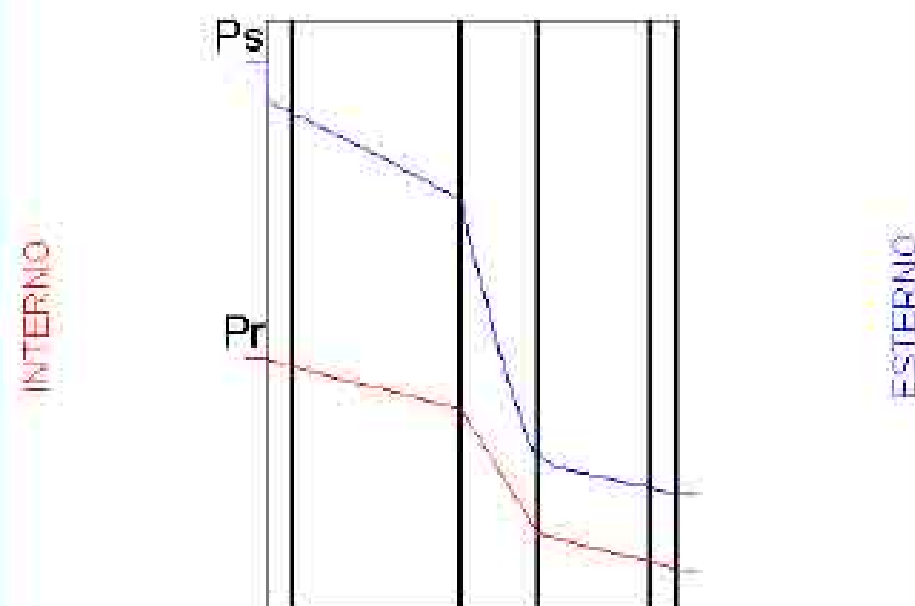
160 kg/m²

s = Spessore dello strato; lambda = Conduttività termica del materiale; C = Conduttanza unitaria; M.V. = Massa Volumica; P<50*10⁻¹² = Permeabilità al vapore con umidità relativa fino al 50%; R = Resistenza termica dei singoli strati

STRATIGRAFIA STRUTTURA



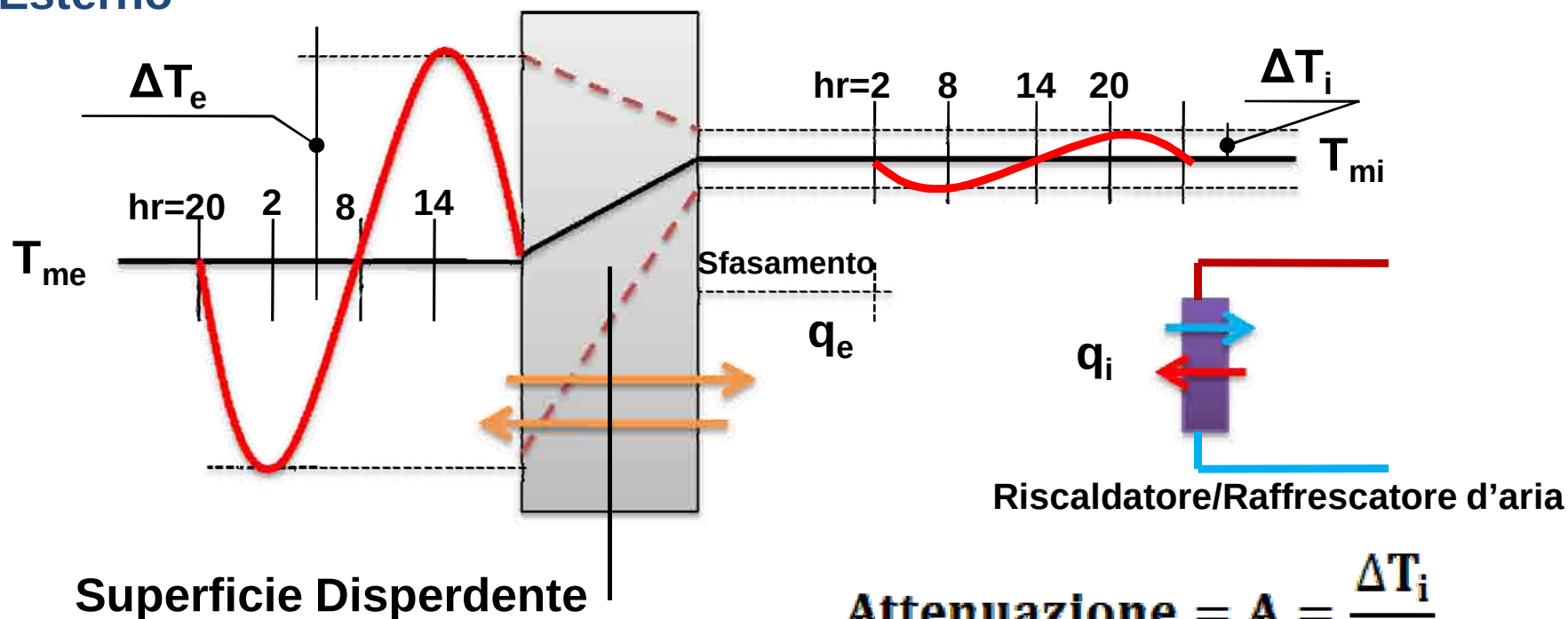
VERIFICA DI GLASER



Massa superficiale > 230kg/m²

Esterno

Interno



$$\text{Attenuazione} = A = \frac{\Delta T_i}{\Delta T_e}$$

L'inerzia termica agisce con un effetto di smorzamento dell'ampiezza dell'onda termica esterna che si ripercuote dalla parte opposta della parete attenuata e sfasata.

Sfasamento minimo ≥ 6 h

Ottimo ≥ 12 h

Attenuazione massima $\leq 0,6$

Ottima $\leq 0,12$

Norma UNI-EN-ISO 13786 del 2001

Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo

Per quanto riguarda la bontà dell'inerzia termica di una struttura **le bozze delle linee guida** che fanno riferimento alla UNI-EN-ISO 13786 riportano la seguente tabella

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

Tabella 1.2 - Allegato C dal 1 Gennaio 2008

edifici residenziali classe E1 (esclusi: collegi, conventi, case di pena e caserme) Indice di Prestazione Energetica per la Climatizzazione Invernale

Valori limite per la climatizzazione invernale espressi in **kWh/m²anno**

Rapporto di forma dell' edificio S/V	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	a 601 GG	a 900 GG	a 901 GG	a 1400 GG	a 1401 GG	a 2100 GG	a 2101 GG	a 3000 GG	oltre 3000 GG
$\leq 0,2$	9,5	9,5	14	14	23	23	37	37	52	52
$\geq 0,9$	41	41	55	55	78	78	100	100	133	133

Energy Service Company



Le **Energy Service Company** (anche dette **ESCO**) sono società che operano ristrutturazioni finalizzate ad accrescere l'efficienza energetica, ovvero a ridurre il consumo di energia primaria a parità di servizi finali. I risparmi economici che si riescono a ottenere vengono utilizzati per ammortizzare i costi d'investimento.

