

***Il quadro legislativo su
efficienza e certificazione energetica degli edifici***

Stefano Cera

s.cera@assimpredilance.it



Premessa

Gradi Giorno GG

I Gradi Giorno indicano il clima invernale di ogni singola località.

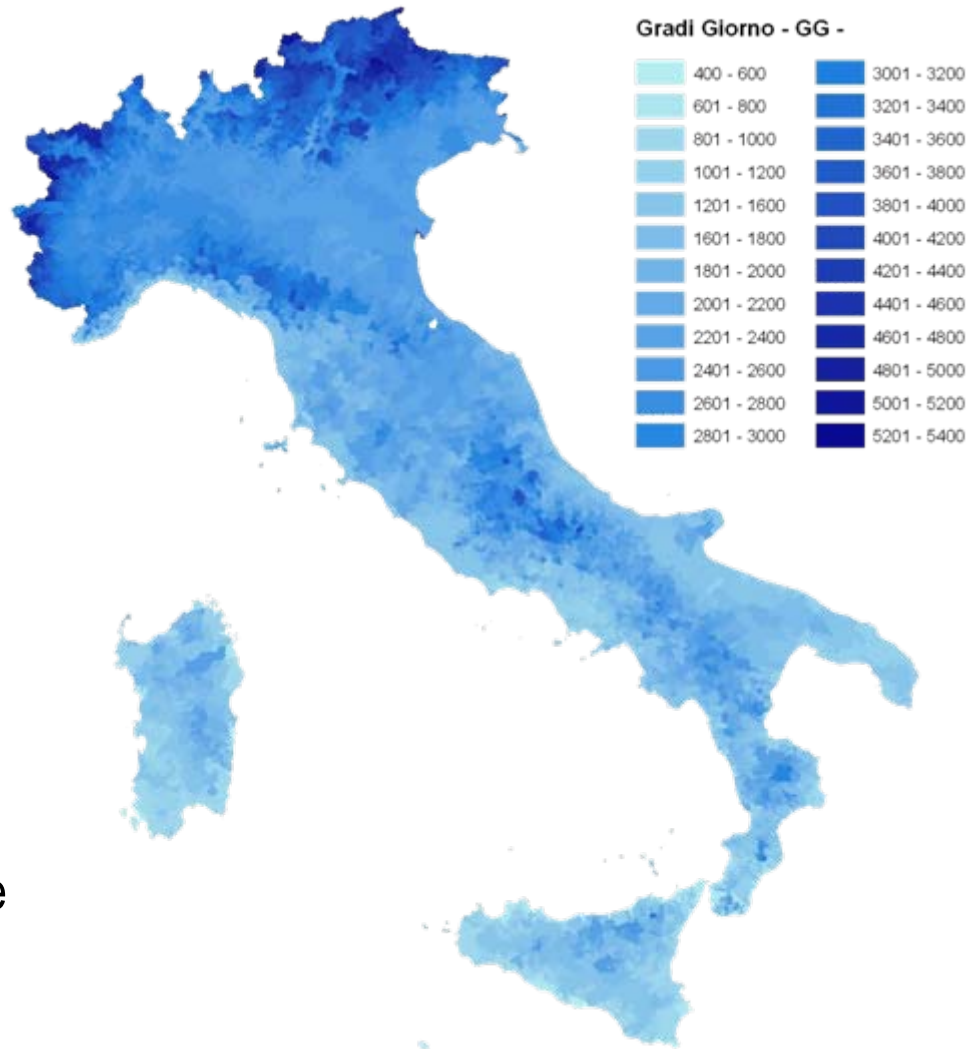
Più il loro valore è alto, più rigido sarà il clima invernale in quel Comune.

Al contrario, più basso sarà il loro valore, più mite sarà il clima invernale.

Per ogni località, il valore di Gradi Giorno è stabilito e riportato nel DPR 412/1993.

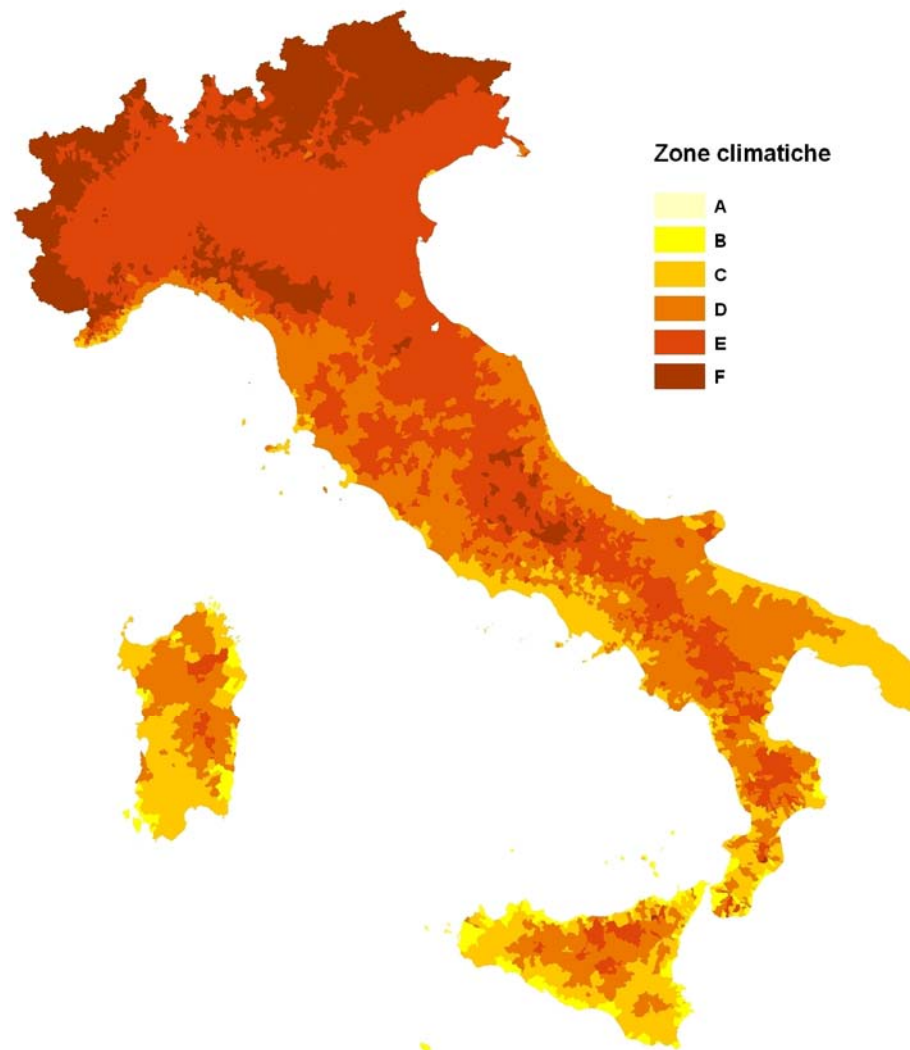
Ad esempio, Como ha 2228 GG, mentre Milano ha 2404 GG.

Le dispersioni dell'involucro, oltre ad essere proporzionali al rapporto S/V, sono proporzionali anche al numero di GG.



Premessa

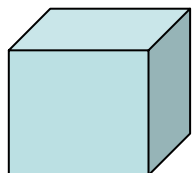
Zona climatica	Gradi Giorno
A	$GG \leq 600$
B	$600 < GG \leq 900$
C	$900 < GG \leq 1400$
D	$1400 < GG \leq 2100$
E	$2100 < GG \leq 3000$
F	$GG > 3000$



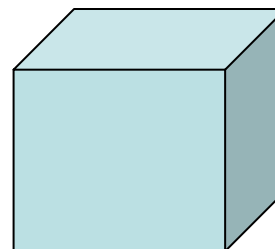
Premessa

$$\frac{S}{V} = \frac{\text{Sup. involucro (pareti disperdenti) [m}^2 \text{]}}{\text{Volume lordo riscaldato [m}^3 \text{]}}$$

Tipologia	S/V [m ⁻¹]	Perdite di calore dall'involucro [kWh/m ² a]
Villetta	0.78	144
Villetta Schiera	0.65	132
Edificio Linea 4 piani	0.51	101
Torre 8 piani	0.32	90



$L = 5 \text{ m}$
 $S = 150 \text{ m}^2$
 $V = 125 \text{ m}^3$
 $S/V = 1.2 \text{ m}^{-1}$

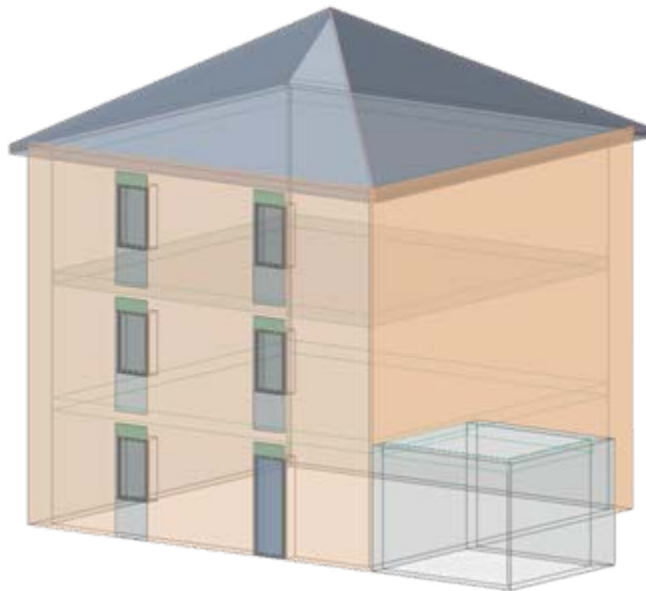


$L = 10 \text{ m}$
 $S = 600 \text{ m}^2$
 $V = 1000 \text{ m}^3$
 $S/V = 0.6 \text{ m}^{-1}$

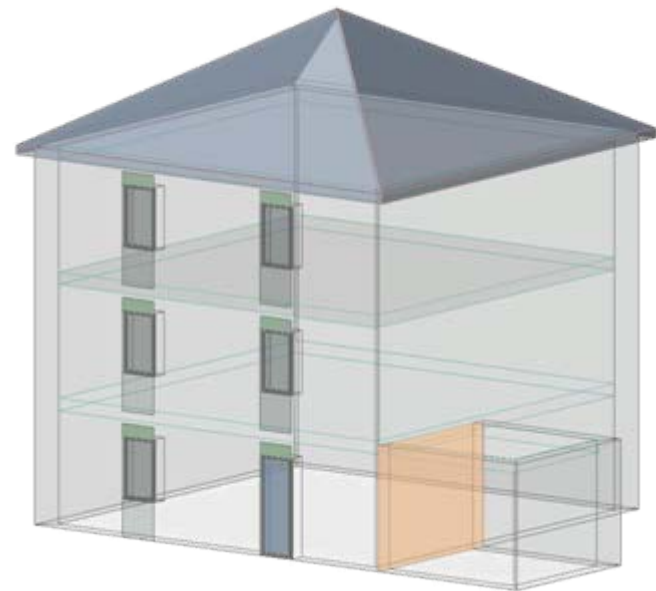
Premessa

Pareti disperdenti

Pareti che dividono gli ambienti dotati di impianto di riscaldamento da ambienti sprovvisti di impianti di riscaldamento.
Sono attraversate da un flusso termico che si instaura a causa della differenza di temperatura sulle due facce.



Pareti verticali disperdenti esterne

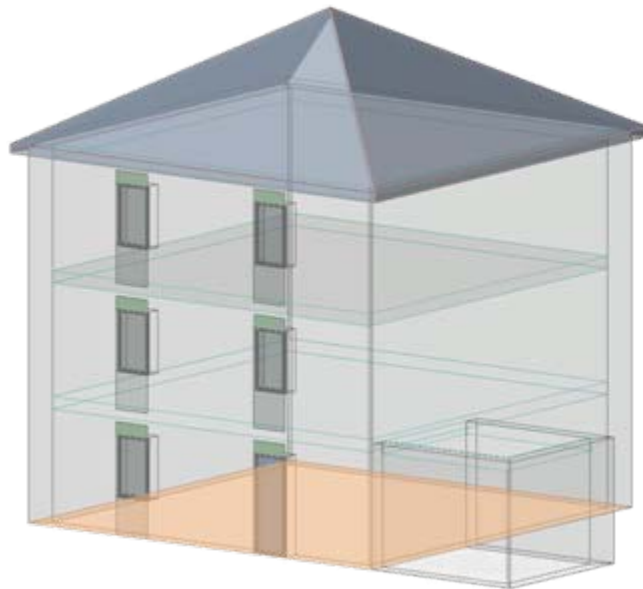


Pareti verticali disperdenti interne

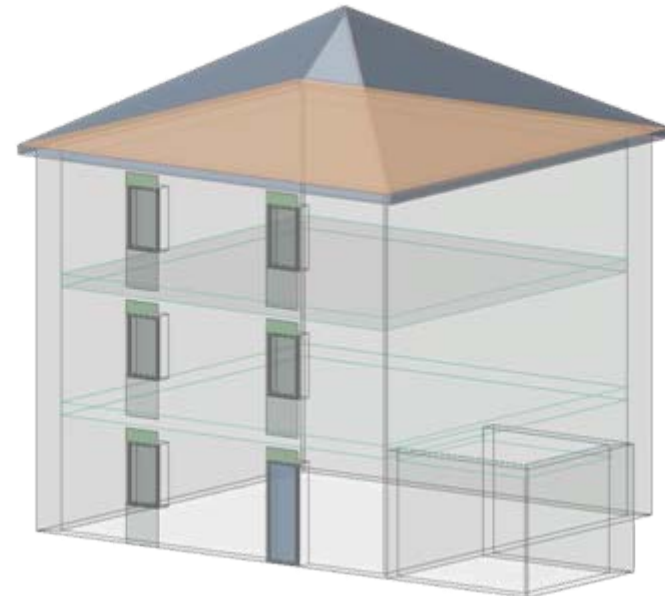
Premessa

Pareti disperdenti

Pareti che dividono gli ambienti dotati di impianto di riscaldamento da ambienti sprovvisti di impianti di riscaldamento.
Sono attraversate da un flusso termico che si instaura a causa della differenza di temperatura sulle due facce.



Primo solaio disperdente



Ultimo solaio disperdente

Premessa

L'Energia (e di conseguenza l'efficienza energetica) è materia concorrente tra lo Stato centrale e le singole Regioni, ovvero le singole Regioni possono legiferare autonomamente, abrogando le disposizioni emanate dal Governo centrale. La Lombardia è la prima Regione che si è dotata di una legislazione propria.

Stato centrale

D.Lgs. 192/05 + D.Lgs. 311/06 → DPR 59/09

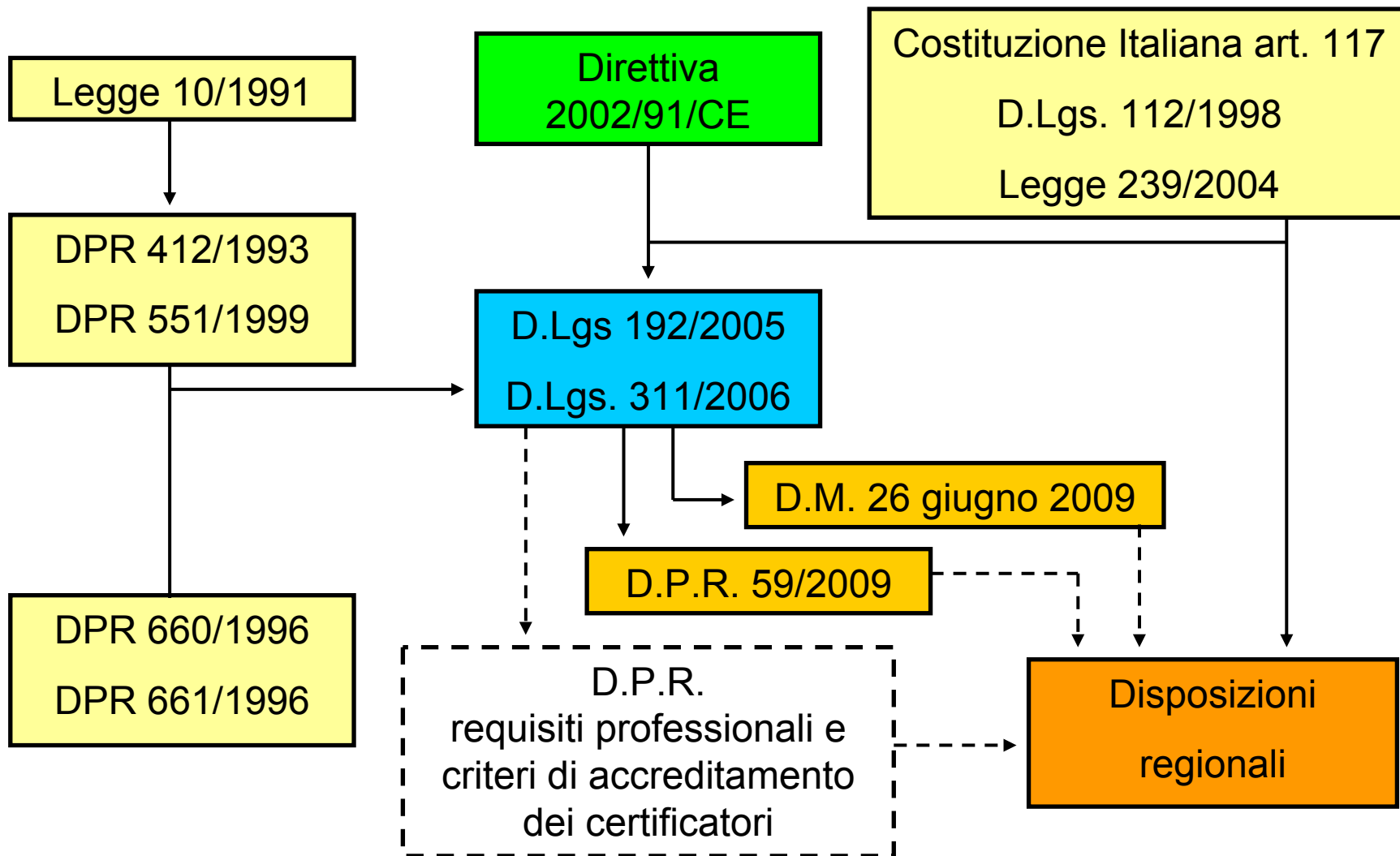
D.Lgs. 115/08 + DM 26 giugno 2009

Regione Lombardia

D.G.R. 5018 + D.G.R. 5773 → D.G.R. 8745

D.D.U.O. 15833 → D.D.G. 5796

Contesto Italiano



Contesto Italiano

Il quadro legislativo dell'efficienza energetica
(sia quello nazionale, sia quello regionale)
si può riassumere secondo tre voci:

Obblighi

[limite di legge nazionali/regionali+ eventuali obblighi comunali]

Incentivi

[premio di volumetria + eventuali incentivi comunali]

Opportunità

[certificazione energetica]

Obblighi – Regione Lombardia

Edifici esclusi

Edifici tutelati del codice delle belle arti e del paesaggio

Edifici industriali,
Edifici commerciali,
Edifici agricoli non residenziali,
mantenuti in condizioni di comfort termico
grazie ai soli impianti produttivi presenti

Edifici isolati con superficie totale < 50 mq

Obblighi – Regione Lombardia

Destinazioni d'uso

E.1	Residenze, alberghi, pensioni ed assimilabili
E.2	Uffici ed assimilabili
E.3	Ospedali, case di cura e cliniche
E.4	Attività ricreative, associative, di culto o assimilabili
E.5	Attività commerciali
E.6	Attività sportive
E.7	Attività scolastiche
E.8	Attività industriali ed artigianali

Obblighi – Regione Lombardia

Nuove Edificazioni - [NE]

N.B: ricordarsi che automaticamente c'è anche [N_{imp.term}]

Demolizione e Ricostruzione - [DR]

N.B: ricordarsi che automaticamente c'è anche [N_{imp.term}]

Grandi Ampliamenti (volume ampliato > 20% edificio esistente) - [gA]

Recupero Sottotetti - [RS]

Grandi Ristrutturazioni (interventi > 25% superfici disperdenti) - [gR]

Piccole Ristrutturazioni - [pR]

Piccoli Ampliamenti - [pA]

Manutenzione Straordinaria - [MS]

Nuovo impianto termico - [N_{imp.term}]

Ristrutturazione dell'impianto termico - [R_{imp.term}]

Definizione: modifica sostanziale di almeno due tra i seguenti sottosistemi impiantistici:

Generazione – Distribuzione - Emissione

Sostituzione del solo generatore di calore – [N_{gen}]

Obblighi – Regione Lombardia

	[NE] [DR] [gA] [RS]	[gR]	[pR] [pA] [MS]	[N _{imp.ter}] [R _{imp.ter}]	[N _{gen}]
E.1	A-F-G-I	A/C-D- F-G-I	C*-D-F- G-I	L-M-N-P- Q-S-X	L-N-R-S- T-U-X
E.2					
E.3					
E.4					
E.5					
E.7				L-N-P- Q-S-X	
E.6	A-F	A/C-D-F	C*-D-F		
E.8	A	A/C-D	C*-D		

Obblighi – Regione Lombardia

Prestazione integrata invernale - EP_H

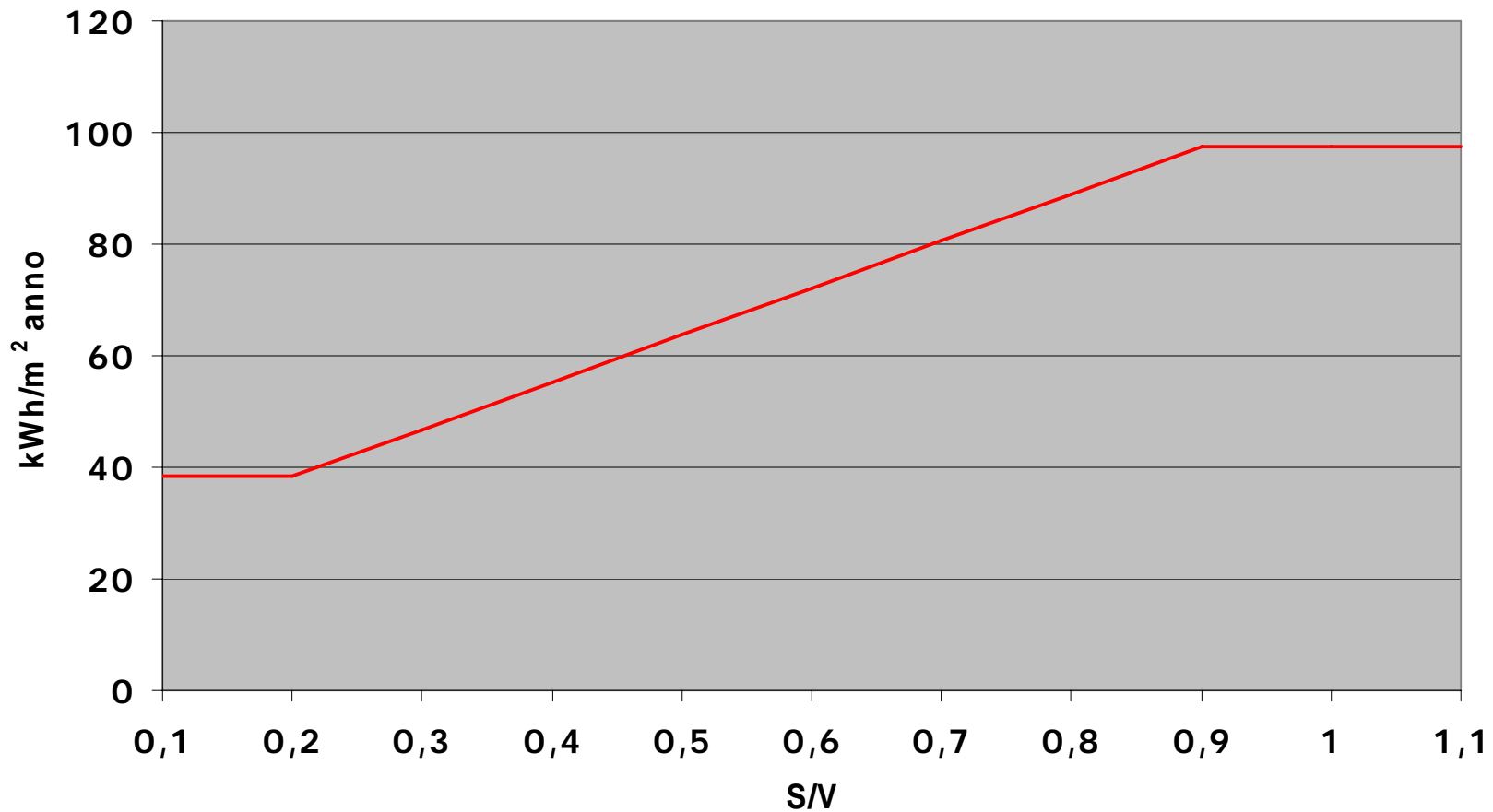
Requisito A

La prestazione energetica dell'edificio per il riscaldamento invernale
[EP_H, espresso in kWh/(m²·anno)]
indica il quantitativo di energia necessaria
a mantenere l'edificio in condizioni di comfort durante l'inverno
e dipende dalle caratteristiche
sia dell'involucro, sia dell'impianto termico.

$$EP_H \approx \frac{Q_{INVOLUCRO}}{\eta_{IMPIANTO}} - E_{RES} + W_H$$

Obblighi – Regione Lombardia

Prestazione integrata invernale - EP_{Hlim}
[esempio: nuovo edificio residenziale a Milano]



Obblighi – Regione Lombardia

Prestazione integrata invernale - EP_H

Requisito A

Limiti massimi al fabbisogno di energia primaria per riscaldamento (EP_{Hlim})

	S/V	GG ≤ 600	GG = 900	GG = 1400	GG = 2100	GG ≥ 3000
Residenziali [kWh/(m ² ·anno)]	≤0,2			21,3	34	46,8
	≥0,9			68	88	116
Non residenziali [kWh/(m ³ ·anno)]	≤0,2			6	9,6	12,7
	≥0,9			17,3	22,5	31

Obblighi – Regione Lombardia

Prescrizioni invernali – pareti disperdenti

Requisito C

Limiti massimi alla trasmittanza termica U delle pareti disperdenti [$W/(m^2 \cdot K)$]

Zona climatica	Pareti	Coperture	Pavimenti	Finestre Vetro+Telaio
D	0,36	0,32	0,36	2,4
E	0,34	0,30	0,33	2,2
F	0,33	0,29	0,32	2,0

Obblighi – Regione Lombardia

Prescrizioni invernali – pareti disperdenti

Requisito C*

Limiti massimi alla trasmittanza termica U delle pareti disperdenti [$W/(m^2 \cdot K)$]

Zona climatica	Pareti	Coperture	Pavimenti	Finestre Vetro+Telaio
D	0,468	0,416	0,468	2,4
E	0,442	0,39	0,429	2,2
F	0,429	0,377	0,416	2,0

Obblighi – Regione Lombardia

Prescrizioni invernali – pareti non disperdenti

Requisito D

Divisori verso altre unità e tra ambienti non riscaldati ed esterno

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

Serramenti tra ambienti non riscaldati ed esterno

$$U \leq 2,8 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$$

Obblighi – Regione Lombardia

Prescrizioni invernali – impianto termico

Requisito Q

Limite minimo rendimento stagionale impianto termico
se ad acqua: $\eta \geq [75+3 \cdot \log(P_n)]\%$ ($\geq 84\%$ se $P_n > 1.000$ kW)
se ad aria: $\eta \geq [65+3 \cdot \log(P_n)]\%$ ($\geq 74\%$ se $P_n > 1.000$ kW)

Requisito M

Contabilizzazione e termoregolazione individuale

Requisito L

Installazione di dispositivi di regolazione automatica
della temperatura nei singoli locali/zone

Obblighi – Regione Lombardia

Prescrizioni invernali – impianto termico

Requisito T

Verifica della corretta equilibratura del sistema di distribuzione

Requisito U

Installazione centralina di termoregolazione su due livelli pilotata da:
sonda di temperatura aria interna (impianti autonomi)
sonda temperatura aria interna ed acqua (impianti centralizzati)

Requisito X

Caldaie a condensazione e pompe di calore:

$$T_{\text{mandata}} \leq 50^{\circ}\text{C} \text{ oppure } T_{\text{ritorno}} \leq 35^{\circ}\text{C}$$

Obblighi – Regione Lombardia

Prescrizioni invernali – impianto termico

Requisito R

Caldaie

Limite minimo rendimento di generazione

$$\eta_G \geq [90 + 2 \cdot \log(P_n)]\%$$

(a 100% P_n)

$$\eta_G \geq [85 + 3 \cdot \log(P_n)]\%$$

(a 30% P_n)

Pompe di calore

Limite minimo rendimento di generazione

Requisito S

Trattamento dell'acqua impiegata nell'impianto termico

Obblighi – Regione Lombardia

	Tipologia	Condizioni nominali di riferimento	COP _{min}	GUE _{min}
Elettriche	Aria-acqua	7°-35°	3,00	
	Acqua-acqua	10°-35°	4,50	
	Terra-acqua	0°-35°	4,00	
	Terra-aria	0°-20°	4,00	
	Acqua-aria	15°-20°	4,70	
	Aria-aria	7°-20°	4,00	
	Endotermiche	Aria-acqua	7°-30°	
Acqua-acqua		10°-30°		1,56
Terra-acqua		0°-30°		1,47
Terra-aria		0°-20°		1,59
Acqua-aria		10°-20°		1,60
Aria-aria		7°-20°		1,46
Assorbimento		Aria-acqua	7°-50°	
	Terra-acqua	0°-50°		1,25
	Acqua-acqua	10°-50°		1,40

Obblighi – Regione Lombardia

Energie rinnovabili termiche ed assimilate

Requisito N

Obbligo di produrre energia termica pari ad almeno il 50% del fabbisogno termico per a.c.s. con:

Solare termico

Pompe di calore

[N.B: $COP_{min} - GUE_{min}$ → vedi slide precedente]

Biomasse

[N.B: piano regionale di azione per il contenimento e la prevenzione degli episodi acuti di inquinamento]

Teleriscaldamento

Requisito P

Obbligo predisposizione delle opere (edificio ed impianti) necessarie a favorire il collegamento a reti di teleriscaldamento se entro i 1.000 m (anche se solo approvate)

Obblighi – Regione Lombardia

Prescrizioni estive

Requisito G

Obbligo sfruttare ventilazione naturale

Requisito I

Obbligo di sistemi schermanti
(anche solo filtranti per [RS] [pR] [pA] [MS])
la cui capacità di ridurre
l'irradianza solare massima
sulle finestre
sia variabile tra
un minimo di 0% (inverno) ed
un massimo di almeno il 70% (estate)

Obblighi – Regione Lombardia

Condensa e muffe

Requisito F

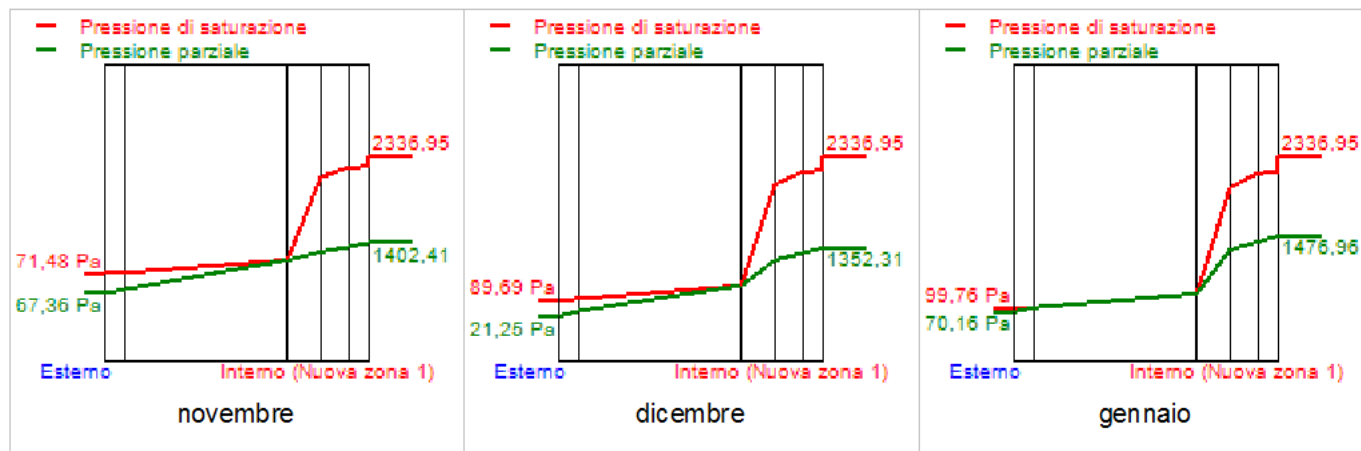
Pareti interne

Non vi deve essere condensa superficiale sulla parete oggetto dell'intervento

Pareti esterne

La condensa interstiziale non deve superare la quantità ri-evaporabile

Diagramma di Glaser



Incentivi

LR Lombardia n. 33/2007

Premio di volumetria pari all'intero spessore delle pareti esterne per gli interventi con le seguenti caratteristiche

[NE] [DR] [gA] [RS] [gR]

$$EP_H < 0.9 \cdot EP_{Hlim}$$

[gR] [pR] [pA] [MS]

$$U < 0.9 \cdot U_{max}$$

D.Lgs. 115/2008

Permette alcune deroghe da altezza massima e distanza minima per poter realizzare il premio di volumetria

[NE]: se $EPI < 0.9 \cdot EPI_{lim} \rightarrow 25$ cm (distanza minima - altezza massima)

[NE]: se $EPI < 0.9 \cdot EPI_{lim} \rightarrow 15$ cm (altezza massima) per ogni solaio

[gR, pR]: se $U < 0.9 \cdot U_{max} \rightarrow 20$ cm (distanza minima) e 25 cm (altezza massima)

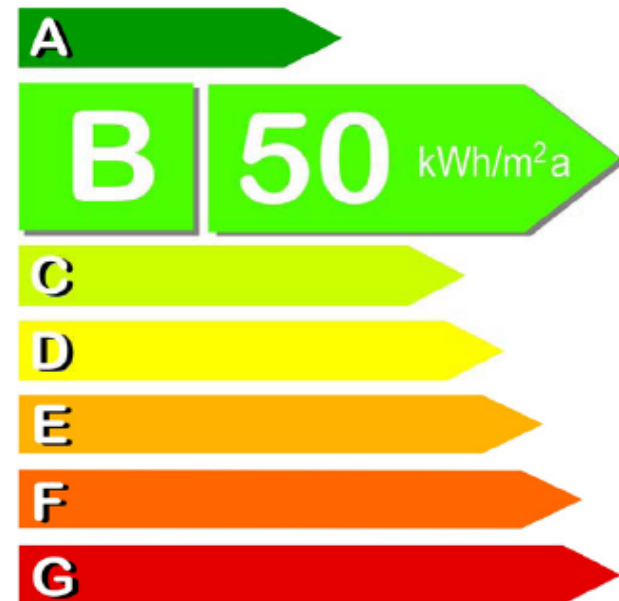
Opportunità

Certificazione energetica degli edifici

E' lo studio delle caratteristiche energetiche dell'edificio

Il suo scopo è di rappresentare, sinteticamente e in conformità con questo chiesto dal legislatore, la prestazione energetica dell'edificio

Una rappresentazione, ancor più sintetica,
è la **classificazione energetica**,
ovvero l'indicazione di appartenenza
ad una determinata
classe di efficienza energetica



Opportunità – Regione Lombardia

Tempistica della certificazione energetica degli edifici

Dal 1° settembre 2007

Per l'ottenimento dell'abitabilità

[NE] [DR] [gR] [gA] [RS]

Per compravendita di intero edificio

Per edifici di pubblica utilità, aventi superficie > 1.000 mq

In caso di sostituzione generatore di calore con $P_n > 100$ kW

Dal 1° gennaio 2008

Per contratti di “servizio energia”

Opportunità – Regione Lombardia

Tempistica della certificazione energetica degli edifici

Dal 16 gennaio 2009

In caso di $[N_{\text{imp.termico}}]$ $[R_{\text{imp.termico}}]$

In caso di realizzazione di impianti termoautonomi
(nuovi o trasformati) a servizio di più di 4 unità immobiliari

Dal 1° luglio 2009

Per trasferimento oneroso di singole unità immobiliari

Dal 1° luglio 2010

Per locazione di singole unità immobiliari

Opportunità – Regione Lombardia

ACE

Comprende:

Valori di prestazione energetica dell'edificio

Riscaldamento invernale [EP_H]

Riscaldamento acqua sanitaria [EP_W]

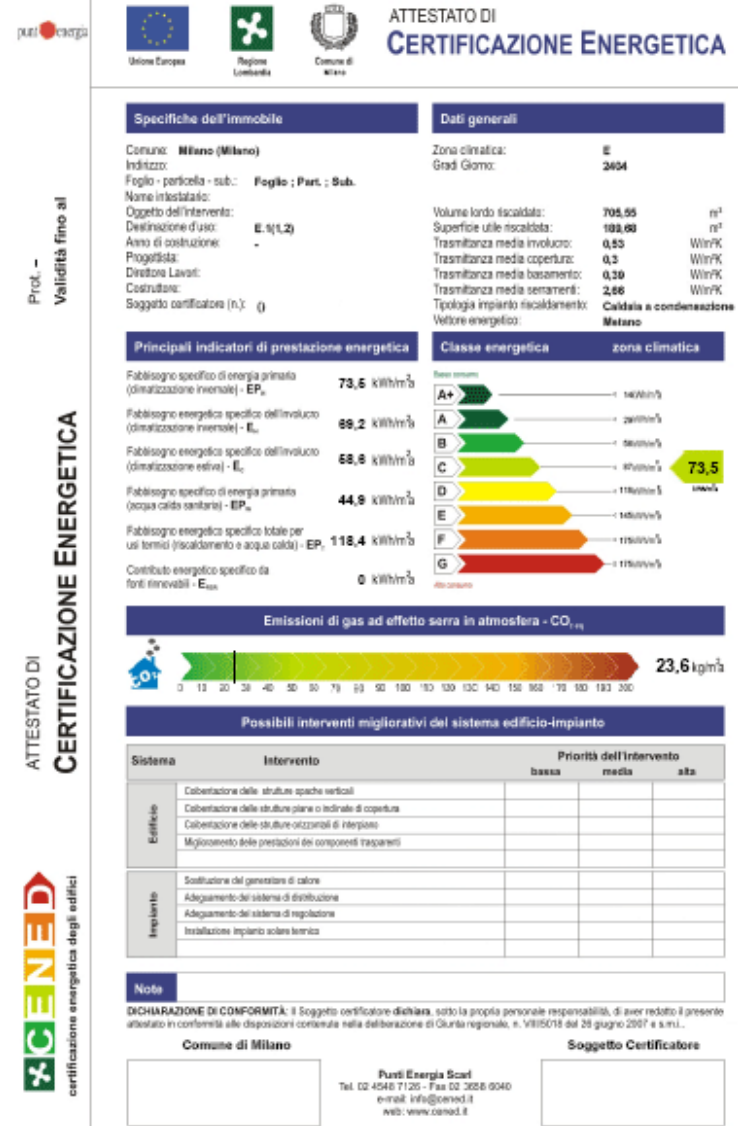
Climatizzazione estiva – solo involucro [ET_C]

Produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili [E_{RES}]


Valori di legge o di riferimento della prestazione energetica dell'edificio

Suggerimenti sugli interventi di riqualificazione

Emissioni gas serra



Regione Lombardia – dal 26 ottobre 2009



**ATTESTATO DI
CERTIFICAZIONE ENERGETICA**

Dati proprietario

Nome e cognome
Regione sociale
Indirizzo
N. civico
Comune
Provincia
C.A.P.
Codice fiscale / Parità IVA
Telefono

Catasto energetico

Numero di protocollo
Registrato il
Valido fino al

Dati Soggetto certificatore

Nome e cognome
Numero di accreditamento


Dati catastali

Sezione	Foglio	Particella	Categoria catastale	
Subaltemi	da	a	da	a

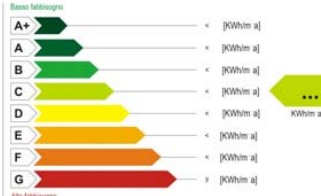
Dati edificio

Provincia
Comune
Indirizzo
Periodo di attivazione dell'impianto
Gradi giorno
Categoria dell'edificio
Anno di costruzione
Superficie utile
Superficie disperdente (S)
Volume lordo riscaldato (V)
Rapporto S/V:
Progettista architettonico
Progettista impianto termico
Costruttore

Mappa




Classe energetica - EP_t **Zona climatica** ...



Valore limite del fabbisogno per la climatizzazione invernale: [KWh/m a]

Classe energetica - ET_c





Fabbisogno termico per la climatizzazione estiva


Richiesta rilascio targa energetica

Secondo quanto sancito al punto 11 della DGR VIII/5018 e s.m.i., si richiede, all'Organismo di accreditamento, il rilascio della targa

Emissioni di gas ad effetto serra in atmosfera - CO_{2,eq}








Pagina 1/2

www.cened.it

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA valido fino al



**ATTESTATO DI
CERTIFICAZIONE ENERGETICA**

Indicatori di prestazione energetica

Fabbisogno annuo di energia termica
Climatizzazione invernale ET_t
Climatizzazione estiva ET_c
Acqua calda sanitaria ET_s

Fabbisogno di energia primaria
Climatizzazione invernale EP_t
Climatizzazione estiva EP_c
Acqua calda sanitaria EP_s

Contributi
Fonti rinnovabili EP_{rrn}

Efficienze medie
Riscaldamento ϵ_{ghe}
Acqua calda sanitaria ϵ_{ghe}
Riscaldamento + Acqua calda sanitaria ϵ_{ghe}

Totale per usi termici EP_t

Altri usi energetici
Illuminazione EP_i

Specifiche impianto termico

Tipologia impianto	Riscaldamento	ACS	Combinato
Sistema di generazione			
<input type="checkbox"/> tradizionale			
<input type="checkbox"/> multistadio o modulante			
numero generatori			
potenza termica nom. al focolare combustibile utilizzato			
<input type="checkbox"/> condensazione			
<input type="checkbox"/> multistadio o modulante			
numero generatori			
potenza termica nom. al focolare combustibile utilizzato			
<input type="checkbox"/> pompa di calore			
numero generatori			
C.O.P. / G.U.E. combustibile utilizzato			
<input type="checkbox"/> teleriscaldamento combustibile utilizzato			
<input type="checkbox"/> cogenerazione			
consumo nom. di combustibile combustibile utilizzato			
<input type="checkbox"/> ad alimentazione elettrica			
potenza elettrica assorbibile			
<input type="checkbox"/> altro (si veda campo note)			

Possibili interventi migliorativi del sistema edificio impianto termico


Intervento	Superficie Interessata [m ²]	Prestazioni U [W/m ² K] η [%]	Risparmio EP _t [%]	Priorità intervento	Classe energetica raggiunta	Riduzione CO _{2,eq} [%]
Involucro						
Cobertazione delle strutture opache verticali rivolte verso l'esterno						
Cobertazione delle strutture opache verticali rivolte verso ambienti non riscaldati						
Cobertazione delle strutture opache orizzontali rivolte verso l'esterno						
Cobertazione delle strutture opache orizzontali rivolte verso ambienti non riscaldati						
Cobertazione della copertura						
Sostituzione delle chiusure trasparenti comprensive di infissi rivolte verso l'esterno						
Impianto						
Sostituzione generatore di calore						
Sostituzione/adeguamento del sistema di distribuzione						
Sostituzione del sistema di emissione						
FER						
Installazione impianto solare termico						
Installazione impianto solare fotovoltaico						
TOT:	Sommatória di tutti gli interventi ipotizzati					
Note						


Note

Timbro e firma

Il Soggetto certificatore dichiara, sotto la propria personale responsabilità, di aver redatto il presente attestato in conformità alle disposizioni contenute nella deliberazione di Giunta regionale V/1551-E e s.m.i.

Accettazione del Comune
Soggetto certificatore





Pagina 2/2

www.cened.it

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA valido fino al

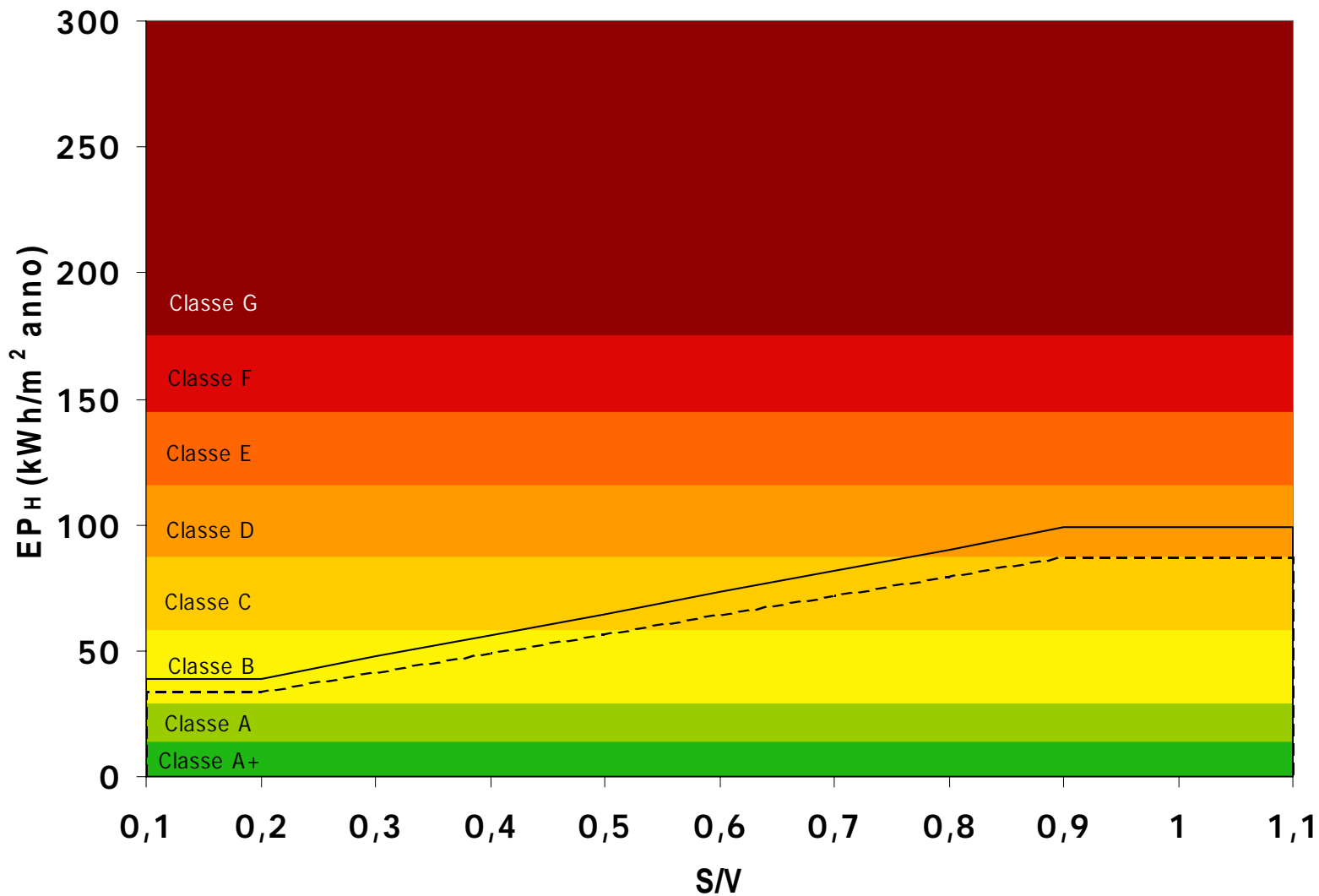
Opportunità – Regione Lombardia

Classi energetiche invernali

Classe	Edifici residenziali (kWh/m ² anno)		
	Zona E $2100 \leq GG < 3000$	Zona F1 $3000 \leq GG < 3900$	Zona F2 $3900 \leq GG < 4800$
A+	$EP_H < 14$	$EP_H < 20$	$EP_H < 25$
A	$14 \leq EP_H < 29$	$20 \leq EP_H < 39$	$25 \leq EP_H < 49$
B	$29 \leq EP_H < 58$	$39 \leq EP_H < 78$	$49 \leq EP_H < 98$
C	$58 \leq EP_H < 87$	$78 \leq EP_H < 118$	$98 \leq EP_H < 148$
D	$87 \leq EP_H < 116$	$118 \leq EP_H < 157$	$148 \leq EP_H < 198$
E	$116 \leq EP_H < 145$	$157 \leq EP_H < 197$	$198 \leq EP_H < 248$
F	$145 \leq EP_H < 175$	$197 \leq EP_H < 236$	$248 \leq EP_H < 298$
G	$EP_H \geq 175$	$EP_H \geq 236$	$EP_H \geq 298$

Opportunità – Regione Lombardia

EP_{Hlim} (nuovo edificio residenziale a Milano) e classi di efficienza energetica



Opportunità – Regione Lombardia

Classi energetiche invernali

Classe	Edifici non residenziali (kWh/m ³ anno)		
	Zona E $2100 \leq GG < 3000$	Zona F1 $3000 \leq GG < 3900$	Zona F2 $3900 \leq GG < 4800$
A+	$EP_H < 3$	$EP_H < 4$	$EP_H < 5$
A	$3 \leq EP_H < 6$	$4 \leq EP_H < 7$	$5 \leq EP_H < 9$
B	$6 \leq EP_H < 11$	$7 \leq EP_H < 15$	$9 \leq EP_H < 19$
C	$11 \leq EP_H < 27$	$15 \leq EP_H < 37$	$19 \leq EP_H < 46$
D	$27 \leq EP_H < 43$	$37 \leq EP_H < 58$	$46 \leq EP_H < 74$
E	$43 \leq EP_H < 54$	$58 \leq EP_H < 73$	$74 \leq EP_H < 92$
F	$54 \leq EP_H < 65$	$73 \leq EP_H < 87$	$92 \leq EP_H < 110$
G	$EP_H \geq 65$	$EP_H \geq 87$	$EP_H \geq 110$

Regione Lombardia – dal 26 ottobre 2009

Classi energetiche estive

Classe	Edifici residenziali (kWh/m ² anno)	Edifici non residenziali (kWh/m ³ anno)
A+	$ET_C < 5$	$ET_C < 2$
A	$5 \leq ET_C < 10$	$2 \leq ET_C < 4$
B	$10 \leq ET_C < 20$	$4 \leq ET_C < 8$
C	$20 \leq ET_C < 30$	$8 \leq ET_C < 12$
D	$30 \leq ET_C < 40$	$12 \leq ET_C < 16$
E	$40 \leq ET_C < 50$	$16 \leq ET_C < 20$
F	$50 \leq ET_C < 60$	$20 \leq ET_C < 24$
G	$ET_C \geq 60$	$ET_C \geq 24$

Opportunità – Regione Lombardia

La targa energetica

Oltre al certificato energetico,
esiste anche la targa energetica,
contenente solo l'indicazione della classe di
efficienza energetica di appartenenza

Colore ORO: classe A+, A

Colore ARGENTO: classe B, C

Colore BRONZO: classe D, E, F, G

La targa energetica è rilasciata a richiesta
dietro il pagamento di 50€

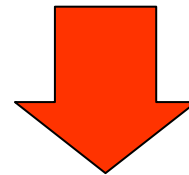


In sintesi....

Obblighi
[limite di legge nazionali/regionali] → EP_H

Incentivi
[premio di volumetria] → EP_H

Opportunità
[certificazione energetica] → EP_H



E' fondamentale sapere come si calcola EP_H

Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_{INVOLUCRO}}{\eta_{IMPIANTO}} - E_{RES} + W_H$$

$$Q_{INVOLUCRO} \approx Q_T + Q_V - Q_i - Q_s$$

Q_T = perdite per trasmissione

Q_V = perdite per ventilazione

Q_i = apporti interni

Q_s = apporti solari

$$\eta_{IMPIANTO} \approx \eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R$$

η_G = rendimento di generazione

η_D = rendimento di distribuzione

η_E = rendimento di emissione

η_R = rendimento di regolazione

E_{RES}

energia prodotta da fonti rinnovabili

W_H

consumo elettrico dell'impianto

Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

Q_T dipende da

U_{wall} = trasmittanza termica della parte opaca della parete
dipende da

s = spessore del materiale (\uparrow)

λ = conducibilità termica del materiale (\downarrow)

Consistenza	porosa	cellulare				fibrosa			
Materiale	Perlite espansa	Polistirene espanso sinterizzato	Polistirene estruso	Poliuretano	Sughero	Lana di vetro	Lana di roccia	Fibra di legno	Lana di legno
Sigla	EPB	EPS	XPS	PUR		GW	RW	WF	WW
λ [W/(m·K)]	0,040	0,033	0,035	0,025	0,040	0,030	0,030	0,038	0,038

Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

Q_T dipende da

U_{window} = trasmittanza termica della parte trasparente della parete

dipende da

U_{glass} = trasmittanza termica del vetro (↓)

U_{frame} = trasmittanza termica del telaio (↓)

Procedura di calcolo EP_H

Tipologia vetrata	Spessore [mm]	Composizione	U_{glass} [W/(m ² .K)]
vetro float semplice	6	6	5,7
doppio vetro float con aria	14	4+(6)+4	3,3
doppio vetro float con aria	24	6+(12)+6	2,8
doppio vetro float con gas raro	24	6+(12)+6	2,5
doppio vetro con rivestimento selettivo	24	6+(12)+6	2,0
triplo vetro float con aria	42	6+(12)+6+(12)+6	1,9
triplo vetro float con gas raro	42	6+(12)+6+(12)+6	1,6
doppio vetro basso emissivo con aria	24	6+(12)+6	1,6
doppio vetro basso emissivo con gas raro	24	6+(12)+6	1,0
triplo vetro basso emissivo con aria	42	6+(12)+6+(12)+6	0,9
triplo vetro basso emissivo con gas raro	42	6+(12)+6+(12)+6	0,5

Procedura di calcolo EP_H

Tipologia telaio	U _{frame} [W/(m ² ·K)]
Legno (20 mm)	2,60
Legno (40 mm)	2,00
Legno (70 mm)	1,65
Legno (100 mm)	1,42
Legno (130 mm)	1,22
Legno (160 mm)	1,10
PVC profilo vuoto	1,9 ÷ 2,1
Alluminio con taglio termico	3,1
Alluminio e legno	3,5
Alluminio	5,5

Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

Q_T dipende da

[ante 27.10.2009]

F_{PT} = incidenza forfettaria dei ponti termici della parete (\downarrow)

[post 27.10.2009]

Ψ_e = trasmittanza termica lineica dei singoli ponti termici (\downarrow)

Procedura di calcolo EP_H

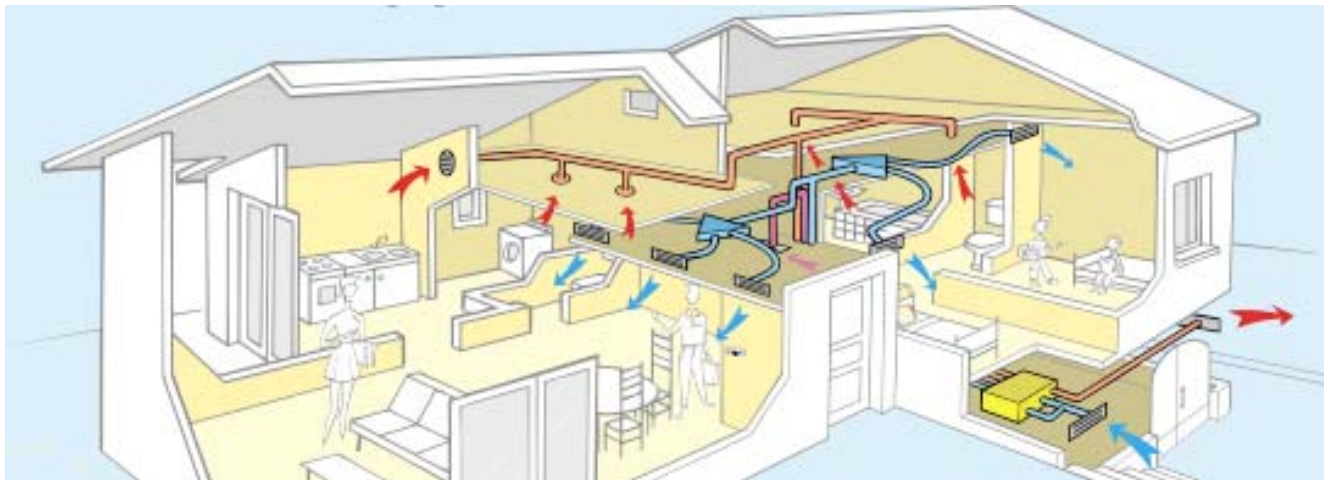
$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

Q_V dipende da

eventuale impianto di VMC che può incidere attraverso

n = ricambio d'aria [volumi/ora] (\downarrow)

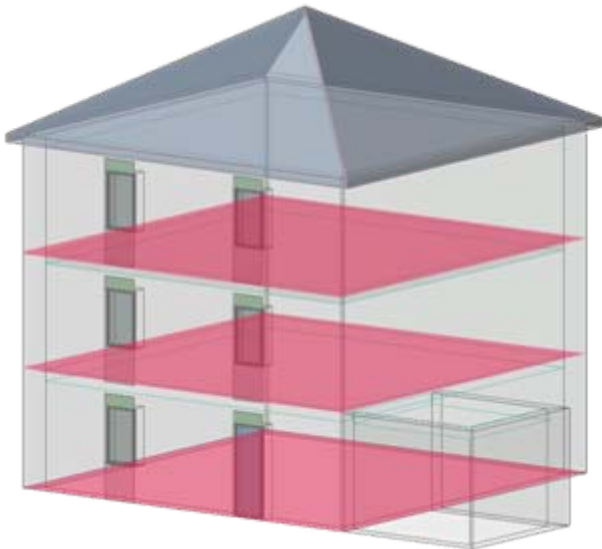
η_{RVC} = rendimento dell'eventuale recuperatore di calore (\uparrow)



Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

Q_i è stabilito a priori
in base alla superficie lorda riscaldata
ed alla destinazione d'uso dell'edificio



Superficie lorda riscaldata

Area di pavimento degli spazi riscaldati, esclusi i locali non abitabili, compresa l'area di pavimento di tutti i piani se più di uno, incluse murature esterne e tramezzi interni.

Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

Q_s dipende da
eventuale schermature
 g = fattore solare del vetro (\uparrow)

	g	U_{glass} [W/m ² K]
Vetro singolo	0,82	5,9
Vetro singolo selettivo	0,66	3,2
Vetro doppio normale	0,70	3,3
Vetro doppio con rivestimento pirolitico/catodico	0,62	2,0
Vetro triplo normale	0,60	1,8
Vetro triplo con rivestimento pirolitico/catodico	0,53	1,4

Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

η_G = rendimento di generazione (↑)

η_D = rendimento di distribuzione (↑)

η_E = rendimento di emissione (↑)

η_R = rendimento di regolazione (↑)

Procedura di calcolo EP_H

Generatore	Temperatura di ritorno	η_G
Caldaia a 1 stella		0,78
Caldaia a 2 stelle		0,90
Caldaia a 3 stelle		0,94
Caldaia a 4 stelle	>60°C	0,98
	50°C	1,00
	40°C	1,06
Pompa di calore elettrica acqua/aria		1,24
Pompa di calore elettrica acqua/acqua		1,31
Pompa di calore elettrica acqua/terra		1,43
Pompa di calore a gas acqua/aria		1,65
Pompa di calore a gas acqua/terra		1,72
Caldaia a pellets		0,85
Caldaia a legna		0,75
Teleriscaldamento		1,00

Procedura di calcolo EP_H

Tipo di impianto	Tipo di distribuzione	Numero di piani	η_D
Impianto centralizzato	Verticale	1	0,936
		2	0,947
		3	0,958
		4	0,969
		≥ 5	0,98
	Orizzontale	Fino a 3	0,98
		Oltre a 3	0,99
Impianto autonomo			0,99

Procedura di calcolo EP_H

Terminali di erogazione del calore	η_E
Radiatori su parete esterna isolata	0,96
Radiatori su parete interna	0,95
Ventilconvettori	0,95
Termoconvettori	0,93
Bocchette in sistemi ad aria calda	0,92
Pannello isolato annegato a pavimento	0,98
Pannello annegato a pavimento	0,96
Pannello annegato a soffitto	0,95
Pannello a parete	0,95

Procedura di calcolo EP_H

Sistema di controllo	Tipologia	η_R		
		Radiatori e convettori	Pannelli radianti isolati	Pannelli radianti integrati
Regolazione manuale	Termostato caldaia	0,84	0,82	0,78
Climatica centralizzata	Regolatore climatico	0,88	0,86	0,82
Singolo ambiente	Reg. on/off	0,94	0,92	0,88
	Reg. modulante (1°C)	0,98	0,96	0,92
	Reg. modulante (2°C)	0,96	0,94	0,90
Climatico e singolo ambiente	Reg. on/off	0,97	0,95	0,93
	Reg. modulante (1°C)	0,99	0,98	0,96
	Reg. modulante (2°C)	0,98	0,97	0,95
Solo zona	Reg. on/off	0,93	0,91	0,87
	Reg. modulante (1°C)	0,97	0,96	0,92
	Reg. modulante (2°C)	0,95	0,93	0,89
Climatico e zona	Reg. on/off	0,96	0,94	0,92
	Reg. modulante (1°C)	0,98	0,97	0,95
	Reg. modulante (2°C)	0,97	0,96	0,94

Procedura di calcolo EP_H

$$EP_H \approx \frac{Q_T + Q_V - Q_i - Q_s}{\eta_G \cdot \eta_D \cdot \eta_E \cdot \eta_R} - E_{RES} + W_H$$

$$W_H \approx W_{gH} + W_{dH} + W_{eH} + W_{RCV}$$

W_{gH} = perdite elettriche del sottosistema di generazione (↓)

W_{dH} = perdite elettriche del sottosistema di distribuzione (↓)

W_{eH} = perdite elettriche del sottosistema di emissione (↓)

W_{RCV} = perdite elettriche del recuperatore di calore (↓)