

ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI CATANIA  
COMMISSIONE GIOVANI



**PRINCIPI BASILARI PER LA PROGETTAZIONE**

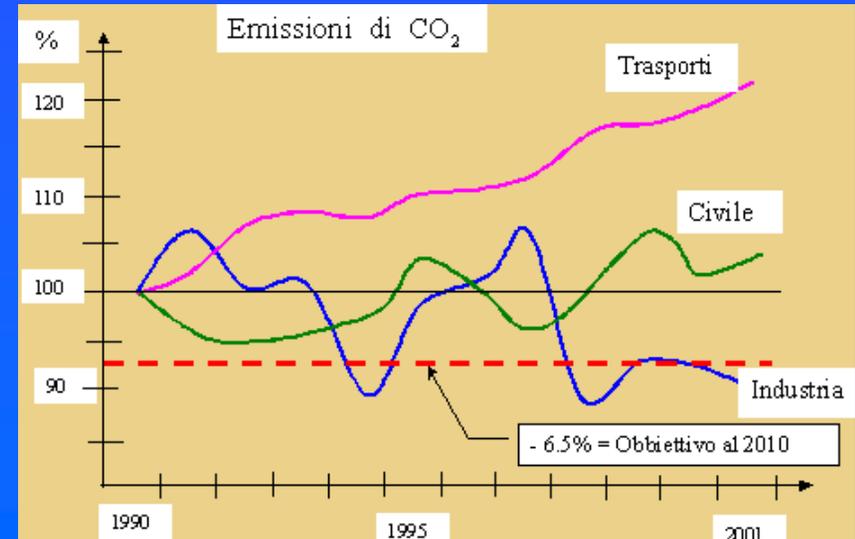
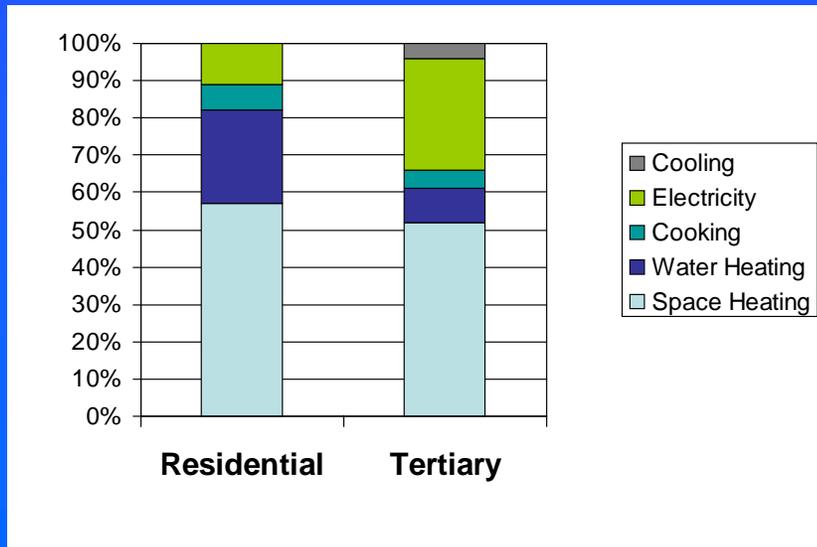
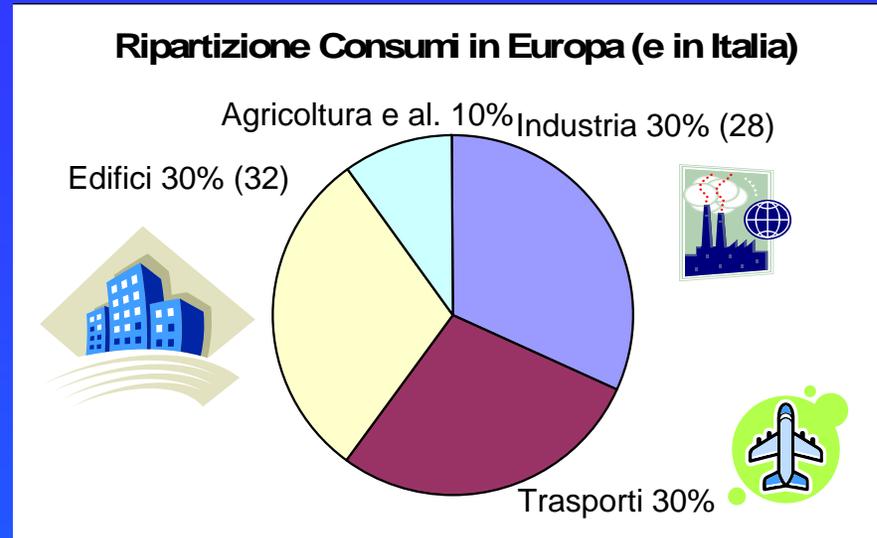
*Problematiche energetiche del sistema Edificio-Impianto*

*Dott. Ing. Fabio Sicurella*  
*f.sicurella@diim.unict.it*

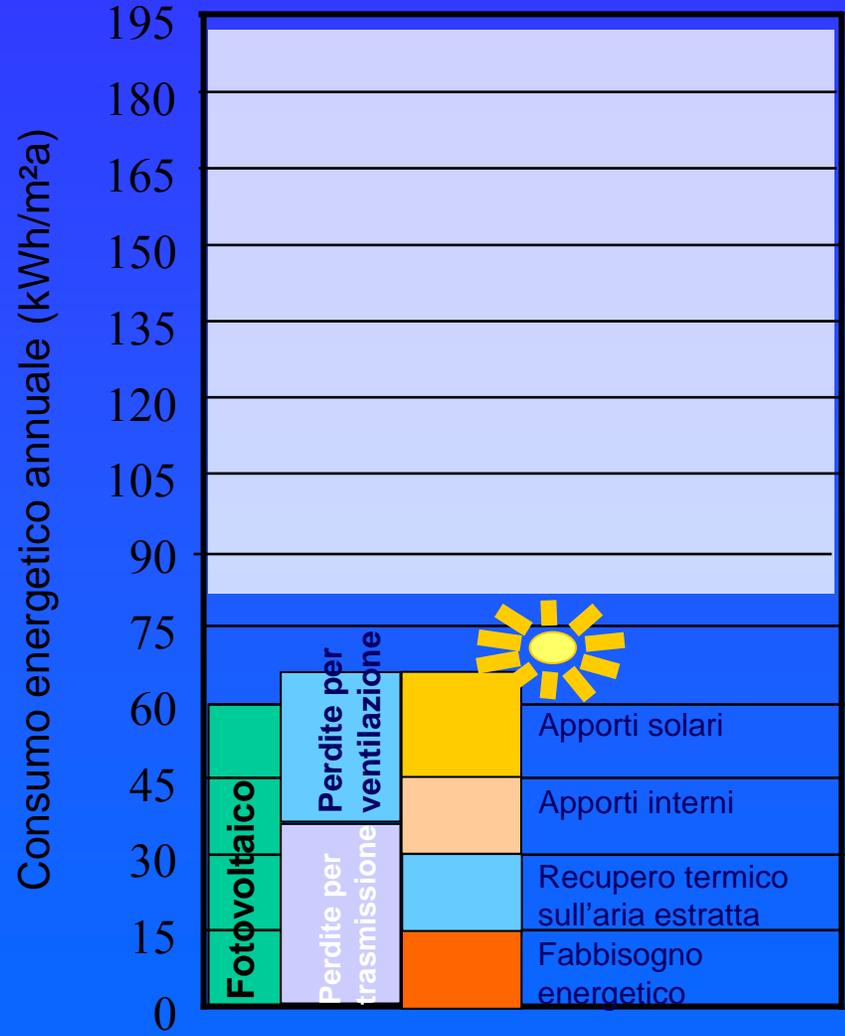
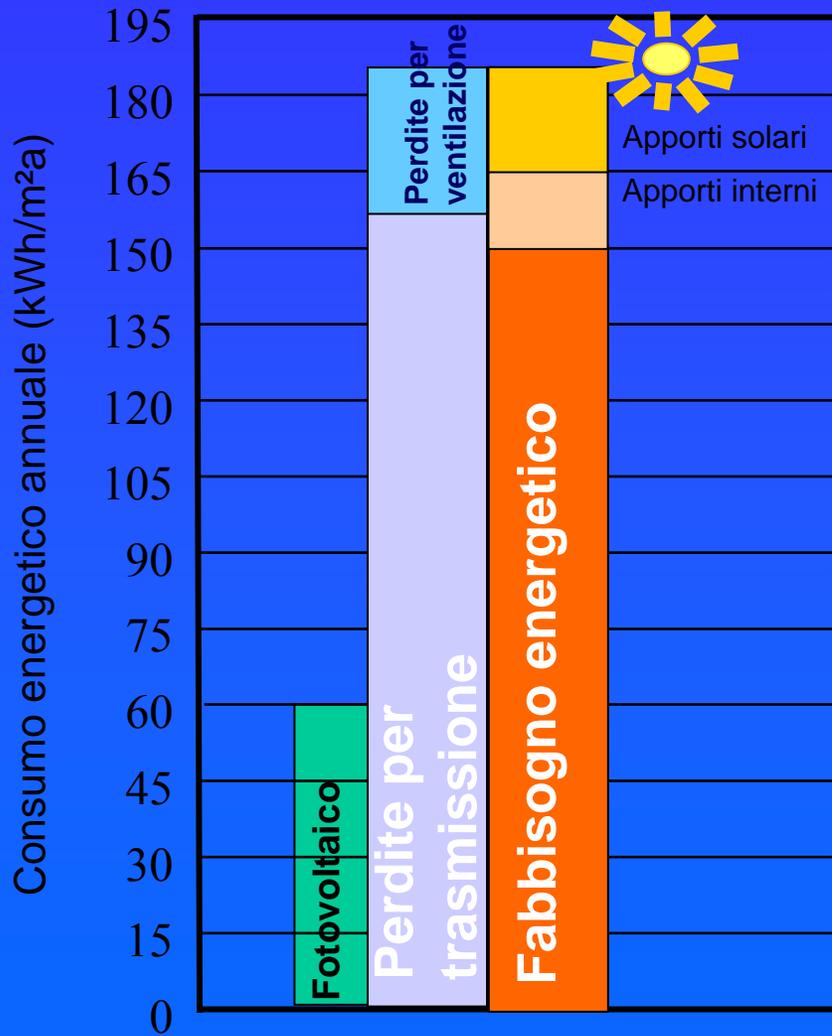
HELOS ROAD

Catania, 25/10/2008

# Consumi energetici ed emissioni in Europa ed in Italia

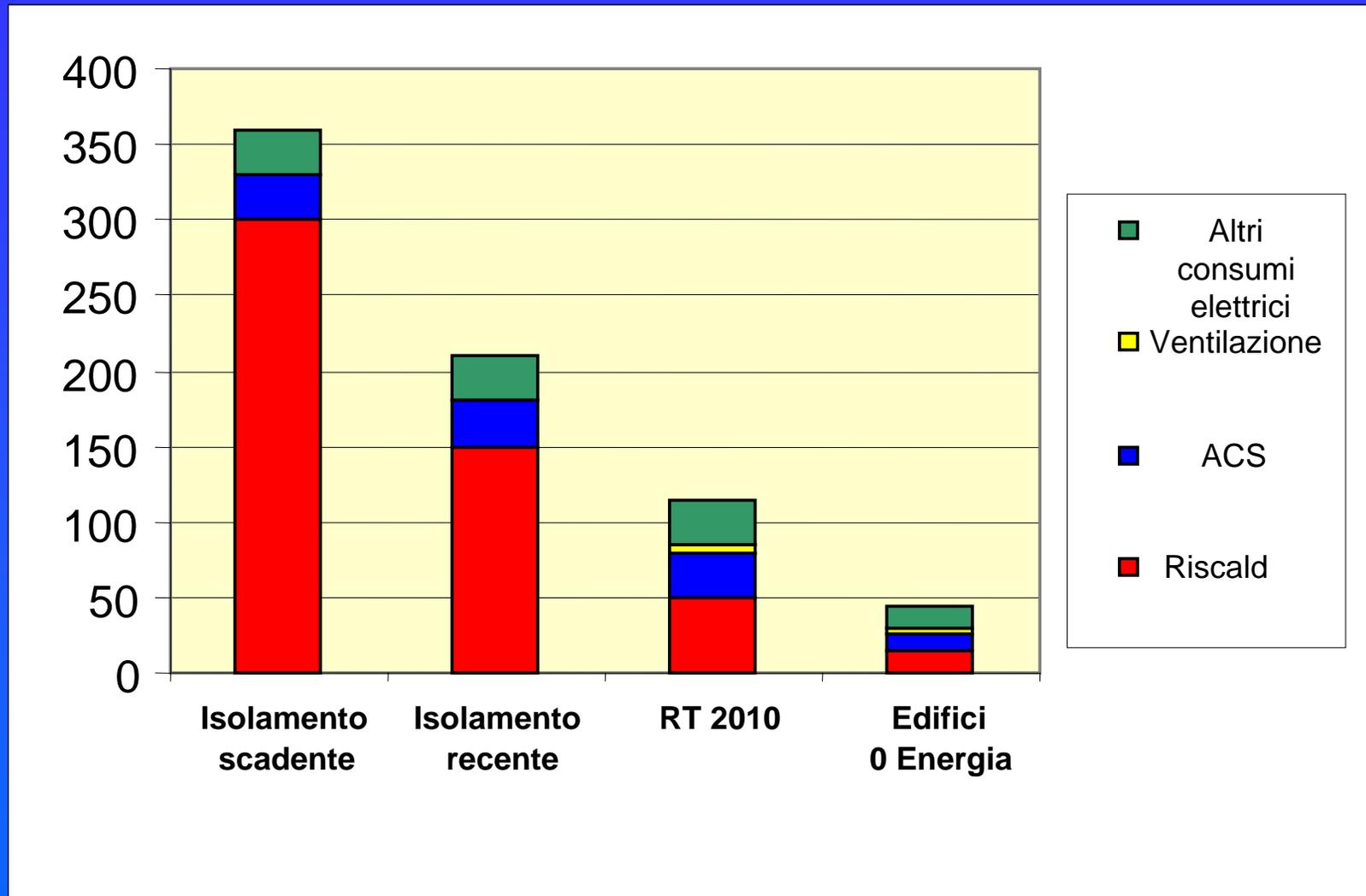


# Limitare il fabbisogno energetico per il riscaldamento e la ventilazione



# Evoluzione degli edifici

Consumo energetico in kWh/m<sup>2</sup>a



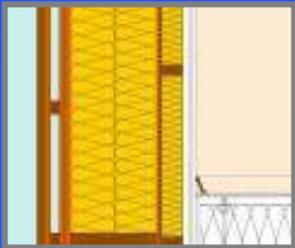
# Approccio energetico globale



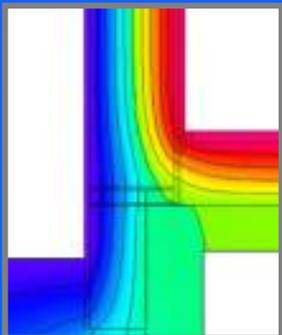
U-Value 0,1 W/m<sup>2</sup>K



Tenuta all'aria



U-Value 0,1 W/m<sup>2</sup>K



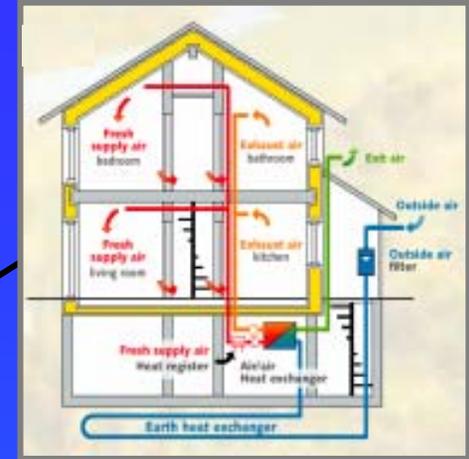
Assenza di ponti termici



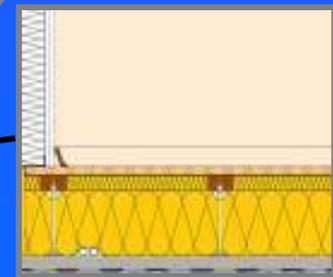
Minimizzazione dei fabbisogni termici

Collettori solari

Ventilazione controllata



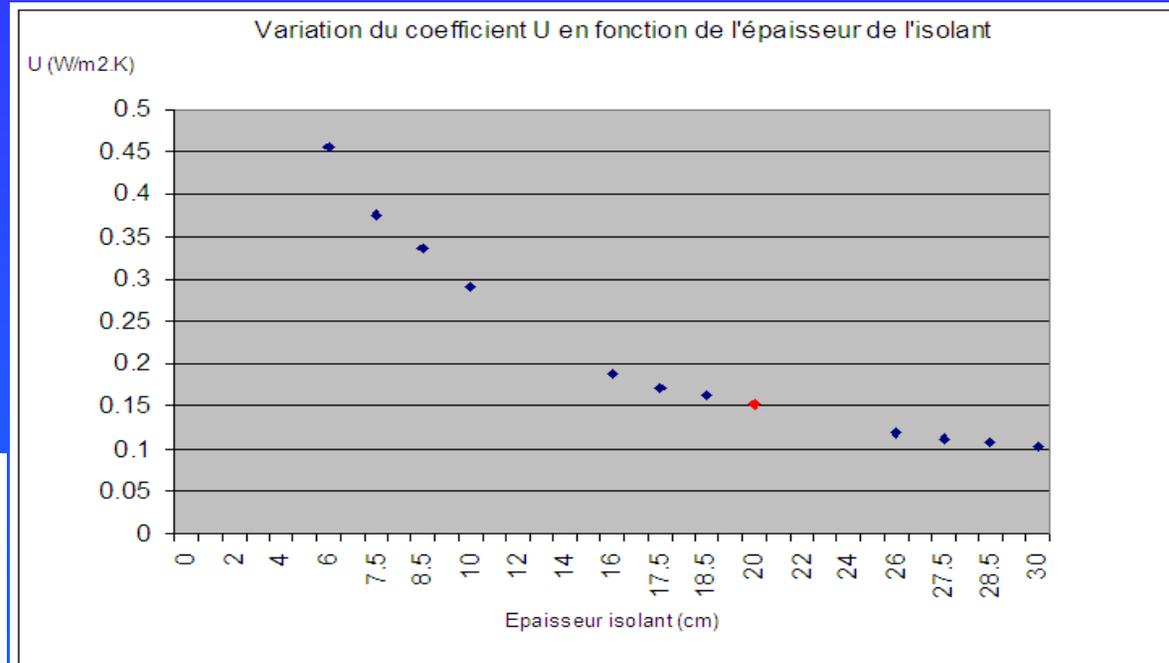
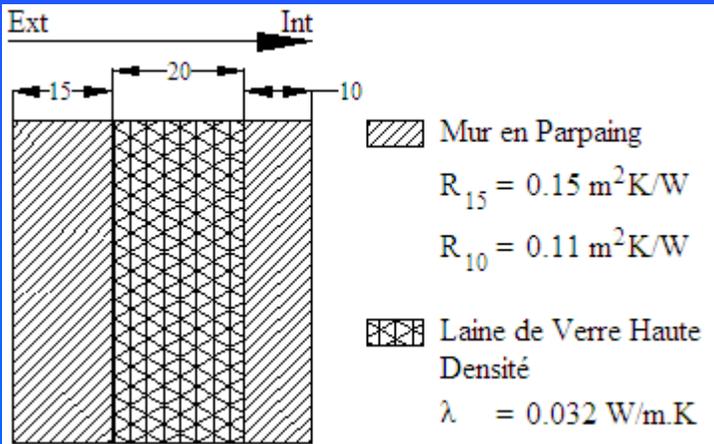
U-Value 0,7 W/m<sup>2</sup>K



U-Value 0,12 W/m<sup>2</sup>K

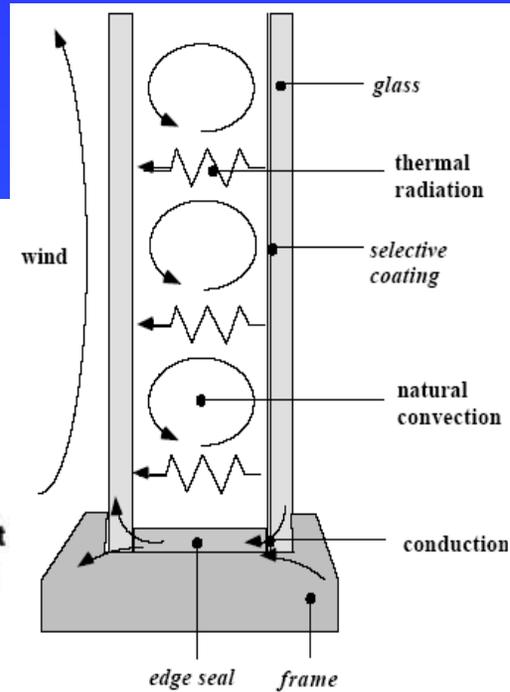
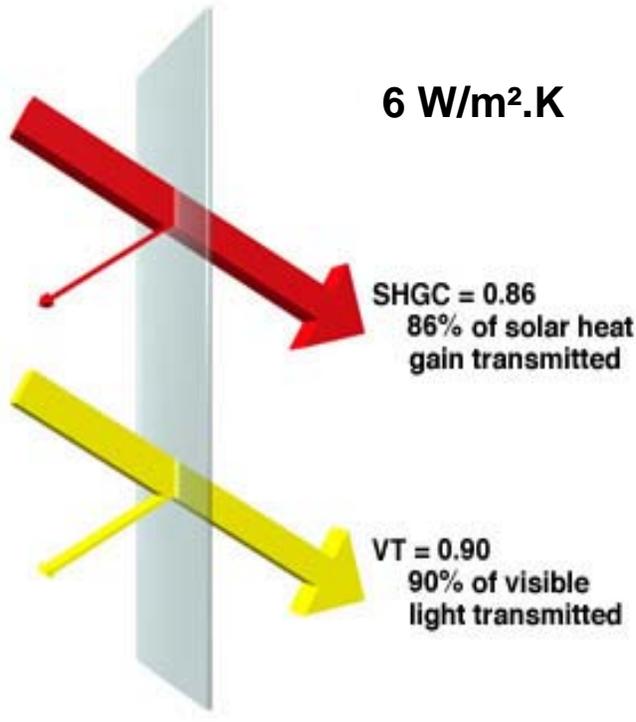
Isolamento termico ottimizzato

# Isolamento dell'involucro con materiali e spessori opportuni



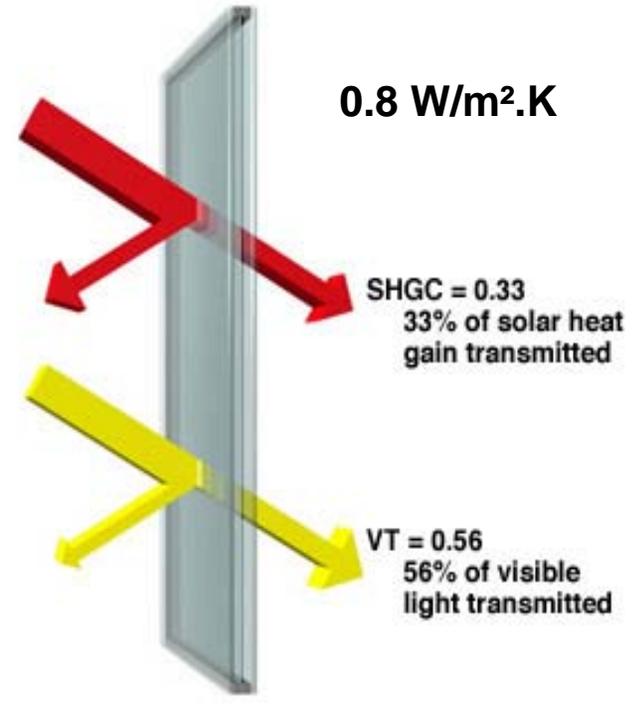
# Scelta delle vetrature coerentemente con gli apporti solari...graditi

## Vetro semplice

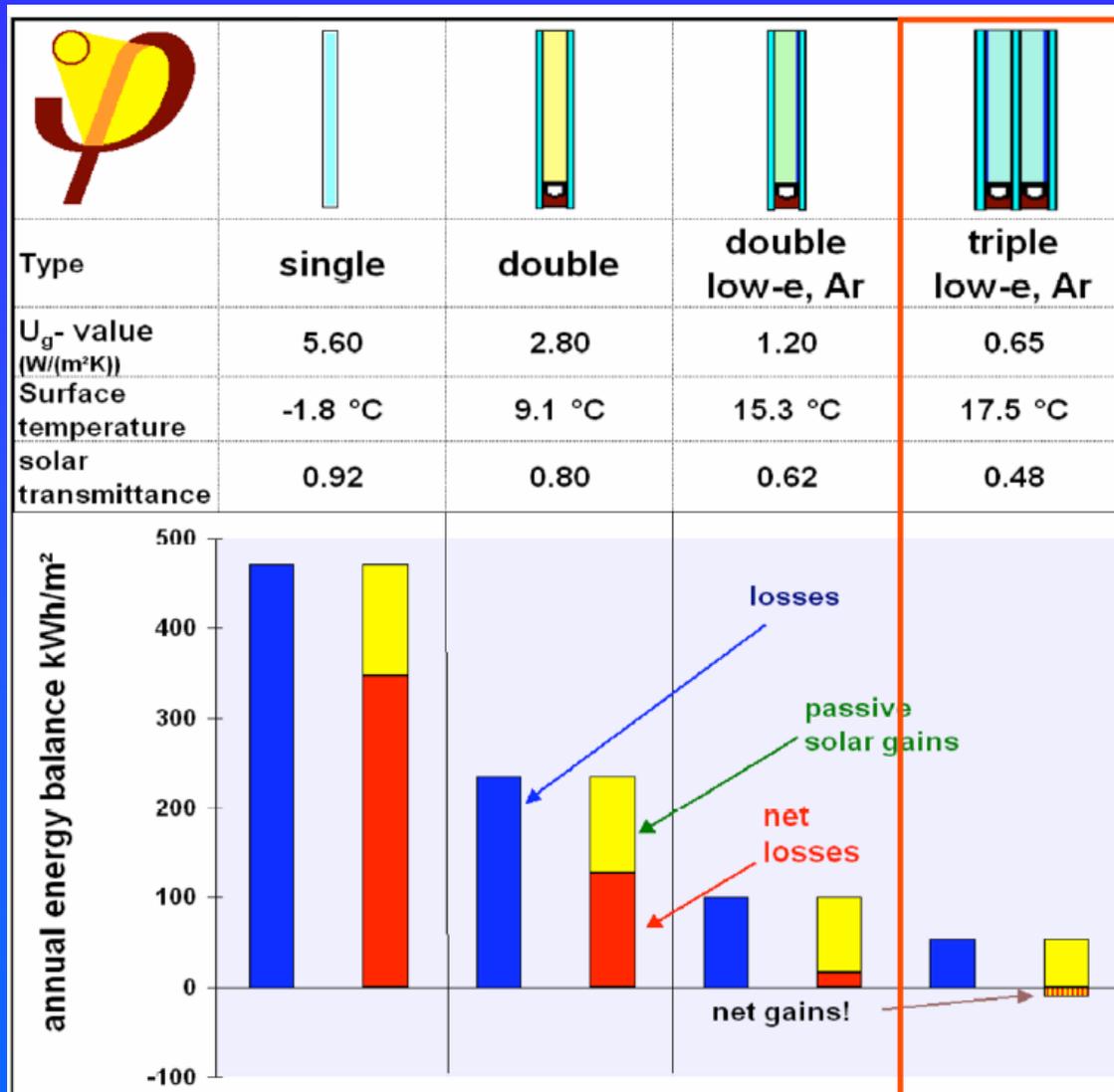


## Doppio vetro

## Triplo vetro con argon



Comfort  $\Rightarrow$



# Vetri del futuro



Doppio vetro +  
veneziana

Vetri ad accumulo  
(aerogel)

Vetrature +  
PV

Cristalli liquidi

Vetri sotto vuoto

Tripli vetri

## Qual'è la situazione in Europa?

	<b>Edifici “a basso consumo”</b> tra 30 e 50 kW.h/(m <sup>2</sup> .a) (energia finale)	<b>Edifici 0- Energia</b> tra 10 e 20 kW.h/(m <sup>2</sup> .a) (energia finale)
Germania	12000	3000
Svizzera	7200	150
Italia	?	?

# Evoluzione del quadro legislativo in Italia

## **Legge 30 aprile 1976 n. 373**

Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici degli edifici

## **Legge 9 gennaio 1991 n.10**

Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia

## **DPR 26 agosto 1993 n.412**

Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'art.4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n.10

## **DPR 21 dicembre 1999 n.551**

Regolamento recante modifiche al decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, in materia di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici

## Più recentemente...

Direttiva n. 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia il cui obiettivo è promuovere l'efficienza energetica degli edifici nell'UE

**Decreto Legislativo n.192** del 19 agosto 2005 (entrata in vigore 8 ottobre)

**Decreto Legislativo n.311** del 26 dicembre 2006

In questi decreti vengono:

- Definiti i requisiti-energetici prestazionali degli edifici
- Introdotta l'obbligatorietà all'utilizzo di fonti rinnovabili (solare e fotovoltaico)
- Introdotta la Certificazione Energetica

## Applicazione integrale

**Edifici di nuova costruzione** (richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività, comunque denominata, presentati successivamente all'8/10/2005) e impianti in essi installati;

- **Edifici esistenti di superficie utile superiore a 1000 m<sup>2</sup>** nel caso di:
  - a) Ristrutturazione integrale dell'involucro;
  - b) Demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria;
- **Ampliamento di un edificio** (se volumetricamente superiore al 20% dell'intero edificio) e solo relativamente all'ampliamento stesso.

## Applicazione limitata al rispetto di specifici parametri

**Involucro edilizio** nel caso di:

- Ristrutturazione totale (superficie utile inferiore a 1000 m<sup>2</sup>);
- Ristrutturazione parziale (superficie utile inferiore a 1000 m<sup>2</sup>);
- Manutenzione straordinaria (superficie utile inferiore a 1000 m<sup>2</sup>);
- Ampliamenti volumetrici inferiori al 20%;

**Impianti termici** nel caso di:

- Nuova installazione in edifici esistenti;
- Ristrutturazione in edifici esistenti;

**Generatori di calore** nel caso di:

- Sostituzione in edifici esistenti

# Requisiti energetici-prestazionali degli edifici

- Limiti di trasmittanza sui componenti dell'involucro (pareti, solai, infissi, etc.)
- Limiti sul rendimento stagionale medio dell'impianto
- Limiti sul fabbisogno annuo di energia primaria [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \text{ a})$ ] (solo se applicazione integrale)

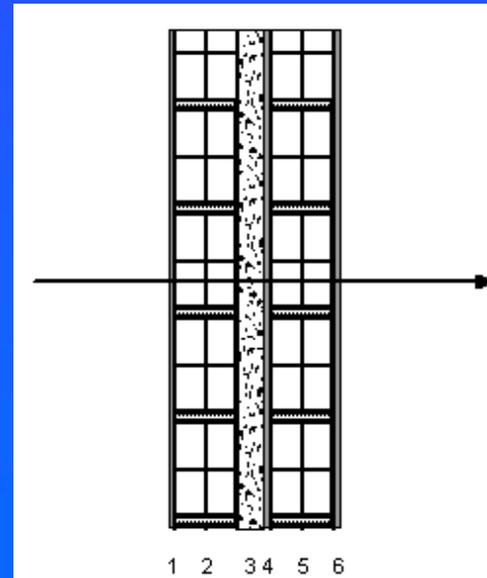
# Caratteristiche edificio - PARETI

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum_i \frac{s_i}{\lambda_i} + \sum_j R_j + R_{se}}$$

DL 311/06

ns	coMat	descrizione strati	s	l	R
STRUTTURA P.E 103		Muratura in doppia parete con due elementi forati da 12 cm e polistirene espanso sinter. da 5 cm. S= 33 cm, Rw =49, REI >=180			
	LIM 1	Strato liminare della superficie verticale interna UNI 6946			0.130
1	INT 7	Intonaco di calce e gesso	0.01	0.7	0.014
2	MUR 15	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni	0.12		0.250
3	ISO 10	Polistirene espanso sinterizzato da 25 Kg/mc in lastre, conforme UNI 7891	0.05	0.04	1.250
4	INT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.015	0.9	0.017
5	MUR 15	Blocchi in laterizio forato di tamponamento 12/30 per esterni	0.12		0.250
6	INT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.015	0.9	0.017
	LIM 2	Strato liminare della superficie verticale esterna [vento < 4 m/s] UNI 6946			0.040

$$K_p = 0.508 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$



# Parco edilizio esistente...

UNI TS 11300 – 1

DL 311/06

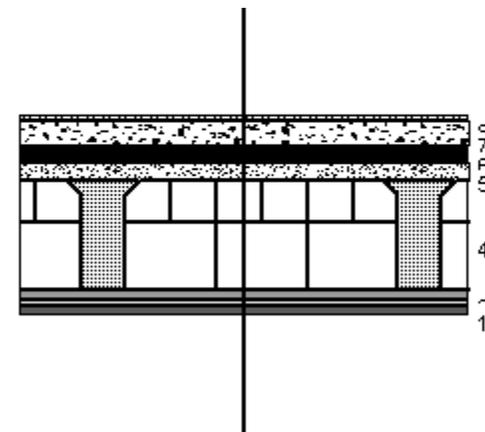
# Caratteristiche edificio - COPERTURA

DL 311/06

STRUTTURA  
SOF 615 Copertura per mansarda in latero cemento con interposto isolamento in fibre di vetro, rivestimento in pino

ns	coMat	descrizione strati	s	l	R
	LIM 4	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore ascendente			0.100
1	LEG 2	Legno di pino con flusso termico perpendicolare alle fibre	0.015	0.15	0.100
2	INA 3	Intercapedine d'aria non ventilata sp. 10 mm , superfici opache, flusso di calore	0.01		0.150
3	INT 7	Intonaco di calce e gesso	0.015	0.7	0.021
4	SOL 2	Soletta mista da 16 cm. in laterizio +2, nervature in cemento armato; 950 [da	0.18		0.300
5	CLS 2	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti interne o esterne protette	0.03	1.16	0.026
6	IMP 3	Bitume	0.03	0.17	0.176
7	ISO 3	Pannelli rigidi in fibra di vetro da 100 Kg/mc	0.04	0.038	1.053
8	CAR 4	Cartone bitumato	0.003	0.23	0.013

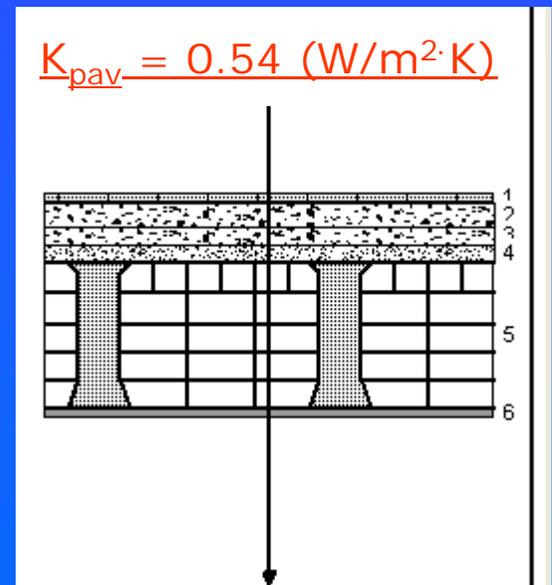
$$K_s = 0.5 \text{ (W/m}^2 \cdot \text{K)}$$



# Caratteristiche edificio - PAVIMENTO

DL 311/06

STRUTTURA		Pavimento su portico, isolata con pannelli in polistirene, finitura in ceramica			
PAV 503					
ns	coMat	descrizione strati	s	l	R
	LIM 7	Strato liminare della superficie orizzontale interna, calore discendente			0.170
1	PAV 1	Piastrelle di ceramica	0.015	1	0.015
2	ZZZ 7	Calcestruzzo di perlite e di vermiculite 250 di sottofondo	0.04	0.13	0.308
3	ISO 11	Polistirene espanso estruso da 35 Kg/mc con pelle impermeabile alta	0.03	0.035	0.857
4	CLS 6	Calcestruzzo di sabbia e ghiaia 2000 per pareti esterne non protette	0.03	1.26	0.024
5	SOL 7	Solaio di tipo predalles, senza soletta cls, laterizio 12 cm, sp tot 24 cm; da	0.24		0.280
6	INT 8	Intonaco di cemento, sabbia e calce 1800 per esterno	0.015	0.9	0.017



# Caratteristiche edificio - FINESTRE

$$U_w = \frac{A_g U_g + A_f U_f + L_g \psi_g}{A_g + A_f}$$

DL 311/06

STRUTTURA S.E 213 Serramento vetrato in vetro camera 4-6-4, 1,5 × 1,5, telaio in alluminio

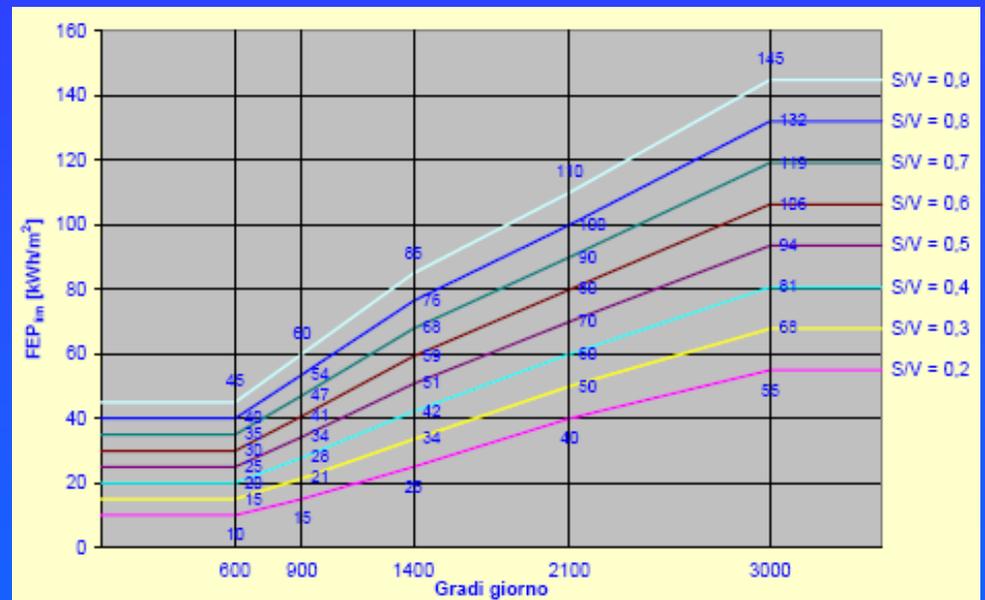
$K_f = 3.22 \text{ (W/m}^2\cdot\text{K)}$

# Stima della trasmittanza di una finestra

UNI TS 11300 – 1

# Fabbisogno annuo di energia primaria

DL 311/06



# Metodologia di calcolo nazionali

## Edifici nuovi

Calcolo dell' Energia Primaria con le norme tecniche nazionali derivanti dalle corrispondenti CEN: UNI-TS 11300 parti 1 e 2

## Edifici esistenti

Stesse norme utilizzate per gli edifici nuovi

Procedure semplificate (DOCET, Best Class, etc.)

Autodichiarazione del proprietario (Edificio di Classe G se  $<1000\text{m}^2$ )

# Certificazione energetica

**La certificazione energetica degli edifici è obbligatoria** solo nei seguenti casi:

- Edifici di nuova costruzione (richiesta di permesso di costruire o denuncia di inizio attività, comunque denominata, presentati successivamente all'8/10/2005);
- Ristrutturazione integrale dell'involucro (superficie utile superiore a 1000 m<sup>2</sup>);
- Demolizione e ricostruzione in manutenzione straordinaria (superficie utile superiore a 1000 m<sup>2</sup>).
- Per gli edifici pubblici, nel caso di contratti, nuovi o rinnovati, relativi alla gestione degli impianti termici o di climatizzazione

E in tutti i casi di trasferimento a titolo oneroso (?)

## **E' necessaria**

- per accedere agli incentivi ed alle agevolazioni di qualsiasi natura, sia come sgravi fiscali o contributi a carico di fondi pubblici o della generalità degli utenti, finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'unità immobiliare, dell'edificio o degli impianti.

## *Iter procedurale*

**La conformità delle opere** realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali varianti, alla relazione tecnica (secondo quanto previsto all'articolo 28, comma 1, della legge 9 gennaio 1991, n. 10) nonché **l'attestato di qualificazione energetica** dell'edificio come realizzato, devono essere **asseverati dal direttore dei lavori**, e presentati al Comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori senza alcun onere aggiuntivo per il committente. La dichiarazione di fine lavori è inefficace a qualsiasi titolo se la stessa non è accompagnata da tale documentazione asseverata (art.8 D.L.311/06).

Al termine dei lavori **il Costruttore** (edifici nuovi) o **il Proprietario** (edifici esistenti) fa richiesta dell'Attestato di Certificazione energetica che è rilasciato dal Certificatore (soggetto terzo)

**Il Certificatore**, sulla base della documentazione fornita dal Costruttore/Proprietario, procede alle ispezioni e verifiche necessarie e rilascia l'Attestato trasmettendone copia alla Regione o ad altra unità di controllo

# Certificazione energetica, in cosa consiste?

- Diagnosi energetica finalizzata alla determinazione della prestazione energetica dell'immobile
- Individuazione degli interventi di riqualificazione e indicazione della priorità degli interventi
- Classificazione dell'immobile in funzione della sua prestazione energetica
- Rilascio dell'attestato di certificazione

# Chi effettua la Certificazione Energetica?

## La figura del *Certificatore*

- Tecnico abilitato iscritto agli ordini professionali
- Organismi pubblici operanti nel settore energetico
- Organismi accreditati di ispezione e controllo nel settore delle costruzioni e impiantistico
- Società di servizio nel settore energia accreditate
- Soggetti in possesso di titolo di studio in discipline tecnico-scientifiche che abbiano seguito specifici corsi di formazione finalizzate alla Certificazione energetica, organizzati e/o riconosciuti dalle Regione di pertinenza

Le Regioni possono adottare un proprio criterio di accreditamento dei certificatori

# L'attestato di certificazione e la Targa energetica

L'attestato di certificazione energetica ha una validità temporale di massimo 10 anni, e comunque deve essere aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione che modifica la prestazione energetica dell'edificio o dell'impianto

**CLASSENERGIA** ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Tipo di edificio: Residenza  
Anno di costruzione: 2006

Ubicazione: Via del Comune, 1  
Località: 20000 Comune(MI)  
Interno

Proprietario/Costruttore: Mario Rossi  
Progettista: Stefano Bianchi

Comune di Comune

Classe Energetica	Fabbisogno di calore edificio	Energia primaria usi termici
A	≤ 30 kWh/m <sup>2</sup>	
B	≤ 50 kWh/m <sup>2</sup>	<b>B 50</b>
C	≤ 70 kWh/m <sup>2</sup>	
D	≤ 90 kWh/m <sup>2</sup>	<b>D 88</b>
E	≤ 120 kWh/m <sup>2</sup>	
F	≤ 150 kWh/m <sup>2</sup>	
G	≥ 150 kWh/m <sup>2</sup>	

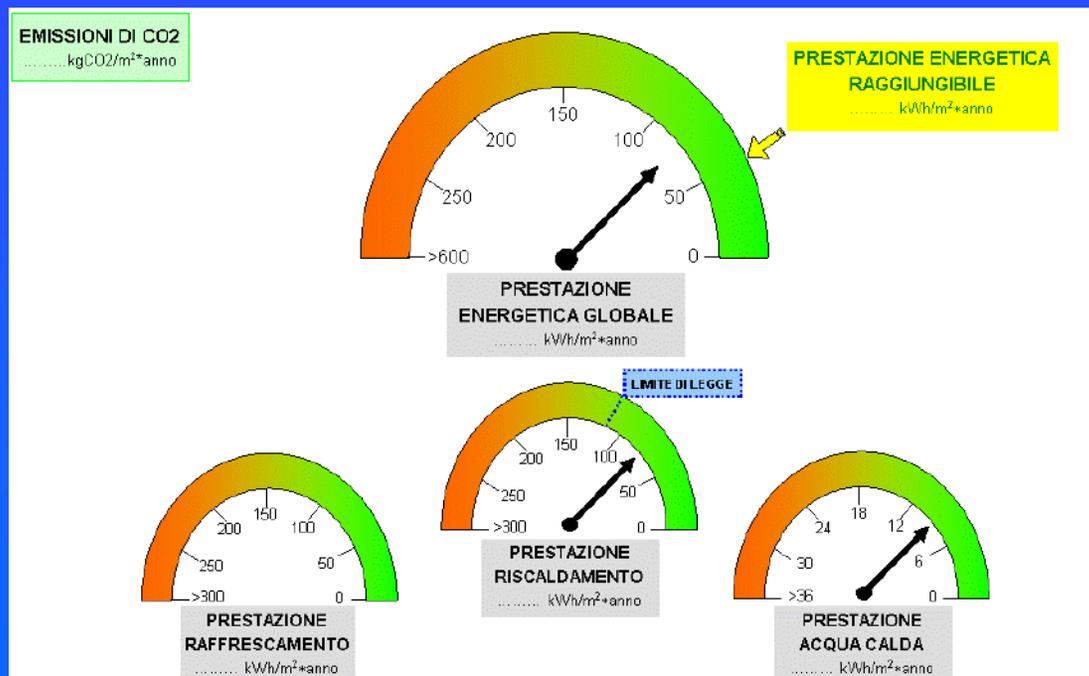
Alto consumo

Fabbisogno di calore dell'edificio (Fabbisogno energetico specifico dell'involucro - PE <sub>i</sub> )	50 kWh/m <sup>2</sup> anno
Energia primaria per riscaldamento (Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale - PE <sub>rd</sub> )	76 kWh/m <sup>2</sup> anno
Energia primaria per acqua calda sanitaria (Fabbisogno specifico di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria - PE <sub>acs</sub> )	22 kWh/m <sup>2</sup> anno
Contributo energetico da fonti rinnovabili (Contributo energetico specifico dovuto alle fonti rinnovabili - PE <sub>re</sub> )	10 kWh/m <sup>2</sup> anno
Energia primaria per usi termici (Fabbisogno specifico di energia primaria per gli usi termici - PE <sub>ut</sub> )	88 kWh/m <sup>2</sup> anno

Comunità di Comune: *Assessore*  
Il Certificatore: *Stefano*  
Protocollo N. 01 01 001 0001/06  
16 ottobre 2006

SACERT Sistema per l'accreditamento degli organismi di certificazione degli edifici

Oggi



Domani...

# Come assegnare la Classe energetica ad un edificio?

Proposta di classificazione degli edifici (climatizzazione invernale)

Classe A+  $\leq 0,25 EP_{lim}$  al 2010

Classe A  $\leq 0,5 EP_{lim}$  al 2010

Classe B  $\leq 0,75 EP_{lim}$  al 2010

Classe C  $\leq 1 EP_{lim}$  al 2010

Classe D  $\leq 1,25 EP_{lim}$  al 2010

Classe E  $\leq 1,75 EP_{lim}$  al 2010

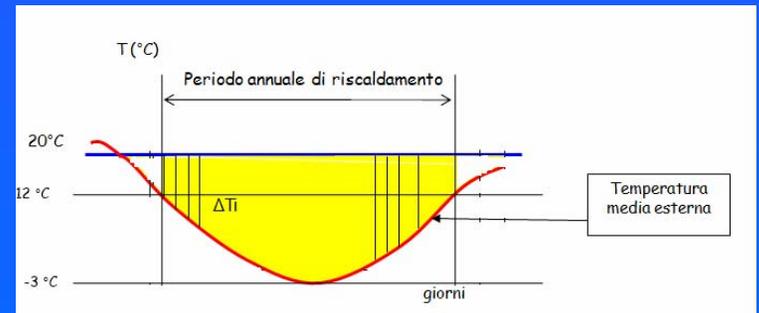
Classe F  $\leq 2,50 EP_{lim}$  al 2010

Classe G  $> 2,50 EP_{lim}$  al 2010

DL 311/06

Esempio: Località XX GG:900 S/V=0,9

Zona climatica	Inizio	Fine
A	1 <sup>o</sup> dicembre	15 marzo
B	1 <sup>o</sup> dicembre	31 marzo
C	15 novembre	31 marzo
D	1 <sup>o</sup> novembre	15 aprile
E	15 ottobre	15 aprile
F	5 ottobre	22 aprile



# SANZIONI

- Per il Professionista una sanzione amministrativa dal 30 al 70% della parcella e comunicazione all'ordine per i provvedimenti disciplinari conseguenti.
- Per il Direttore lavori una sanzione amministrativa pari al 50% della parcella e comunicazione all'ordine per i provvedimenti disciplinari conseguenti. Sanzione amministrativa di 5000 euro per asseverazione non veritiera.
- Per il Costruttore che non consegna al proprietario, contestualmente all'immobile, l'originale della certificazione energetica la sanzione amministrativa non inferiore a 5000 euro e non superiore a 30000 euro.

In caso di violazione dell'obbligo di produrre/mettere a disposizione attestato di certificazione energetica il contratto e' nullo. La nullità può essere fatta valere solo dall'acquirente/dal conduttore.

# Norme tecniche in vigore in Italia

DL 311/06

# Nuove norme

## **UNI EN ISO 13790: 2008**

*Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento*

## **UNI TS 11300 - 1**

*Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.*

## **UNI TS 11300 - 2**

*Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e la produzione di acqua calda sanitaria*

## **prUNI TS 11300 – 3**

*Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*

## **prUNI TS 11300 – 4**

*Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per il riscaldamento degli ambienti e preparazione acqua calda sanitaria*

# Nuove norme

## **UNI EN 15316 – 1 - 2008**

*Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. – Parte 1: Generalità.*

## **UNI EN 15316 – 2 - 1 - 2008**

*Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. – Parte 2-1: Sistemi di emissione del calore negli ambienti.*

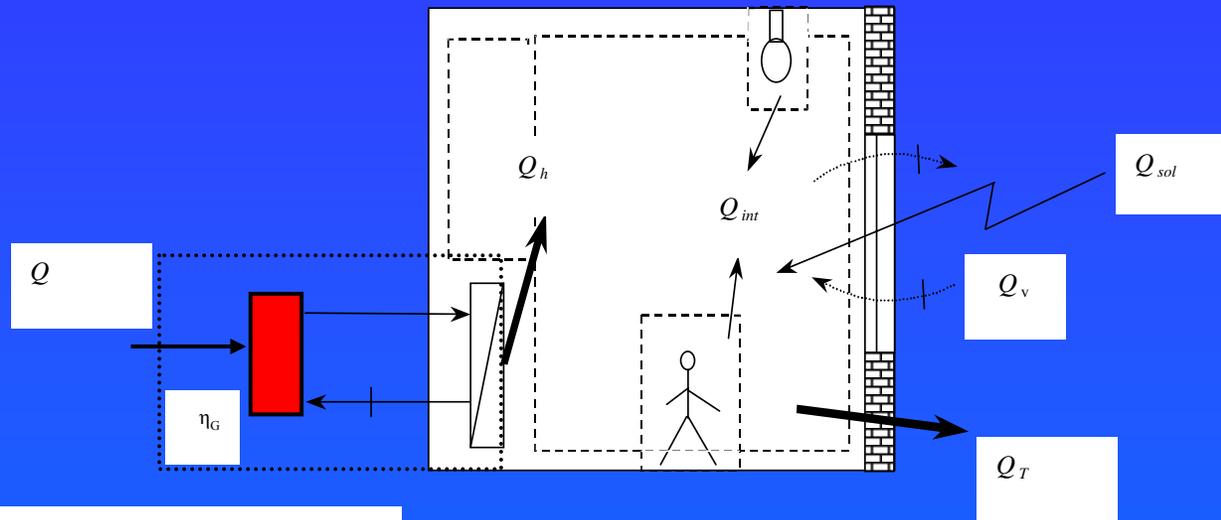
## **UNI EN 15316 – 3 - 1 - 2008**

*Impianti di riscaldamento degli edifici. Metodo per il calcolo dei requisiti energetici e dei rendimenti dell'impianto. – Parte 2-3: Sistemi di distribuzione del calore negli ambienti.*

<b>Tipo di valutazione</b>	<b>Dati di ingresso</b>			<b>Scopo della valutazione</b>
	<b>Uso</b>	<b>Clima</b>	<b>Edificio</b>	
<b>Di Progetto</b>	Standard	Standard	Progetto	Permesso di costruire Certificazione o Qualificazione energetica
<b>Standard</b>	Standard	Standard	Reale	Certificazione o Qualificazione energetica
<b>Adattata all'utenza</b>	In funzione dello scopo	In funzione dello scopo	Reale	Ottimizzazione, Validazione, Diagnosi e programmazione di interventi di riqualificazione

# Fabbisogno di energia primaria (FEP)

E' l'energia primaria globalmente richiesta durante il periodo di riscaldamento per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto in regime di attivazione continuo



$$Q_h = Q_T + Q_V - \eta \cdot Q_G$$

$$Q = \frac{Q_h}{\eta_G}$$

$$\eta_G = \eta_e \cdot \eta_c \cdot \eta_d \cdot \eta_p$$

$Q_h$  è il fabbisogno energetico utile dell'ambiente (carico termico) calcolato in regime di attivazione continuo

$Q_G$  sono gli apporti gratuiti

$\eta_G$  è il rendimento medio stagionale dell'impianto

$Q$  è il fabbisogno di energia primaria

# Rendimento di emissione

## Il rendimento di emissione dipende:

- Tipo di terminale e suo posizionamento
- Altezza del locale
- Carico termico medio annuo

UNI TS 11300 – 2

VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE $\eta_e$ : RADIATORI			
Posizione di installazione		Temperatura di mandata di progetto	
		65 °C	85 °C
Su parete divisoria interna di locale privo di pareti disperdenti.		0,99	0,96
Su parete divisoria interna di fronte a pareti disperdenti.		0,97	0,94
Su parete esterna non isolata ( $U > 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ ).		0,93	0,90

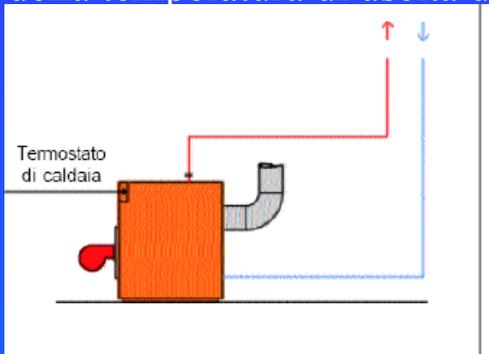
VALORI DEL RENDIMENTO DI EMISSIONE $\eta_e$			
Termoconvettori	$\eta_e = 0,99$	Ventilconvettori	$\eta_e = 0,98$
Bocchette aria calda	$\eta_e = 0,97$	Pannelli radianti isolati dalla struttura (*)	$\eta_e = 0,97$
Pannelli radianti annegati nelle strutture (*)	$\eta_e = 0,95$	(*) Riferiti ad una installazione tra ambienti riscaldati oppure in una struttura muraria isolata esternamente ed avente un coefficiente globale di trasmissione termica minore di $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .	

# Rendimento di regolazione

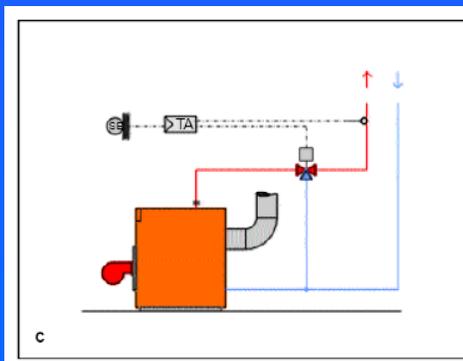
## Tipologie di regolazione

- Regolazione manuale (termostato di caldaia)
- Regolazione climatica centralizzata (temp. acqua in uscita da sonda climatica esterna)
- Regolazione di zona (senza controllo della temperatura di uscita dalla caldaia)
- Regolazione mista (centralizzata + zona) (controllo della temperatura di uscita dalla caldaia)

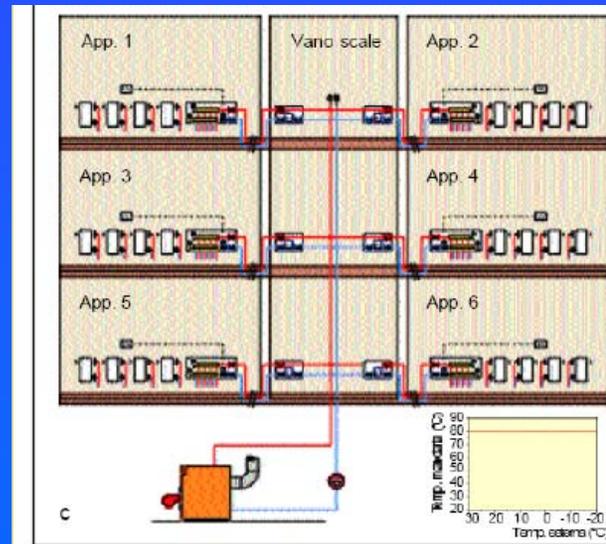
UNI TS 11300 – 2



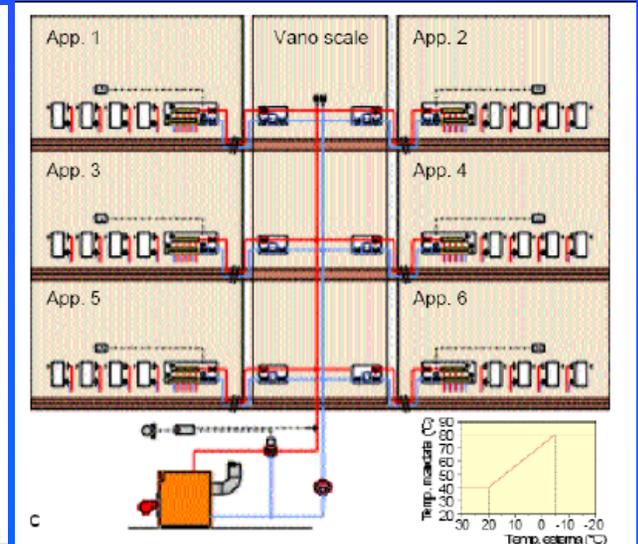
manuale



climatica

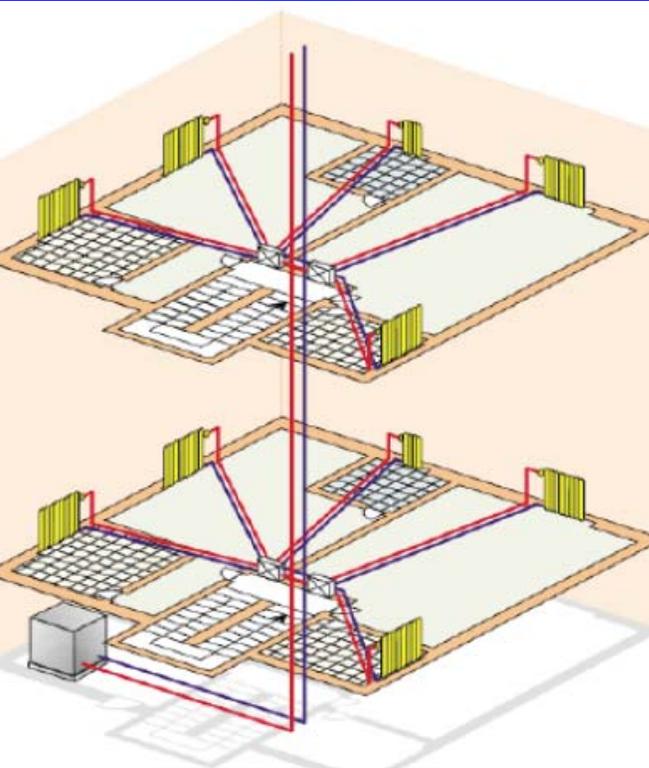


di zona

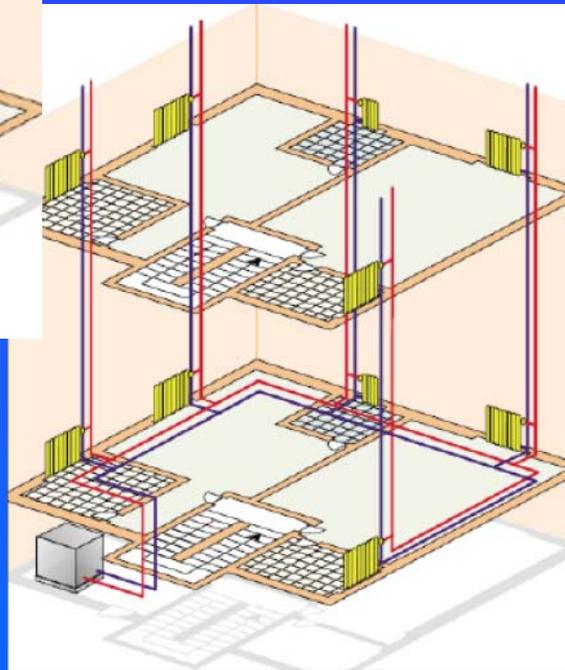


di zona con preregolazione

# Rendimento di distribuzione



Impianto a collettori

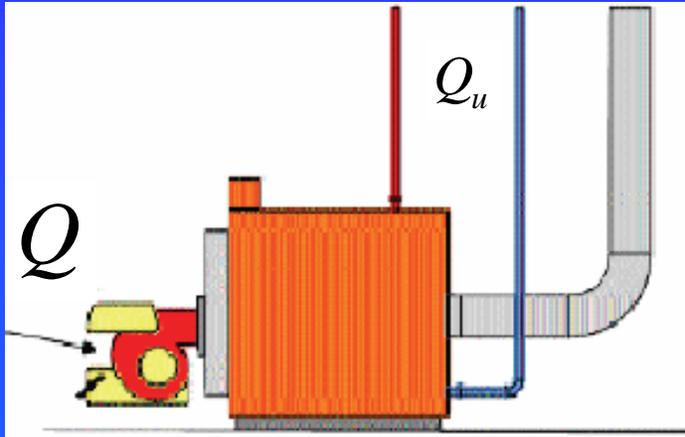


Impianto a colonne montanti

UNI TS 11300 – 2

# Rendimento di produzione

E' il rapporto il calore utile prodotto dal generatore e l'energia ad esso fornita



$$\eta_p = \frac{Q_u}{Q}$$

$Q_u$  è il calore utile

$Q$  è l'energia fornita al generatore

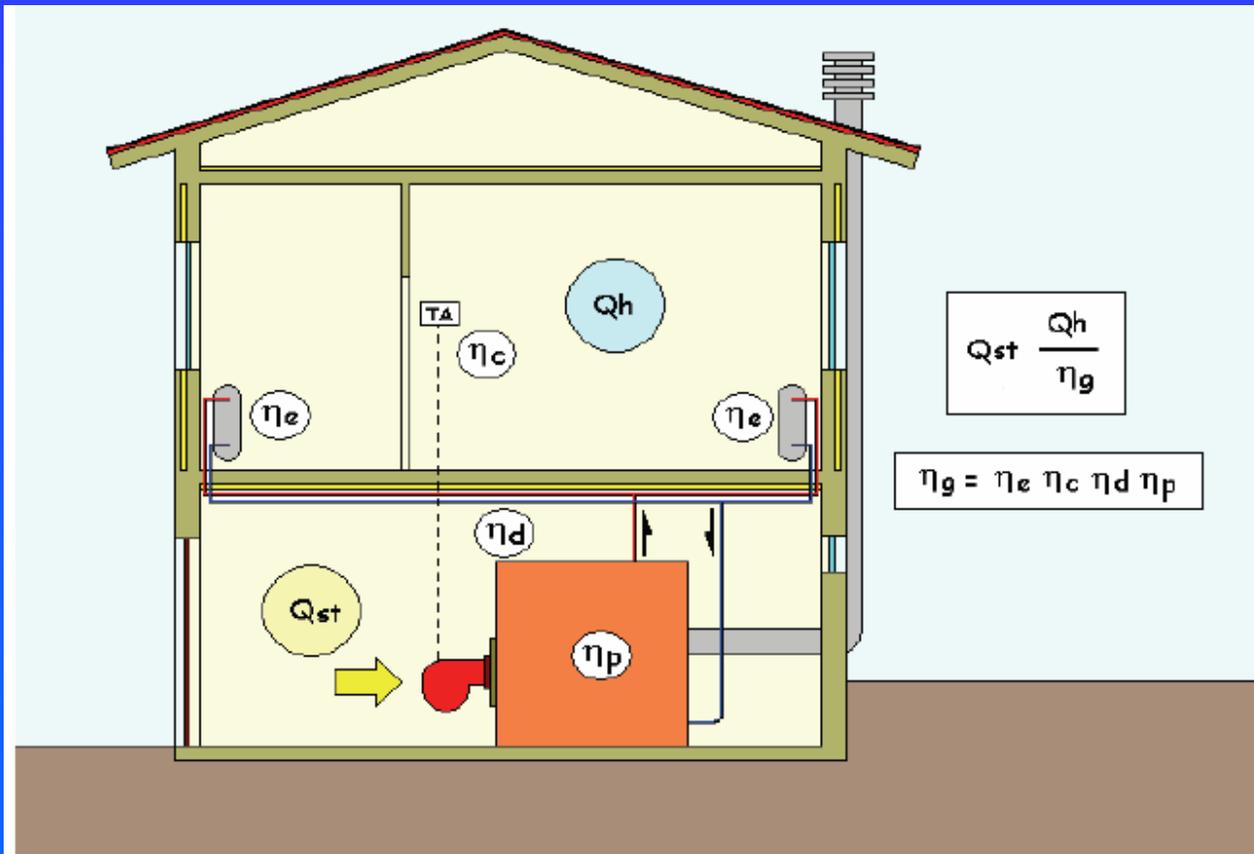
Il rendimento di produzione dipende:

- Dalle caratteristiche del generatore di calore
- Dal suo corretto dimensionamento rispetto al fabbisogno dell'edificio
- Dalla temperatura dell'acqua di ritorno



# Rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico

E' il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche con riferimento al periodo annuale di esercizio (art. 5, comma 2 del DPR 412/93) in regime non continuo (UNI 10379/2005)



$\eta_e$  è il rendimento di emissione

$\eta_c$  è il rendimento di regolazione

$\eta_e$  è il rendimento di distribuzione

$\eta_p$  è il rendimento di produzione medio stagionale

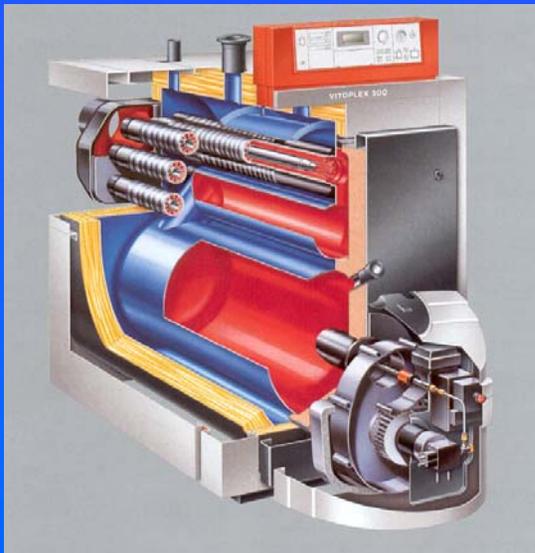
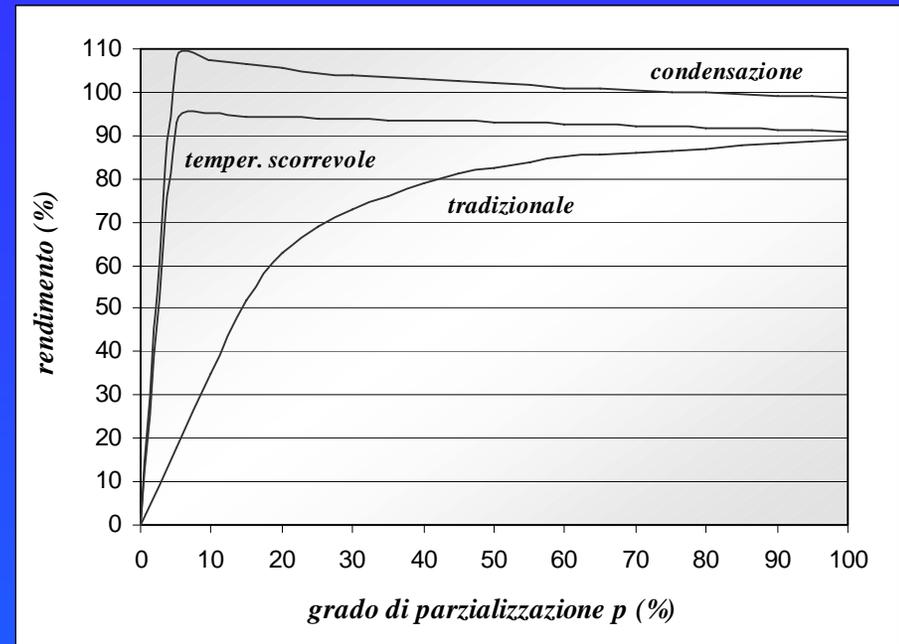
$\eta_g$  è il rendimento globale medio stagionale

$Q_h$  è il fabbisogno energetico del locale in regime non continuo

Per i nuovi impianti

$$\eta_g = (75 + 3 \cdot \log P_n)\%$$

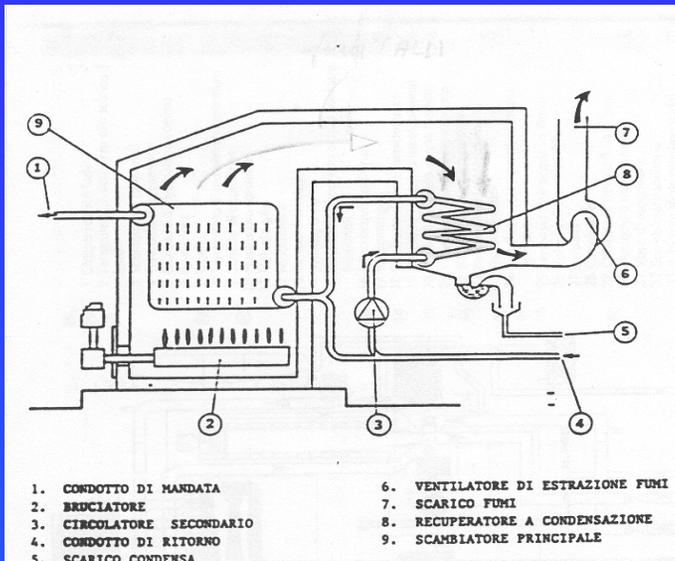
# Generatori di calore ad alta efficienza



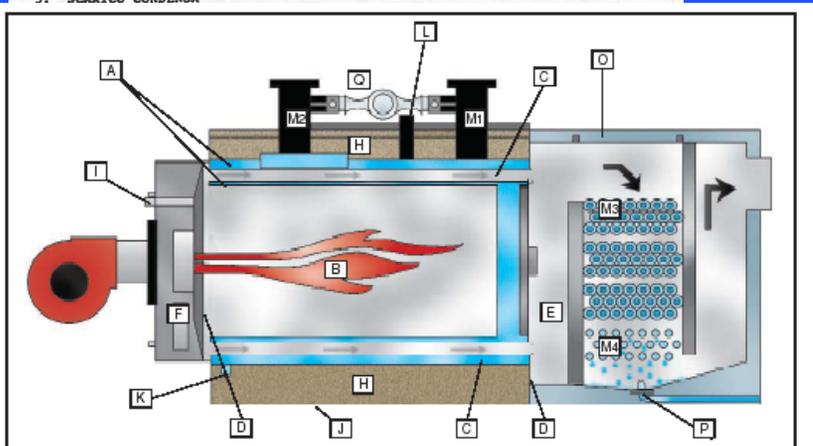
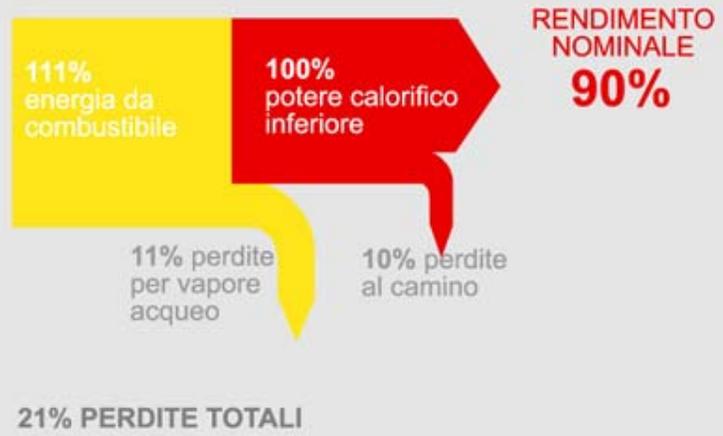
Marcatura	Rendimento alla potenza nominale (Pn) Tmedia = 70 °C	Rendimento a carico parziale (30% Pn) Tmedia ≥ 50 °C
*	$\geq 84 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 80 + 3\text{Log}(P_n)$
**	$\geq 87 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 83 + 3\text{Log}(P_n)$
***	$\geq 90 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 86 + 3\text{Log}(P_n)$
**** ( )	$\geq 93 + 2\text{Log}(P_n)$	$\geq 89 + 3\text{Log}(P_n)$

Marcatura secondo il DPR 660/96

# Caldaie a Condensazione



## Caldaia Tradizionale



- |   |  |    |  |    |   |
|---|--|----|--|----|---|
| A | Acqua di riscaldamento                 | I  | Spia visiva fiamma                                       | M4 | Ritorno acqua impianto dal condensatore       |
| B | Focolare                               | J  | Basamento caldaia  | O  | Coperchio per la pulizia del condensatore     |
| C | Tubi da fumo                           | K  | Tubo di scarico/riempimento                              | P  | Scarico condensa                              |
| D | Piastra tubiera anteriore e posteriore | L  | Tubo collegamento vaso espansione o valvola di sicurezza | Q  | Ciruito anticondensa con pompa e saracinesche |
| E | Collettore dei fumi di combustione     | M1 | Mandata acqua impianto                                   |    |   |
| F | Porta anteriore                        | M2 | Ritorno acqua impianto                                   |    |   |
| H | Isolamento                             | M3 | Mandata acqua impianto dal condensatore                  |    |   |

## Caldaia a Condensazione



# Quale tipologia di terminale per il riscaldamento?



Tipologia di impianto			Meccanismo di scambio termico	Mandata acqua (/aria)		Controlli			
				Caldo	Freddo	Ta	Tr	UR	Qual.
SENZA movimentazione d'aria	Piccola superficie radiante	Radiatori (termosifoni)	CONVEZIONE (prevalente) + IRRAGGIAM.	alta temp. > 50-55 °C	NO				
		Termostrisce (battiscopa r.)							
	Grande superficie radiante	Pannello rad. a parete	IRRAGGIAM. (prevalente) + CONVEZIONE	bassa temp. 30-45 °C	NO				
		Pavimento radiante							
Soffitto radiante									
CON movimentazione d'aria	Convettori (movim. naturale)	CONVEZIONE	alta temp. > 60-65 °C	< 10-12 °C					
	Ventilconvettori (fan coil)								
	A tutta aria		media temp. < 45 °C	diff. max 5-7 °C					
Impianto misto pav./soff. radiante + aria primaria									

# Radiatori

## Vantaggi

- Resistenti
- Economici
- Design
- Discreta capacità di accumulo



## Svantaggi

- Ingombro
- Discomfort radiante
- Nessun controllo sull'UR
- Non accoppiabili a pannelli solari



# Ventilconvettori

## Vantaggi

- Possibilità di fare caldo/freddo
- Rispondono subito al carico dell'utenza
- Design
- Possibilità di incasso in controsoffitti



## Svantaggi

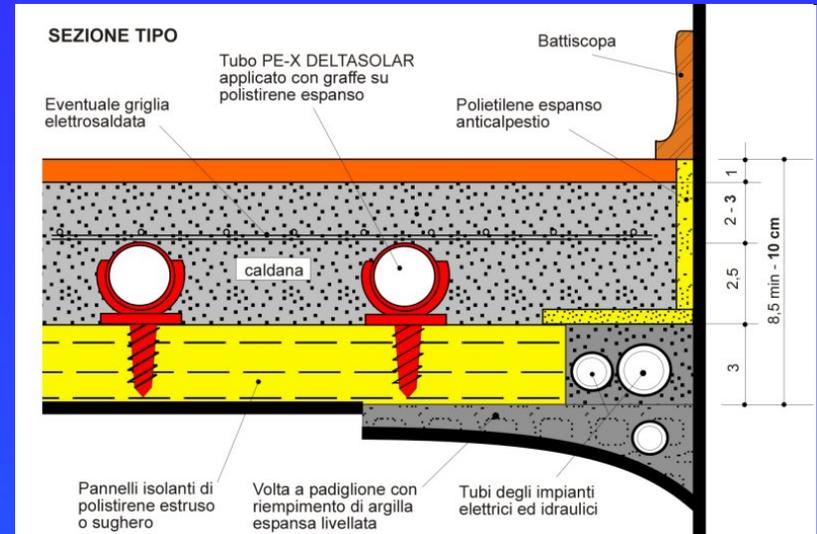
- Ingombro
- Costo
- Richiedono manutenzione
- Cablaggi e consumo elettrico
- Rumorosi (alte velocità)



# Pannelli radianti

## Vantaggi

- Possibilità di fare caldo/freddo
- Nessuna manutenzione
- Nessun ingombro
- Bassa temperatura di mandata
- Possibile accoppiamento a caldaie a condensazione, pompe di calore, pannelli solari)
- Ridotti effetti convettivi



## Svantaggi

- Tipologia di intervento
- Costo d'installazione
- Elevata inerzia
- Regolazione problematica

