



**SETTORE Energia & Utilities**

Seminario:  
Risparmio Energetico a misura di PMI:  
Gli incentivi e le novità della finanziaria 2007 - Alcune esperienze praticabili  
a confronto

---

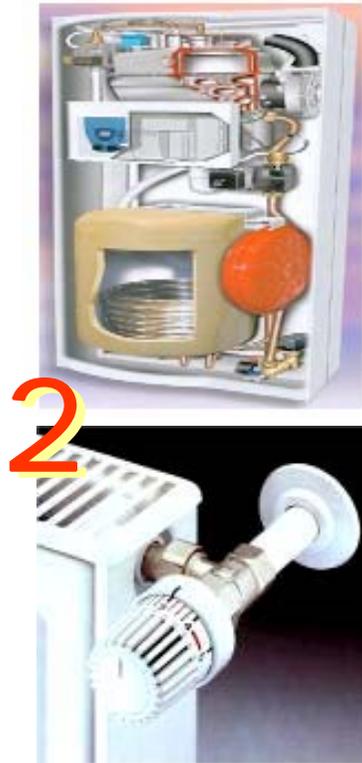
**La Certificazione Energetica degli edifici  
e le nuove problematiche ad esse connessa**

Prof. Giuliano Dall'O' - Politecnico di Milano

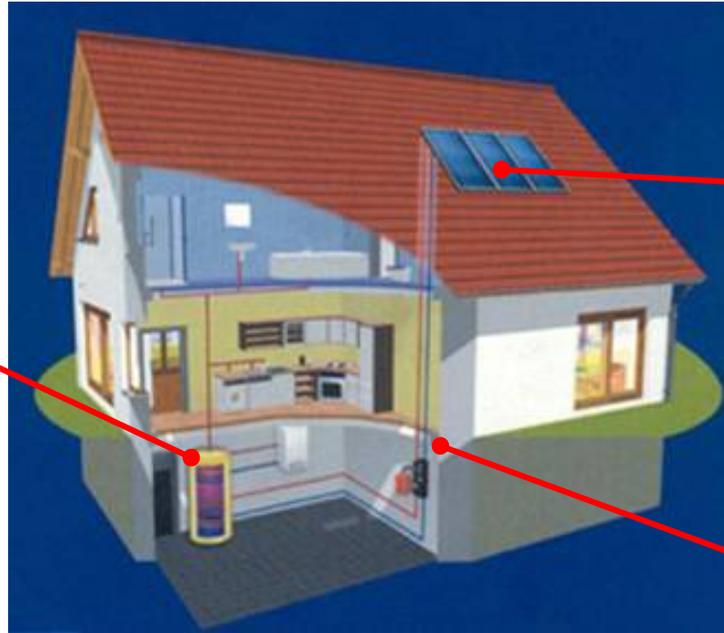
Roma – 27 Marzo 2007

# VERSO UN APPROCCIO GLOBALE

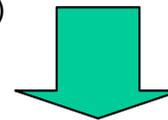
## Impianti efficienti



2



(fonte immagine: www.solaritalia.com)



## Certificazione Energetica

Building Energy Performance		As built
Space to make reference to the certification scheme used		Asset rating
Very energy efficient		C
A		
B		
C		
D		
E		
F		
G		
Not energy efficient		Minimum
Name of the indicator used	Unit	130
Space to include additional information on building energy use		

## Fonti rinnovabili



3

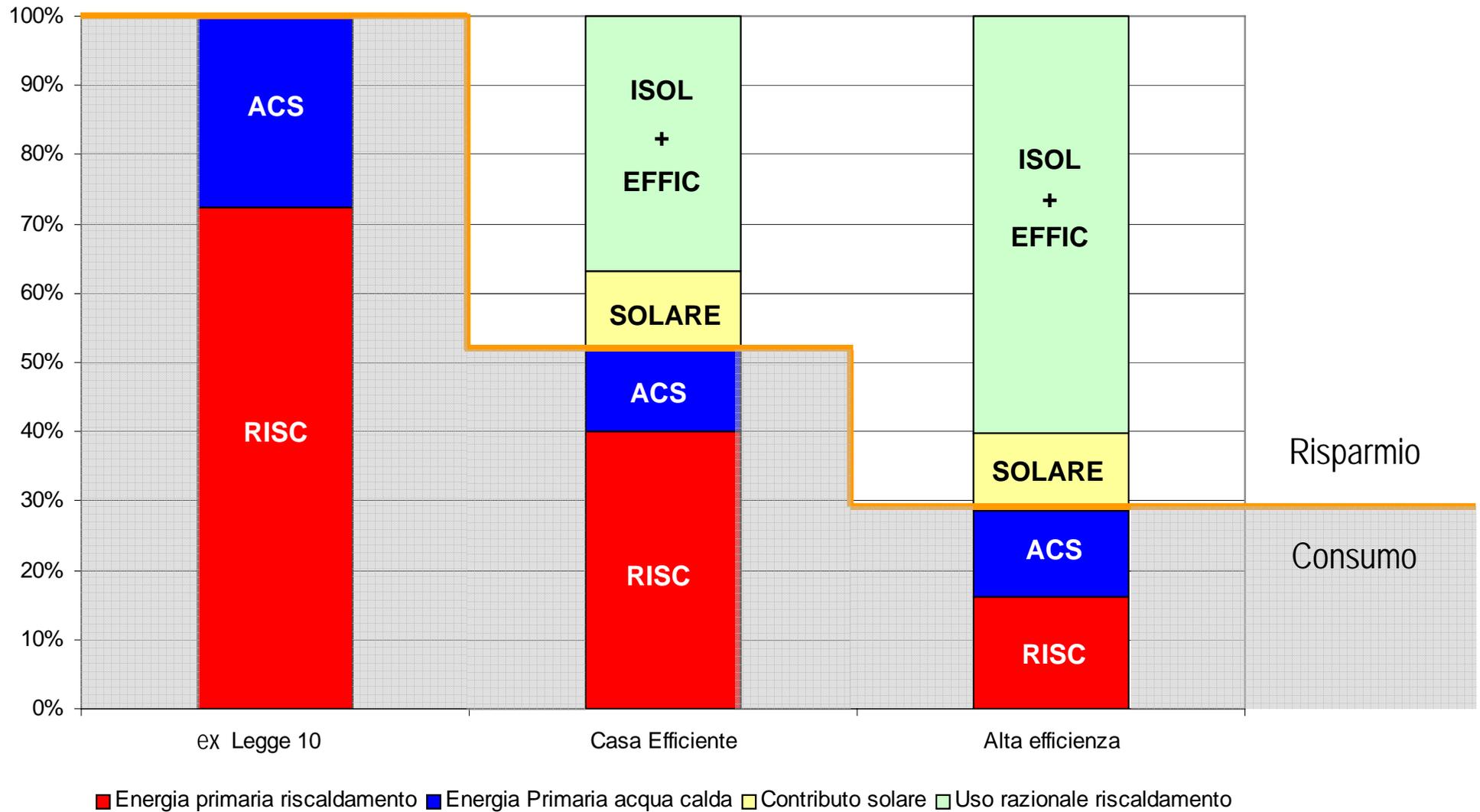
## Involucro efficiente



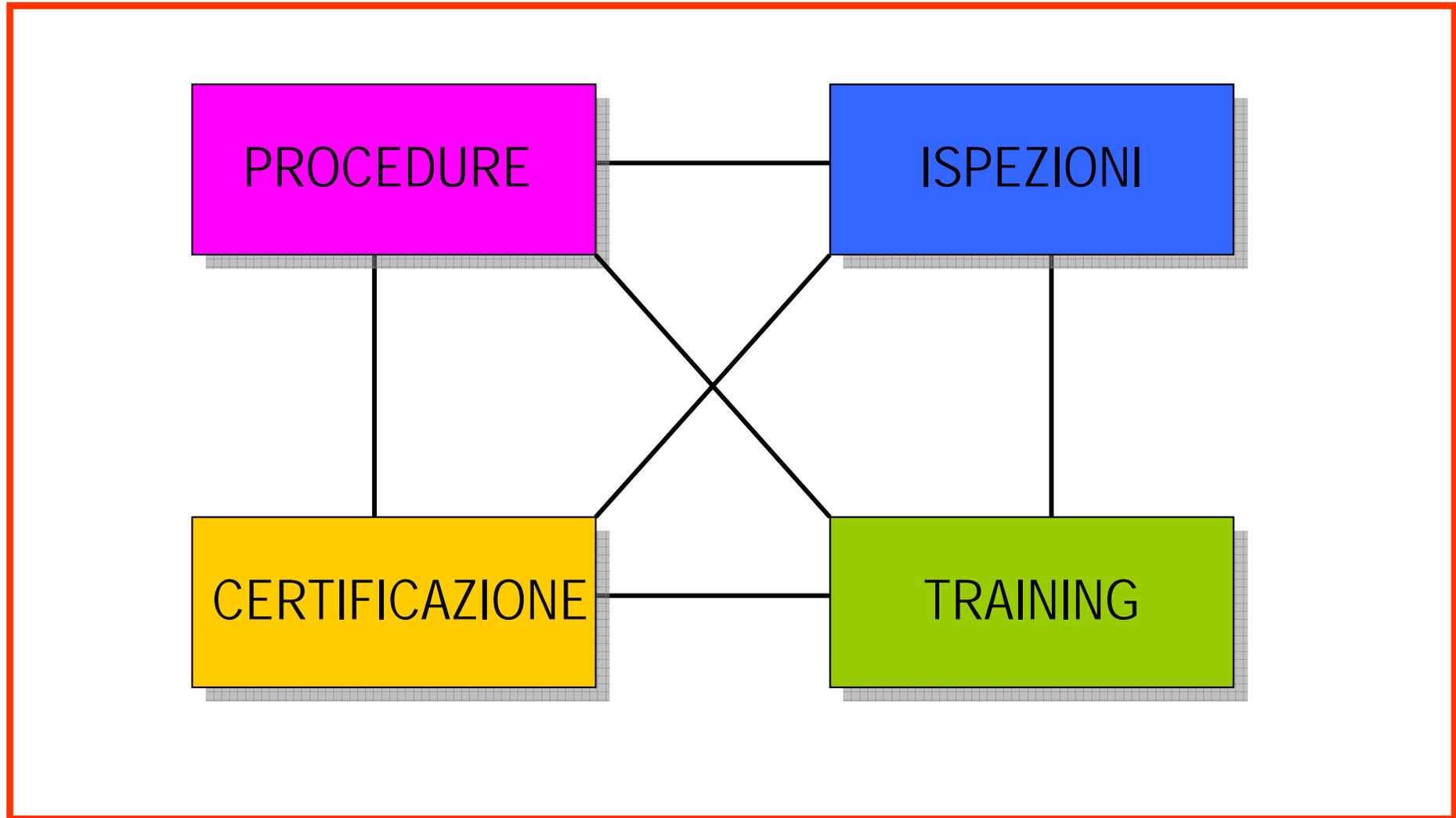
1



# POTENZIALI DI RISPARMIO ENERGETICO

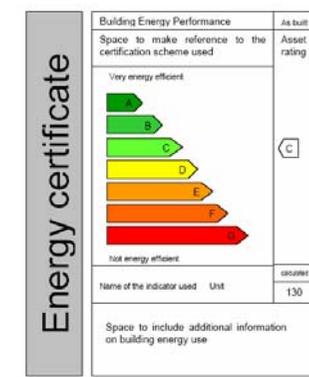


# CERTIFICAZIONE: UN PROBLEMA DI QUALITA'



## OBIETTIVI

- Fornire degli **indicatori di prestazione energetica** che consentano di comparare le prestazioni energetiche degli edifici in **condizioni standard**
- Garantire una maggiore **trasparenza** nel mercato immobiliare orientando le scelte
- Diventare uno strumento per orientare **strategie di incentivazione** dell'efficienza energetica
- Creare i presupposti oggettivi per un miglioramento continuo della qualità energetica degli edifici: **qualità energetica = maggiore valore**



Energy certificate

Building Energy Performance	As built
Space to make reference to the certification scheme used	Asset rating
Very energy efficient	C
A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
Least energy efficient	
Name of the indicator used	Indicator
Unit	130
Space to include additional information on building energy use	

## LA PROCEDURA DEVE ESSERE

- **semplice** nella sua applicazione
- **replicabile**: partendo dagli stessi dati si devono ottenere gli stessi valori di prestazione energetica
- **comprensibile** agli utenti (solo in questo modo è in grado di incidere sul mercato immobiliare)
- **trasparente** per tutti gli operatori coinvolti (progettista, direttore dei lavori, collaudatore)
- costituire innanzi tutto uno **strumento** per promuovere la **qualità energetica dell'edificio**



IL PROGETTISTA E' AL CENTRO DELLA PROCEDURA

Energy certificate	Building Energy Performance	As built
	Space to make reference to the certification scheme used	Asset rating
	Very energy efficient	C
	A	
	B	
C		
D		
E		
F		
G		
Least energy efficient		
Name of the indicator used	Unit	
	130	
Space to include additional information on building energy use		

# PROGETTISTA DDL E CERTIFICATORE: RUOLI DIVERSI

## PROGETTISTA

- Individua le **esigenze** ed i **requisiti**
- Elabora **soluzioni progettuali** valutando aspetti non solo tecnici ma anche economici
- Garantisce il **rispetto dei requisiti** minimi di legge

## DIRETTORE DEI LAVORI

- Garantisce la **coerenza** tra il progetto e la realizzazione
- Gestisce le eventuali **varianti** nel corso della realizzazione

## CERTIFICATORE

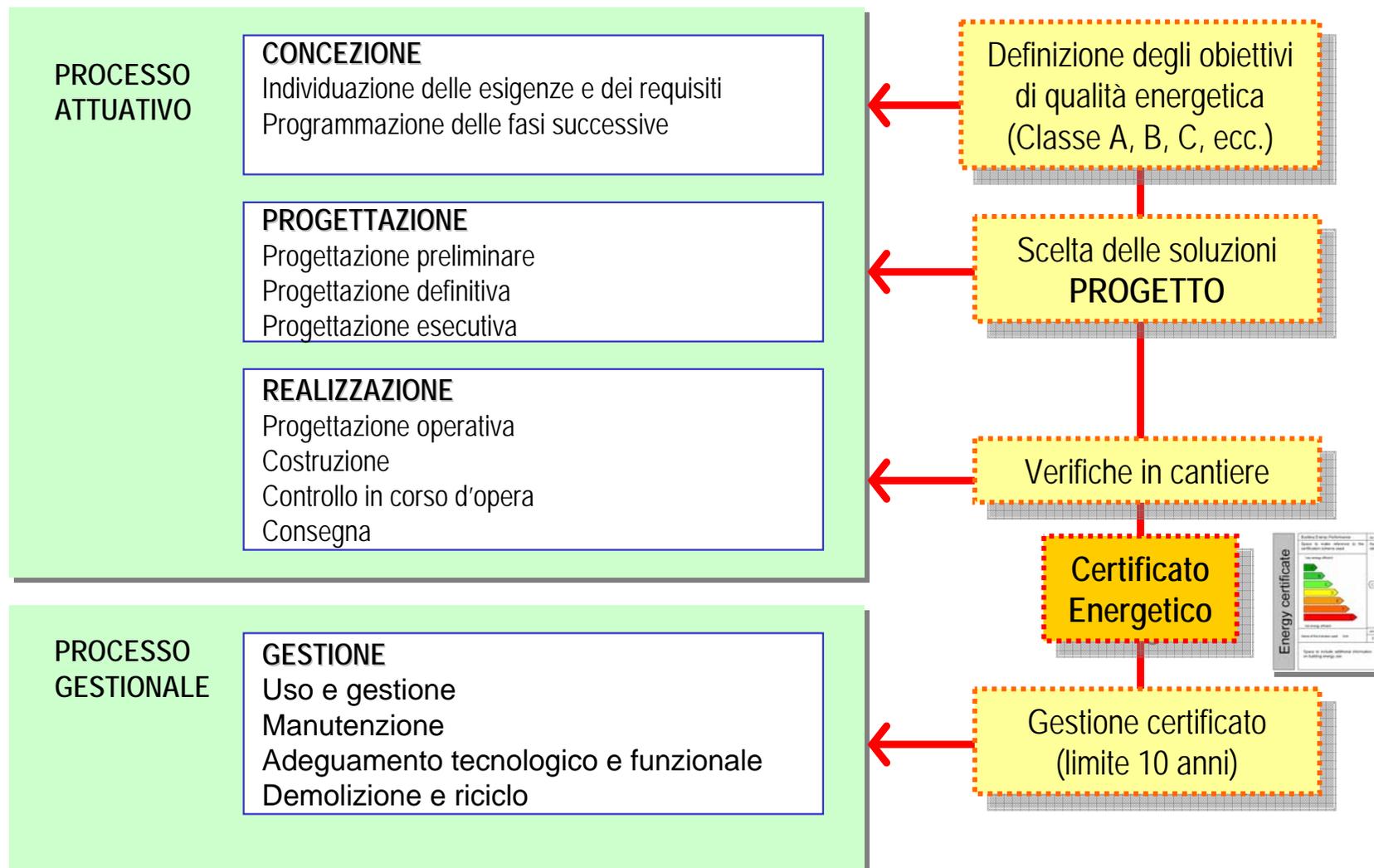
- Applica in modo corretto la **procedura di certificazione**
- Certifica la **qualità energetica** dell'edificio in coerenza con lo schema adottato localmente



# CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

## Certificazione come strumento per gestire il Processo della Qualità Energetica

### PROCESSO EDILIZIO



# LA CERTIFICAZIONE DELLE UNITA' ABITATIVE

		4		5	
	117%	107%	107%	107%	117%
	102%	92%	92%	92%	102%
3	102%	92%	92%	92%	102%
	102%	92%	1	92%	102%
	102%	92%	92%	92%	102%
	112%	102%	102%	102%	112%

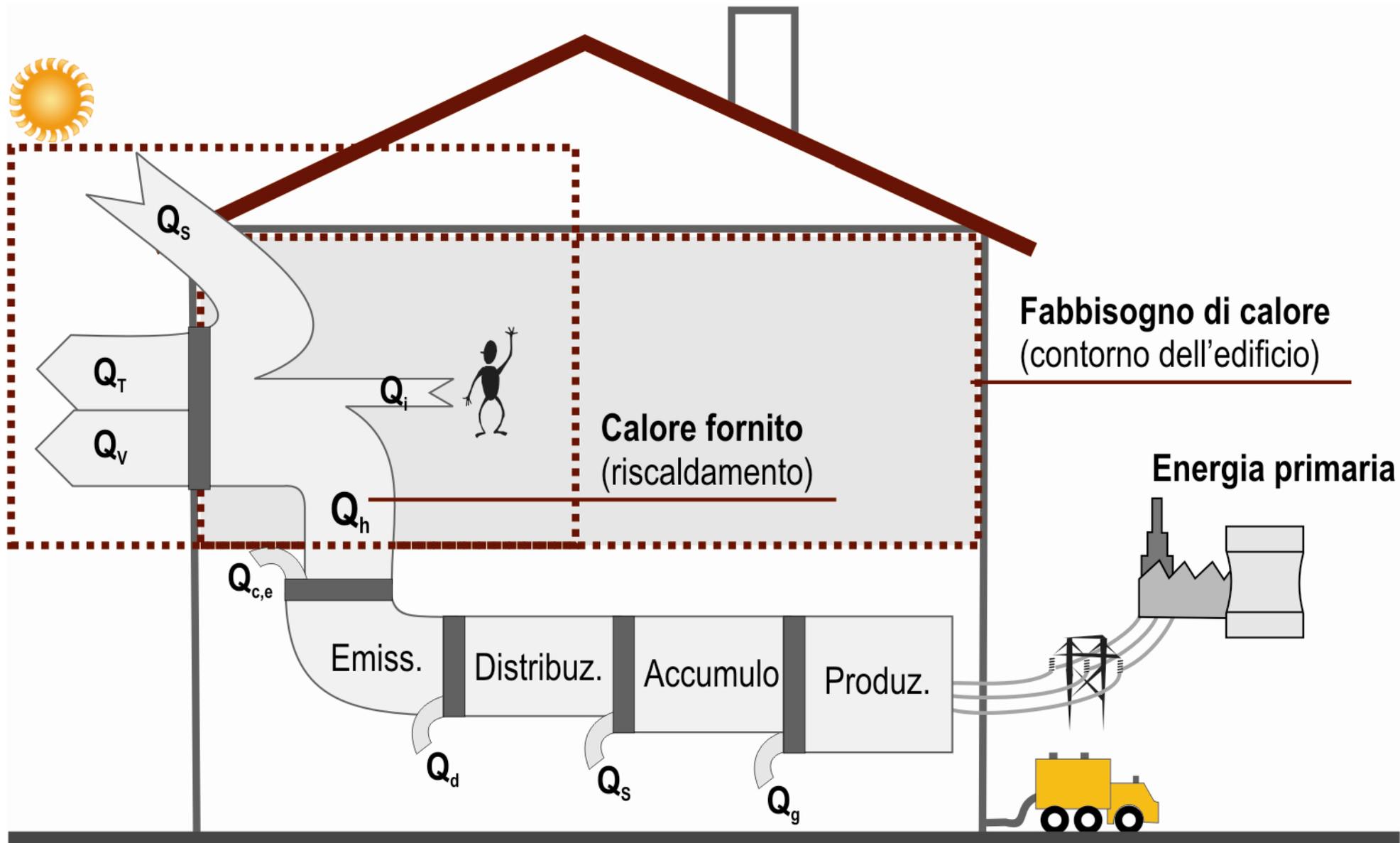


2

La posizione degli alloggi determina un diverso rapporto S/V e quindi, a parità di involucro, indicatori prestazionali differenti

-  Certificazione di appartamenti campione
-  Applicazione di coefficienti correttivi
-  Certificare ogni appartamento

# CERTIFICAZIONE ENERGETICA: QUALE INDICATORE



# GLI INDICATORI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

Considerando le caratteristiche climatiche delle località in Regione Lombardia (Zona climatica E) sono definiti i seguenti indicatori di classificazione energetica:

- **Classe A** Fabbisogno energetico  $\leq 30$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe B** Fabbisogno energetico  $\leq 50$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe C** Fabbisogno energetico  $\leq 70$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe D** Fabbisogno energetico  $\leq 90$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe E** Fabbisogno energetico  $\leq 120$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe F** Fabbisogno energetico  $\leq 160$  kWh/m<sup>2</sup> anno
- **Classe G** Fabbisogno energetico  $> 160$  kWh/m<sup>2</sup> anno

kWh/m<sup>2</sup> a



# PROBLEMATICHE ENERGETICHE E AMBIENTALI

Località	<b>Milano</b>		
GG	2400		
Zona climatica	E	Limiti località	SV
		$\leq 0,2$	38,26
		$\geq 0,9$	97,31
$R_r$	Valore di riferimento della normativa (Limite al 2010)		
$R_s$	Valore di riferimento relativo allo stock esistente (*) kWh/m <sup>2</sup> a		<b>124</b>
Limiti 192 al 2010			

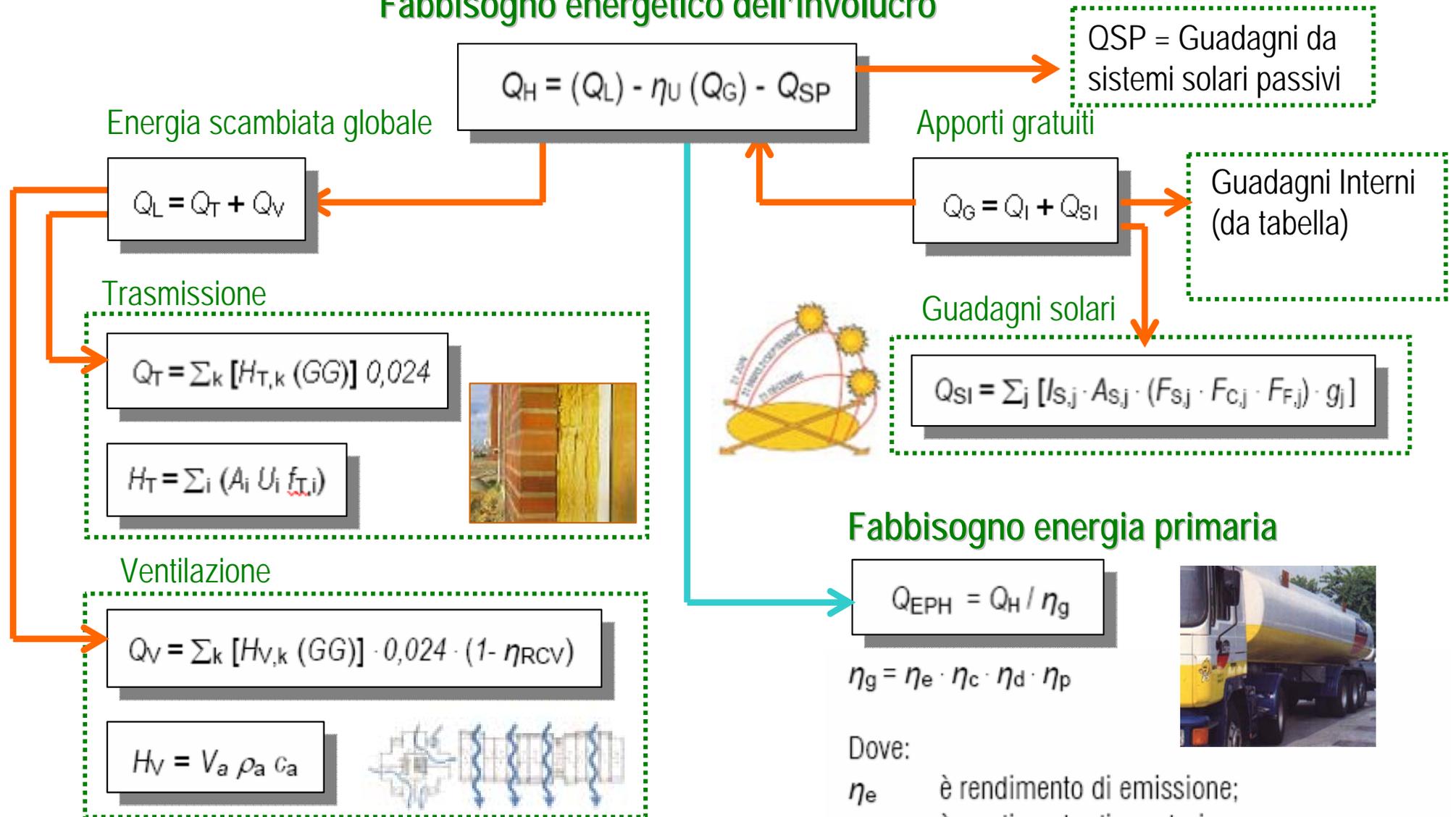
SV	Zona climatica									
	A	B	C	D	E	F				
	<600	601	900	901	1400	1401	2100	2101	3000	oltre 3000
$\leq 0,2$	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
$\geq 0,9$	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

	$R_{Rmin}$	$R_{Rmedio}$	$R_{Rmax}$		SV		
	38,26	67,78	97,31		<b>0,47</b>	BZ	FEP con $\eta_G$ 0,85
<b>A</b>	<	19	34	49	31	30	35
<b>B</b>	<	38	68	97	61	50	59
<b>C</b>	<	81	96	111	93	70	82
<b>D</b>	<	124	124	124	124	90	106
<b>E</b>	<	155	155	155	155	120	141
<b>F</b>	<	186	186	186	186	160	188
<b>G</b>	>	186	186	186	186	160	188

## CARATTERISTICHE

- È una procedura elaborata da un gruppo di ricercatori del **Dipartimento BEST del Politecnico di Milano** sulla base di una convenzione con la **Provincia di Milano** con la collaborazione di **ANIT**  
Il modello di calcolo fa riferimento alla normativa vigente (UNI EN 832, Raccomandazioni CTI, ecc.) introducendo delle semplificazioni che rendono la **procedura semplice, trasparente e replicabile**.
- La procedura **BESTClass** è stata testata da più di due anni dimostrandosi affidabile. Un gruppo di ricercatori indipendenti del Politecnico di Milano ha effettuato una **validazione con il modello TRNSYS**, i risultati ottenuti confermano la validità dell'impostazione metodologica adottata
- Il modello di calcolo attualmente considera gli usi energetici dovuti alla climatizzazione invernale, alla ventilazione e alla produzione di acqua calda a usi sanitari. Nel bilancio energetico è **l'unico modello per la certificazione che considera il contributo delle fonti rinnovabili**. È in fase di studio una implementazione per gli usi elettrici e per la climatizzazione estiva allo scopo di soddisfare pienamente ciò e è chiesto dalla Direttiva 2002/92/CE
- La procedura BESTClass è **trasparente**: può essere scaricata da Internet e implementata in altri modelli. Il **software viene distribuito gratuitamente** allo scopo di **promuovere l'efficienza energetica** fornendo ai progettisti uno strumento semplice per valutare prima gli obiettivi di qualità energetica che si vogliono raggiungere

## Fabbisogno energetico dell'involucro



Dove:

- $\eta_e$  è rendimento di emissione;
- $\eta_c$  è rendimento di regolazione;
- $\eta_d$  è rendimento di distribuzione;
- $\eta_p$  è rendimento di produzione medio stagionale.

## Fabbisogno energetico acqua calda

$$Q_W = Q'_W \cdot t \cdot A_U$$

Usi residenziali

Superficie utile	Fabbisogno specifico ( $Q'_W$ ) [Wh/m <sup>2</sup> giorno]
$S < 50 \text{ m}^2$	60
$50 \leq S < 120 \text{ m}^2$	50
$120 \leq S < 200 \text{ m}^2$	40
$S \geq 200 \text{ m}^2$	30

Altri usi

Superficie utile	Fabbisogno specifico ( $Q'_W$ ) [Wh/persona giorno]
Alberghi per servizi per ogni camera con bagno	3500
Alberghi per servizi per ogni camera senza bagno	1745
Collegi, altre comunità	1450
Ospedali con servizi comuni	1450
Cliniche con servizi in ogni stanza	3500
Uffici	280

Fabbisogno energia primaria

$$Q_{EPW} = (Q_W / \eta_{gw}) + (Q_S / \eta_p)$$

$$\eta_{gw} = \eta_e \cdot \eta_d \cdot \eta_p$$

Dove:

$\eta_e$  è rendimento di erogazione;  
 $\eta_d$  è rendimento di distribuzione;  
 $\eta_p$  è rendimento di produzione.



# BESTCLASS: FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

Fonti energetiche rinnovabili

**SOLARE TERMICO**

Superficie captante (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ Guadagno energetico stimato kWh/anno \_\_\_\_\_

Tipologia collettore  Piano vetrato  Piano non vetrato  Piano selettivo  Sottovuoto

**SOLARE FOTOVOLTAICO**

Superficie captante (m<sup>2</sup>) \_\_\_\_\_ Guadagno energetico stimato kWh/anno \_\_\_\_\_

Tipologia moduli  Silicio monocristallino  Silicio policristallino  Silicio amorfo

**COMPONENTI PASSIVI**

Sol. termico per il riscaldamento  A guadagno diretto  Serre

Superficie captante  Altro (specificare) \_\_\_\_\_ Guadagno energetico stimato kWh/anno \_\_\_\_\_

## SOLARE FOTOVOLTAICO

Località	Energia prodotta [KWh <sub>ELETRICI</sub> /m <sup>2</sup> anno]		
	Silicio monocristallino	Silicio policristallino	Silicio amorfo
Bergamo	194,65	155,72	90,84
Brescia	209,15	167,32	97,60
Como	190,99	152,79	89,13
Cremona	205,48	164,39	95,89
Lecco	193,89	155,11	90,48
Lodi	199,99	159,99	93,33
Mantova	200,76	160,60	93,69
Milano	199,38	159,51	93,05
Pavia	200,76	160,60	93,69
Sondrio	219,98	175,98	102,66
Varese	196,33	157,07	91,62



$$Q_{FR} = Q_{ST} + (Q_{SF} / \eta_{conv}) + Q_{SP}$$



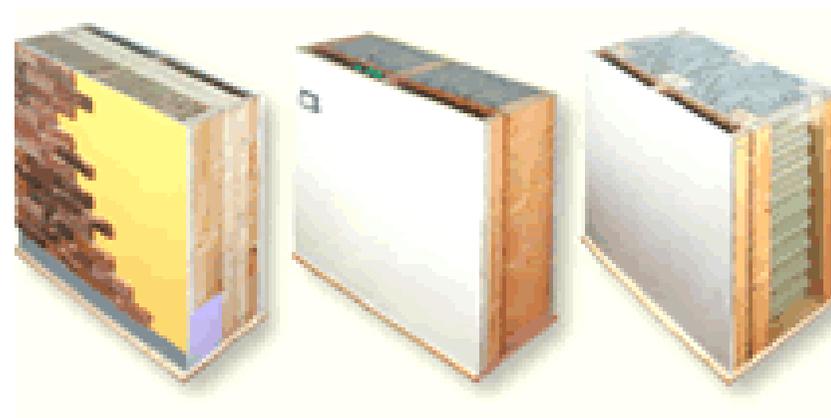
## SOLARE TERMICO

Località	Energia prodotta [kWh/m <sup>2</sup> anno]			
	Piano non vetrato	Piano verniciato vetrato	Piano vetrato selettivo	Tubi sottovuoto CPC
Bergamo	384,1	768,3	808,6	866,1
Brescia	440,3	848,4	891,4	942,6
Como	356,0	751,9	790,5	846,7
Cremona	437,9	721,4	769,4	850,0
Lecco	355,9	786,2	825,9	869,7
Lodi	423,2	690,2	753,8	823,9
Mantova	421,7	689,7	735,2	822,6
Milano	430,6	731,2	770,5	848,5
Pavia	407,9	673,0	717,8	805,2
Sondrio	429,9	977,1	1012,7	1037,4
Varese	291,2	773,1	821,4	874,5

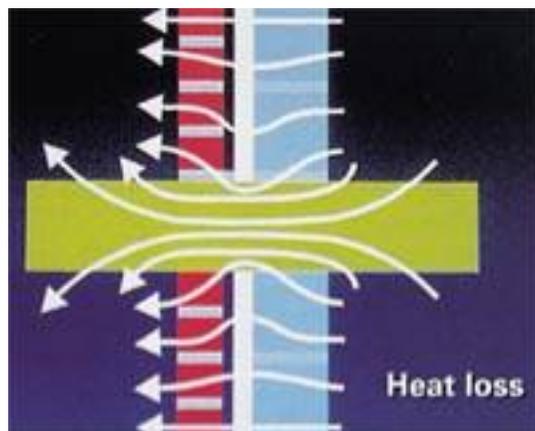
# BESTCLASS: DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI TERMICI

## Pareti perimetrali

Spessore [cm]	Muratura di pietrame intonacata	Muratura di mattoni pieni intonacata sulle due facce	Pannello prefabbricato in CLS	Parete a cassa vuota con mattoni forati*	Strutture isolate**
15	4,80	2,31	4,03	1,29	0,59
20	4,05	1,84	3,64	1,24	0,57
25	3,55	1,54	3,36	1,20	0,54
30	3,19	1,33	3,15	1,15	0,52
35	2,92	1,18	2,98	1,11	0,50
40	2,70	1,06	2,84	1,11	0,48
45	2,52	0,97	2,73	1,11	0,46
50	2,37	0,89	2,63	1,11	0,44
55	2,24	0,82	2,54	1,11	0,42
60	2,13	0,77	2,46	1,11	0,40



## Ponti termici



Descrizione della struttura	Maggiorazione [%]*
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto senza aggetti/balconi)	0
Parete con isolamento dall'esterno (a cappotto con aggetti/balconi)	5
Parete omogenea in mattoni pieni o in pietra	5
Parete a cassa vuota con mattoni forati	10
Struttura isolata	20
Pannello prefabbricato in CLS	30

# ATTESTATO E TARGA ENERGETICA



CLASSENERGIA

N. 01 01 001 0001/06

Regione Lombardia  
Comune di Carugate  
Provincia di Milano

**B 50 kWh/m²a**

Via San Giuseppe, 13  
20061 Carugate (MI)

SAERT

## CLASSENERGIA ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Comune di Carugate

Tipo di edificio	Residenza
Anno di costruzione	2006
Ubicazione	Via San Giuseppe, 13
Località	20061 Carugate (MI)
Interno	-
Proprietario/Costruttore	EDILSETTE S.r.l.
Progettista	Pl. Giuliano Mandelli

Classe Energetica	Fabbisogno di calore edificio	Energia primaria usi termici
A	≤ 30 kWh/m²	
B	≤ 50 kWh/m²	<b>B 50</b>
C	≤ 70 kWh/m²	<b>C 59</b>
D	≤ 90 kWh/m²	
E	≤ 120 kWh/m²	
F	≤ 160 kWh/m²	
G	> 160 kWh/m²	

Alto consumo

Fabbisogno di calore dell'edificio (Fabbisogno energetico specifico dell'involucro - PE <sub>i</sub> )	50 kWh/m²/anno
Energia primaria per riscaldamento (Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale - PE <sub>rd</sub> )	54 kWh/m²/anno
Energia primaria per acqua calda sanitaria (Fabbisogno specifico di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria - PE <sub>cs</sub> )	15 kWh/m²/anno
Contributo energetico da fonti rinnovabili (Contributo energetico specifico dovuto alle fonti rinnovabili - PE <sub>rr</sub> )	10 kWh/m²/anno
Energia primaria per usi termici (Fabbisogno specifico di energia primaria per gli usi termici - PE <sub>t</sub> )	59 kWh/m²/anno

Comune di Carugate  
Assessore all'Urbanistica

Il Certificatore  
Prof. Giuliano Dall'O'

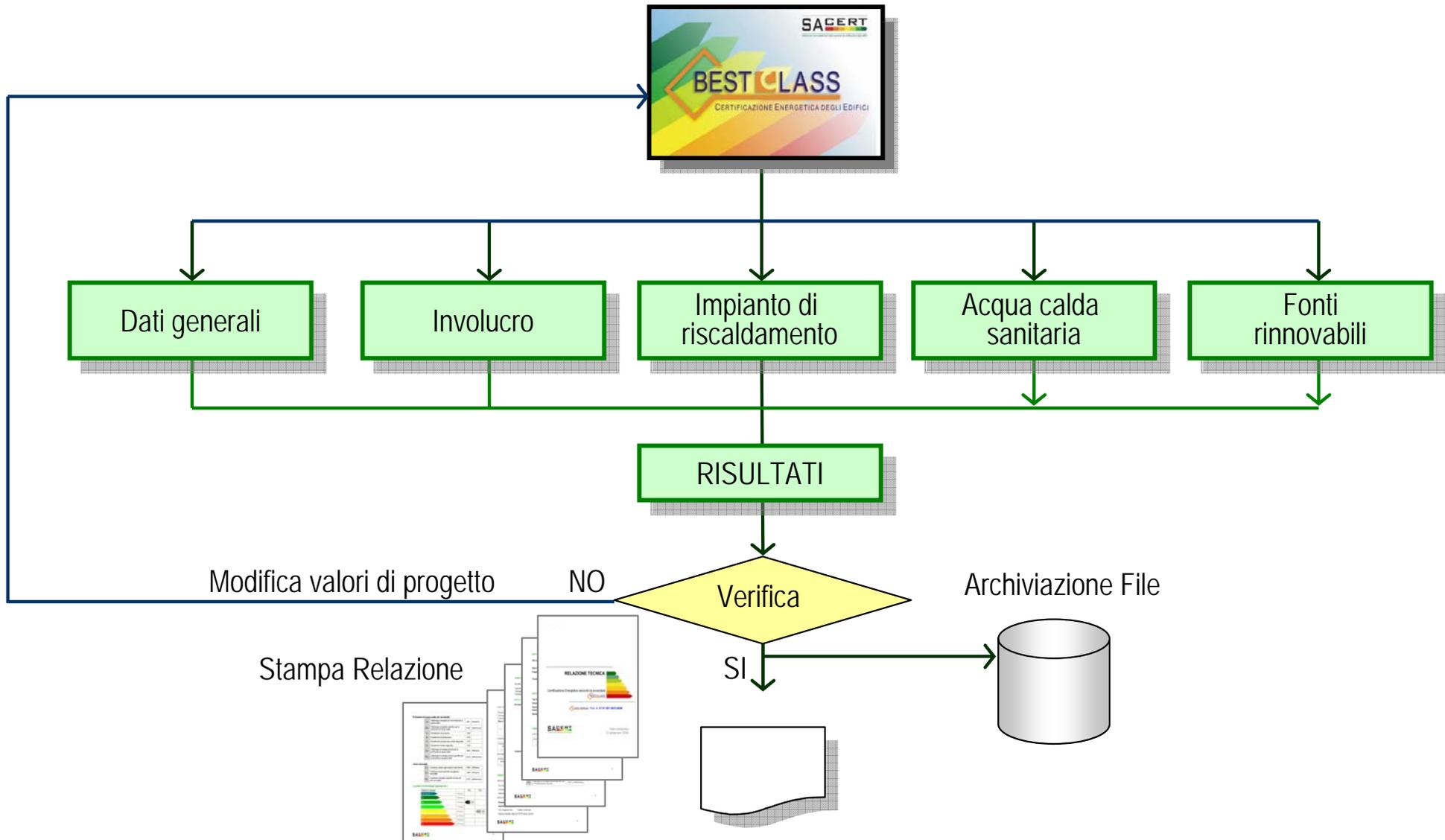
Protocollo N.  
**01 01 001 0001/06**  
15 novembre 2006

Sistema per l'accreditamento degli organismi di certificazione degli edifici

**SAERT**

# IL SOFTWARE BESTCLASS

Si basa sulla procedura di calcolo **BESTClass** e consente di verificare in tempo reale le prestazioni energetiche di un edificio già in fase di pre-progetto e di **simulare interventi per il miglioramento dell'efficienza energetica**



# IL SOFTWARE BESTCLASS: DATI GENERALI



## Ubicazione Edificio

File

Dati generali

Involucro

Impianto di riscaldamento

Produzione di acqua calda

Fonti rinnovabili

Risultati

Relazione

**BESTCLASS**

Ubicazione

Indirizzo

CAP  Comune  Prov.

Anno di costruzione /ristrutturazione

Soggetto che presenta la domanda

In qualità di:

Tecnico progettista

Dati edificio

Utilizzo dell'edificio

Volume lordo riscaldato  m<sup>2</sup>    Volume netto riscaldato  m<sup>2</sup>

Superficie lorda riscaldata  m<sup>2</sup>    Superficie netta riscaldata  m<sup>2</sup>

Superficie media per alloggio  m<sup>2</sup>

Tipologia costruttiva

Energia dovuta agli apporti interni  kWh

COMUNE DI RIFERIMENTO	COMO
Altezza sul livello del mare (m)	201
Zona climatica	E
Temperatura media (°C)	6,98
Temperatura di progetto (°C)	-5,00

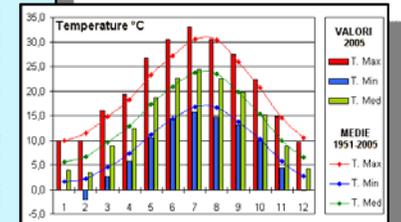
Orientamento	Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> anno]
ORIZZONTALE	371
SUD	463
SUD-EST SUD-OVEST	401
EST OVEST	280
NORD-EST NORD-OVEST	163
NORD	128

Ventilazione

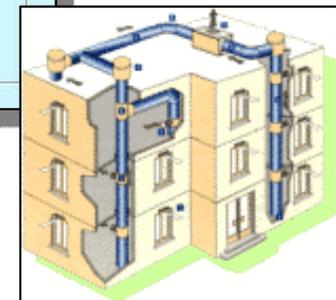
Ricambi d'aria  Vol/h    Rendimento medio stagionale del recuperatore di calore

Energia scambiata per ventilazione  kWh

## Dati Climatici



## Ventilazione



## Dati Edificio

# IL SOFTWARE BESTCLASS: INVOLUCRO

## Pareti opache

File

Dati generali

**Involucro**

Impianto di riscaldamento

Produzione di acqua calda

Fonti rinnovabili

Risultati

Relazione

**BESTCLASS**

Componenti opache

Tipo di componente:  Inserirne la descrizione o selezionare una voce dall'abaco Spessore:  cm Area:  m<sup>2</sup>

Trasmittanza:  W/m<sup>2</sup>K

	Descrizione	Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	Trasm. corr. ponti term.	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Ambiente confinante
Pareti esterne	1 Muro esterno intonacato	0,34	0,408	1037	Esterno
Pareti interne	2 Muro sottotetto (triplo muro)	0,32		61,6	Appartamenti non riscaldati
	3 Muro su vano scala	0,577		219,98	Corpo scale
	4 Muro su vano scala in c.a.	0,56		92,35	Corpo scale
	5 Porte ingresso	0,56		47,25	Corpo scale
Coperture	6 Copertura piana	0,418		27,8	Esterno
	7 Copertura a falde	0,317		396	Esterno
	8 Soffitto su balcone	0,654		7,2	Esterno
Basamenti	9 Pavimento su box	0,645		168	Garage

Energia scambiata per trasmissione:  kWh

Serramenti

Descrizione:  Trasmittanza:  W/m<sup>2</sup>K

Tipologia vetro:  Coefficiente di trasmissione:

Tipologia telaio:

Descrizione	Trasmittanza [W/m <sup>2</sup> K]	Coefficiente trasmissione	Superficie [m <sup>2</sup> ]
1 Serramento standard	2	0,58	224,2

Superfici ripartite per orientamento [m<sup>2</sup>]

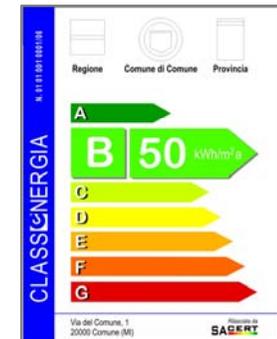
Orientamento	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Oscuramento
S	0	<input type="checkbox"/> Sì
SE	32,9	<input type="checkbox"/> Sì
E	0	<input type="checkbox"/> Sì
NE	79,2	<input type="checkbox"/> Sì
N	0	<input type="checkbox"/> Sì
NO	36,7	<input type="checkbox"/> Sì
O	0	<input type="checkbox"/> Sì
SO	75,4	<input type="checkbox"/> Sì
orizz.	0	<input type="checkbox"/> Sì
<b>Totale</b>	<b>224,2</b>	<b>m<sup>2</sup></b>

Energia dovuta ad apporti solari:  kWh

Serramenti

Oscuramento

Fabbisogno di calore



# IL SOFTWARE BESTCLASS: IMPIANTO DI RISCALDAMENTO

File

Dati generali

Involucro

**Impianto di riscaldamento**

Produzione di acqua calda

Fonti rinnovabili

Risultati

Relazione

**BESTCLASS**

**Generatore di calore**

Potenza di progetto  kW

Potenza media stagionale  kW

Generatore di calore

Potenza nominale  kW

Rendimento di produzione medio stagionale:

**Rete di distribuzione**

Colonne montanti e collegamenti con i terminali di emissione situati totalmente all'interno degli ambienti riscaldati e tubazioni che collegano la centrale termica alle colonne montanti ubicate nel cantinato e coibentate.

Colonne montanti e collegamenti con i terminali di emissione, non isolati termicamente, inseriti in traccia nel paramento interno dei tamponamenti esterni e tubazioni orizzontali che collegano la centrale termica alle colonne montanti ubicate nel cantinato.

Colonne montanti, in traccia o ubicate nelle intercapedini, isolati con gli spessori di isolante previsti dalla specifica normativa e ubicate all'interno dell'isolamento termico delle pareti.

Rendimento di distribuzione

**Emissione**

Terminali di erogazione

associati a caldaia che funziona a bassa temperatura

Rendimento di emissione

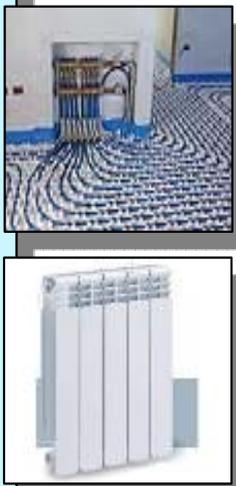
**Regolazione**

Sistema di regolazione

con pre-regolazione  on-off  modulante

Rendimento di regolazione

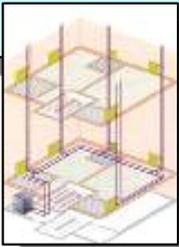
**Terminali**



**Generatore di calore**



**Rete di distribuzione**



**Sistema di regolazione**



# IL SOFTWARE BESTCLASS: ACQUA CALDA SANITARIA

File

Dati generali

Involucro

Impianto di riscaldamento

Produzione di acqua calda

Fonti rinnovabili

Risultati

Relazione

**BESTCLASS**

Impianto

Impianto autonomo

Tipo di apparecchio

Scaldacqua elettrico

Fabbisogno energetico per acqua calda ad usi sanitari 15980,97 kWh

Fabbisogno di energia primaria per acqua calda ad usi sanitari 47877,24 kWh

Rendimento di produzione 0,44

Rendimento di distribuzione 0,85

Rendimento di erogazione 0,95

Sistema di accumulo

Volume di accumulo da 200 a 1500 litri

Perdita di calore dovuta al sistema di accumulo 1050 kWh

Produzione di acqua calda sanitaria



# IL SOFTWARE BESTCLASS: FONTI RINNOVABILI

File

Dati generali

Involucro

Impianto di riscaldamento

Produzione di acqua calda

Fonti rinnovabili

Risultati

Relazione

**BESTCLASS**

Impianto solare termico (solo produzione acqua calda)

Impianto solare fotovoltaico (solo copertura usi elettrici pompe di calore)

Altri sistemi solari

Superficie captante:  m<sup>2</sup>

Superficie captante:  m<sup>2</sup>

Superficie captante:  m<sup>2</sup>

Tipologia collettore:

Tipologia moduli:

Tipologia:

Energia prodotta:  kWh/anno

Energia prodotta:  kWh/anno

Energia prodotta:  kWh/anno

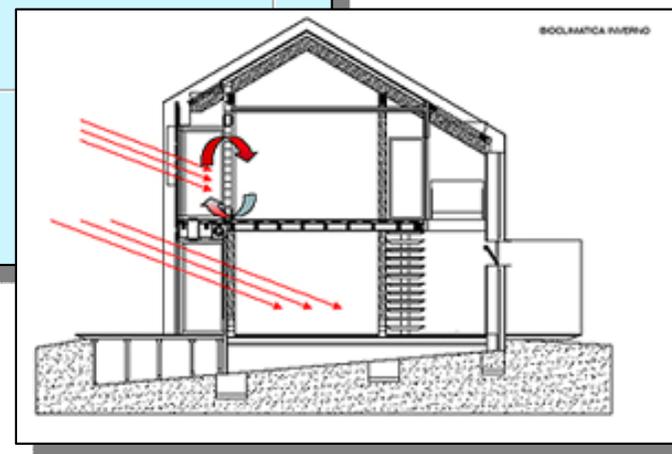
Energia utilizzata:  kWh/anno

Energia utilizzata:  kWh/anno

Energia utilizzata:  kWh/anno

Energia residua:  kWh/anno

Contributo dovuto alle fonti energetiche rinnovabili:  kWh/anno



Solare termico



Solare fotovoltaico

