



## Calcolo del risparmio energetico

### Calcolo semplificato del risparmio annuo di energia in fonte primaria previsto con un intervento di efficienza energetica

In un involucro edilizio ogni intervento di qualificazione energetica su un generico elemento opaco o finestrato produce come effetto la riduzione della sua trasmittanza  $U$ .

Dato un elemento opaco di superficie nota  $S$ , se definiamo con  $\Delta U$  la generica variazione di trasmittanza dovuta all'intervento effettuato (espressa in  $W/m^2 K$ ) e con  $\Delta T$  la differenza di temperatura tra le due facce dell'elemento, la potenza termica che non viene dispersa attraverso l'elemento stesso è data da:

$$\Delta Q_h = \Delta U * \Delta T * S \quad [W]$$

Se consideriamo che

$$\Delta T = (GG/GR) * R * f$$

dove:

GG = gradi giorno della località dove sorge l'edificio in cui viene effettuato l'intervento;

GR = durata in giorni del periodo di riscaldamento;

R = fattore di correzione della differenza di temperatura in funzione del tipo di elemento opaco; si consiglia di applicare i seguenti valori:

R = 1 se l'elemento opaco o finestrato divide un ambiente riscaldato dall'esterno;

R = 0,5 se l'elemento opaco divide un ambiente riscaldato da uno non riscaldato;

R = 0,8 se l'elemento opaco divide un ambiente riscaldato dal terreno o da un ambiente non riscaldato e ventilato;

f = fattore di correzione che tiene conto del valore della temperatura interna media (inferiore a 20 °C, poiché il riscaldamento negli ambienti non avviene ininterrottamente nell'arco della giornata ma soltanto in orari prestabiliti).

Si consiglia per gli edifici residenziali  $f = 0,9$ , e per tutti gli altri casi da 0,4 a 0,8.

Dalle espressioni precedenti, è possibile valutare l'energia risparmiata durante tutto il periodo del riscaldamento:

$$\Delta Q_a = (\Delta Q_h * 24 * GR)/1000 = GG * 24 * f * R * \Delta U * S/1000 \quad [kWh]$$

Una volta definita la dispersione termica ( $\Delta Q_a$ ), l'energia risparmiata come fonte primaria  $Q_{pr}$  è data dalla seguente espressione:

$$Q_{pr} = \Delta Q_a / \eta_g$$

dove  $\eta_g$  è il rendimento globale medio stagionale del sistema edificio-impianto. Esso è definito come il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche (compresa quella elettrica) calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio.

Per la determinazione di  $\eta_g$  si possono seguire due diverse modalità:

1. utilizzare la definizione stessa di  $\eta_g$ , dividendo il fabbisogno termico utile dell'edificio per l'energia primaria richiesta su base annua. Ricordiamo che il D.Lgs. 19 agosto 2005 n° 192 e successive modificazioni ne stabilisce il valore limite minimo in percentuale  $\eta_g = (75 + 3 \log P_n)$  che in valore assoluto diventa:

$$\eta_g = (75 + 3 \log P_n)/100$$

dove  $\log P_n$  è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore o dei generatori di calore al servizio del singolo impianto termico, espressa in kW. Per valori di  $P_n$  superiori a 1000 kW la soglia minima per il rendimento globale stagionale è pari all'84%.

2. calcolare  $\eta_g$  come prodotto dei singoli rendimenti:

$$\eta_g = \eta_p \cdot \eta_d \cdot \eta_r \cdot \eta_e$$

dove

$\eta_p$  = rendimento di produzione;

$\eta_d$  = rendimento di distribuzione;

$\eta_r$  = rendimento di regolazione;

$\eta_e$  = rendimento di emissione;

così come descritti dalla norma UNI 10348.

Nel caso non sia agevole il reperimento dei dati necessari al calcolo analitico del rendimento globale medio stagionale, un tecnico esperto può stimare con buona approssimazione il valore  $\eta_g$  in relazione alle caratteristiche dell'impianto, alla potenza del generatore di calore e al tipo di combustibile utilizzato. In questo caso si consiglia di contenere detto valore tra 0,65 e 0,80.



## Calcolo semplificato del risparmio annuo di energia in fonte primaria ottenibile con l'installazione di pannelli solari

La presente procedura semplificata è derivata dalla metodologia adottata dall'AEEG per l'applicazione dei decreti ministeriali per l'efficienza energetica 20 luglio 2004.

*Passo 1): individuazione della fascia solare*

Dal punto di vista dell'irraggiamento solare, l'Italia è stata divisa, a livello provinciale, in cinque fasce. L'utente deve per prima cosa individuare la propria fascia di appartenenza sulla scorta della seguente tabella:

Fascia solare	PROVINCE
Fascia 1	Alessandria, Aosta, Arezzo, Asti, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Como, Cuneo, Gorizia, Lecco, Lodi, Mantova, Milano, Novara, Padova, Pavia, Pistoia, Pordenone, Prato, Torino, Trieste, Udine, Varese, Verbania, Vercelli, Verona, Vicenza
Fascia 2	Ancona, Aquila, Ascoli, Bologna, Brescia, Cremona, Ferrara, Firenze, Forlì, Genova, Isernia, La Spezia, Lucca, Massa C., Modena, Parma, Perugia, Pesaro, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rieti, Rimini, Rovigo, Salerno, Savona, Siena, Sondrio, Teramo, Terni, Trento, Treviso, Venezia, Viterbo
Fascia 3	Avellino, Benevento, Cagliari, Campobasso, Chieti, Foggia, Frosinone, Grosseto, Imperia, Livorno, Macerata, Matera, Pescara, Pisa, Potenza, Roma
Fascia 4	Bari, Brindisi, Caserta, Catanzaro, Crotone, Latina, Lecce, Messina, Napoli, Nuoro, Oristano, Reggio Calabria, Sassari, Taranto, Vibo-Valentia
Fascia 5	Agrigento, Caltanissetta, Catania, Cosenza, Enna, Palermo, Ragusa, Siracusa, Trapani

*Passo 2): verifica della rispondenza del rendimento del collettore al valore minimo ammissibile*

**Ogni collettore posto sul mercato deve essere corredato dalla propria curva di rendimento, definita da un apposito laboratorio certificato. Va verificato che il rendimento del collettore prescelto per l'installazione rispetti i requisiti minimi di rendimento riportati nel seguente diagramma, in cui:**

**in ordinata è riportato il rendimento istantaneo del collettore, così definito:**

$$\eta = \frac{W}{I \cdot S}$$

in ascissa compare il parametro  $x$ , dato da:  $x =$

$$\frac{\frac{(t_i + t_u)}{2} - t_a}{I}$$

con:

$W$  = potenza termica prodotta [W]

$I$  = insolazione [W/m<sup>2</sup>]

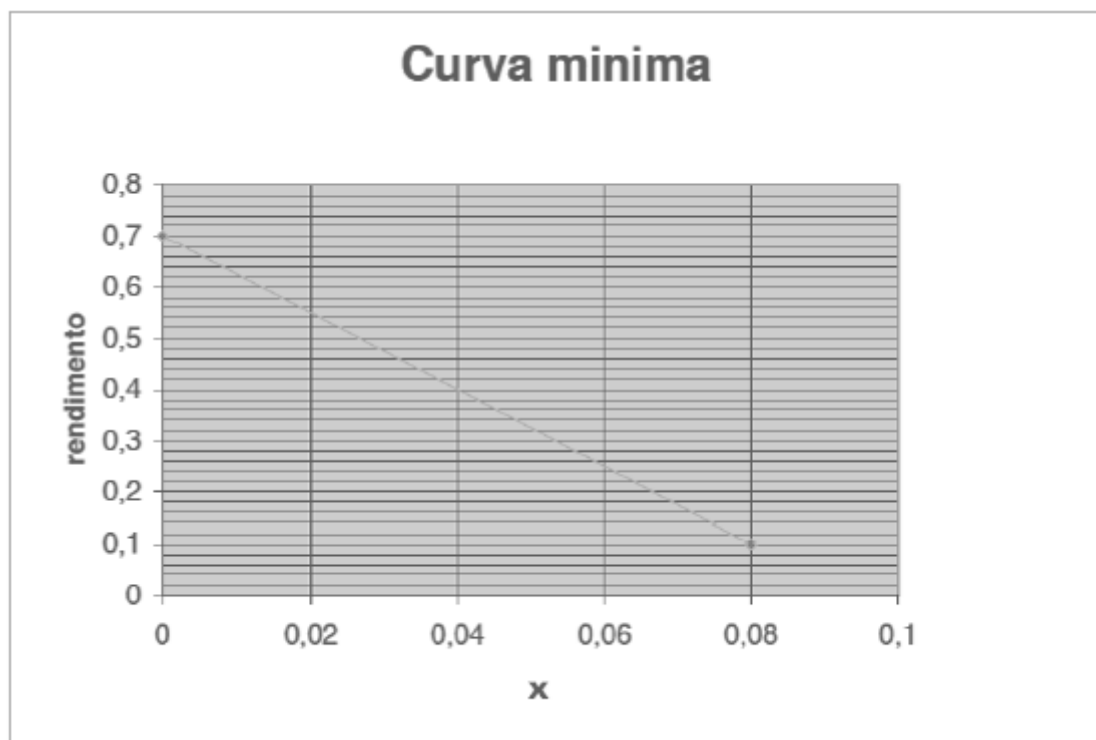
$S$  = superficie trasparente attraverso cui viene captata la radiazione [m<sup>2</sup>]

$t_i$  = temperatura dell'acqua all'ingresso del collettore [°C]

$t_u$  = temperatura dell'acqua all'uscita dal collettore [°C]

$t_a$  = temperatura ambiente [°C]

$x$  = parametro caratterizzante le condizioni di funzionamento



*Passo 3): determinazione del risparmio specifico lordo per unità di superficie dei collettori*

Il risparmio specifico RSL può essere desunto dalla seguente tabella a tripla entrata, in funzione della fascia solare, del tipo di collettore installato (se piano o sotto vuoto) e dell'impianto di produzione termica sostituito (se boiler elettrico oppure a gas o gasolio):

Risparmio specifico lordo per unità di Di superficie di collettori solari (RSL):	RSL (kWh/anno/ m <sup>2</sup> di superficie collettori solari)			
	Tipo di collettori solari			
	Piani		Sotto vuoto	
Fascia solare	Impianto integrato o sostituito		Impianto integrato o sostituito	
	Boiler elettrico	Gas, gasolio	Boiler elettrico	Gas, gasolio
1	1.419	709	1.779	884
2	1.919	953	2.233	1.116
3	2.105	1.047	2.430	1.209
4	2.651	1.314	2.895	1.442
5	2.872	1.430	3.128	1.558

*Passo 4): calcolo del risparmio globale lordo di energia primaria*

Una volta determinato il risparmio lordo specifico - per m<sup>2</sup> di pannello solare - occorre moltiplicarlo per la superficie installata:

$$RL = RSL \cdot S \text{ [kWh/anno]}$$

### Esempio di calcolo

Si voglia installare, in un'abitazione nella provincia di Firenze, un impianto a pannelli solari piani, di 4 m<sup>2</sup> di estensione, per la produzione di acqua calda sanitaria in sostituzione di un boiler a gas, per un'utenza monofamiliare.

#### Procedura

- 1) Firenze appartiene alla fascia solare "2".
- 2) Il risparmio annuo conseguibile è dato dal fattore RSL ricavabile dalla seconda tabella. In corrispondenza di: "fascia solare 2", "collettori piani", "gas, gasolio" si ottiene il valore di 953 kWh/anno/m<sup>2</sup>
- 3) Moltiplicando il precedente valore per 4 m<sup>2</sup>, si ottiene il risparmio annuo conseguibile, pari a:  $953 \cdot 4 = 3.812$  kWh/anno.

*Commenti al risultato*

Il risparmio ottenuto è da intendersi come 'lordo', ossia come calore producibile dal pannello ma non necessariamente utilizzato dall'utenza monofamiliare. Per verificare il bilancio energetico tra la producibilità termica del collettore solare e le esigenze di acqua calda sanitaria dell'utenza, possiamo ipotizzare:

- numero di componenti del nucleo familiare: 4
- esigenze di acqua calda per ogni componente: 60 l/giorno
- aumento di temperatura richiesto all'acqua calda rispetto alla temperatura di acquedotto (supposta mediamente di 10 °C): 40 °C
- numero di giorni di richiesta di acqua calda: 330 giorni/anno

Con le precedenti assunzioni, la domanda energetica annua "E" per il servizio di acqua calda è:

$$E = 4 \cdot 60 \cdot 40 \cdot 330/860 = \mathbf{3.684 \text{ kWh/anno}}$$

essendo 860 [kcal/kWh] l'equivalente termico dell'energia elettrica. Il tutto si traduce in una *copertura* del fabbisogno familiare pari a:  $3.812/3.684 \cdot 100 = 103\%$ .



## Esempio di calcolo semplificato del risparmio annuo di energia in fonte primaria ottenibile con l'installazione di una caldaia a condensazione unifamiliare a 4 stelle

La presente procedura semplificata è derivata dalla metodologia adottata dall'AEEG per l'applicazione dei decreti ministeriali per l'efficienza energetica 20 luglio 2004. Tale procedura può essere di supporto e verifica nella determinazione del risparmio conseguito con un intervento di sostituzione di un generatore di calore esistente con altro a condensazione.

### Premessa

La quasi totalità del mercato italiano è rappresentata da caldaie a 1 o 2 stelle di rendimento che rappresentano la tecnologia di riferimento e per le quali si assume un'efficienza media stagionale dell'80%.

### Determinazione del risparmio di energia primaria

Metodo di valutazione standardizzata (1)

Unità fisica di riferimento (UFR): caldaia unifamiliare a 4 stelle di efficienza, alimentata a gas naturale e al servizio di un appartamento tipo di 82 mq.

### Risparmio specifico lordo (RSL) di energia primaria conseguibile per singola UFR

Tipo di utilizzo	Zona climatica	RSL (kWh/app.to·anno)
Riscaldamento	A, B	128
Riscaldamento	C	198
Riscaldamento	D	395
Riscaldamento	E	663
Riscaldamento	F	930
Riscaldamento + acs	A, B	430
Riscaldamento + acs	C	500
Riscaldamento + acs	D	698
Riscaldamento + acs	E	965
Riscaldamento + acs	F	1221

(1) di cui all'art. 4 dell'allegato A alla delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas n. 103/2003

### Norme tecniche da rispettare

Decreto del Presidente della Repubblica 15 novembre 1996, n. 660, pubblicato nel Supplemento ordinario n. 231 alla Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 302, del 27 dicembre 1996.