

QUADERNI PER LA PROGETTAZIONE

---

# MANUALE PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

Guida pratica per certificazioni  
energetiche di qualità  
Dal sopralluogo all'APE

Aggiornato alla Legge 90/2013 e alla Legge 9/2014  
(Destinazione Italia)

di  
NATALE VENTURA



# INDICE GENERALE

PREMESSA ..... 7

INTRODUZIONE ..... 9

---

## CAPITOLO 1

NORMATIVA DI RIFERIMENTO ..... 11

1.1 Iter normativo ..... 11

1.2 Consulenza normativa sulla certificazione energetica ..... 19

---

## CAPITOLO 2

NOZIONI DI BASE ..... 29

2.1 Trasmissione del calore ..... 29

2.2 Comportamento termofisico di un edificio  
ed efficienza energetica ..... 30

2.3 Trasmittanza termica ..... 33

2.4 Convezione termica ed irraggiamento ..... 35

2.5 Scambio termico attraverso una muratura ..... 36

2.6 Ponti termici ..... 37

2.7 Calcolo della Resistenza termica  
per alcuni elementi dell'involucro ..... 39

2.8 Rendimento di un impianto termico ..... 42



---

## CAPITOLO 3

PRESTAZIONE ENERGETICA DI UN EDIFICIO .....	45
3.1    Bilancio energetico di un edificio.....	45
3.2    Indice di prestazione energetica EP .....	48
3.3    EP limite .....	49
3.4    Classe energetica di un edificio.....	52

---

## CAPITOLO 4

TERMOFISICA DEGLI EDIFICI .....	57
4.1    Umidità .....	57
4.2    Capacità termica specifica C .....	61
4.3    Permeabilità termica .....	61
4.4    Capacità di accumulo del calore .....	62

---

## CAPITOLO 5

PROCEDURA OPERATIVA .....	63
5.1    Raccolta informazioni preliminari .....	63
5.2    Sopralluogo .....	64
5.3    Produzione dell'attestato di prestazione energetica .....	69

---

## CAPITOLO 6

CALCOLO DELL'INDICE DI PRESTAZIONE ENERGETICA (EP) .....	71
6.1    Metodi di calcolo .....	71



6.2 Calcolo di EPi mediante le norme UNI TS 11300 (parti 1 e 2) ....	74
6.2.1 Calcolo di $Q_H$ .....	74
6.2.2 Calcolo di $Q_P$ .....	83
6.2.3 Calcolo di $EP_i$ .....	88
6.3 Calcolo di $EP_{acs}$ mediante le norme UNI TS 11300 (parte 2) ....	88
6.3.1 Energia utile per la produzione di acqua calda sanitaria $Q_{h,W}$ .....	88
6.3.2 Energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria $Q_{P,W}$ .....	89
6.4 Valutazione del fabbisogno per la climatizzazione estiva.....	90
6.5 Calcolo di $EP_i$ mediante il metodo semplificato (Allegato 2 linee guida) .....	92

---

## CAPITOLO 7

CENNI SUGLI INTERVENTI CORRETTIVI .....	95
7.1 Generalità .....	95
7.2 Aree di intervento.....	96
7.3 Materiali .....	98
7.4 Tecniche di intervento .....	100
7.4.1 Isolamento esterno (a cappotto) .....	100
7.4.2 Isolamento interno .....	101
7.4.3 Isolamento intercapedine .....	102
7.4.4 Isolamento mediante parete ventilata .....	103
7.4.5 Sottotetto .....	103
7.4.6 Tetto a falda .....	104
7.4.7 Solaio di copertura piano: isolamento sull'estradosso .....	105
7.4.8 Isolamento solai di pavimento .....	105
7.4.9 Serramenti .....	106

---

## CAPITOLO 8

ESEMPI DI CERTIFICAZIONI ..... 109

  8.1 Unità immobiliare terra cielo in centro storico..... 109

  8.2 Villetta unifamiliare ..... 117

  8.3 Unità immobiliare in condominio ..... 123

APPENDICE ..... 129

  A.1 Normativa ..... 129

  A.2 Cenni sulla strumentazione ..... 142

    A.2.1 *Termografia* ..... 142

    A.2.2 *Termoflussimetria* ..... 145

  A.3 Scheda Sopralluogo: Certificazione energetica  
appartamento/edificio ..... 147

BIBLIOGRAFIA ..... 159

# PREMESSA



QUADERNI  
per la progettazione

Scopo di questo manuale è fornire utili linee guida per realizzare certificazioni energetiche di qualità; sarà quindi dato ampio spazio agli aspetti operativi e procedurali in modo da fornire un *metodo di lavoro* che possa supportare il professionista in tutte le fasi che compongono la realizzazione del certificato energetico di un immobile. Inoltre, insieme alle nozioni specificatamente attinenti il tema della certificazione energetica, si è fatta la scelta di inserire anche una sezione sulla termofisica degli edifici, perché si ritiene che in un edificio, oltre al contenimento energetico, bisogna curare anche il comfort degli spazi abitati; da qui l'importanza degli aspetti igrometrici accanto a quelli di isolamento termico.

Nell'esposizione dei fondamenti fisici, piuttosto che presentare le grandezze fisiche in gioco con un approccio spiccatamente teorico, si è preferito evidenziare da subito come queste influenzano le caratteristiche degli edifici, facilitando quindi l'interpretazione dei fenomeni rilevati in fase di sopralluogo.

Allo stesso modo, gli aspetti normativi sono trattati al solo fine di permettere al certificatore di sapere come comportarsi nei diversi casi che gli si possono presentare e fornire le corrette risposte alla committenza in merito al tema della certificazione energetica degli edifici.

Il testo è infine correddato da una ricca appendice in cui sono approfonditi gli aspetti normativi, gli strumenti di supporto all'attività di certificazione energetica e una scheda che fornisce le linee guida per effettuare efficacemente i sopralluoghi.

# INTRODUZIONE



Il tema della certificazione energetica degli edifici è stato posto per la prima volta in Italia nel 1990 con la Legge 10. Da allora la normativa ha alternato momenti di "vigore" a periodi di "sonnolenza", con la conseguenza che oggi, a più di vent'anni di distanza, l'importanza della certificazione energetica non è ancora ben compresa dal cittadino che vede nella produzione dell'APE (Attestato di Prestazione Energetica) più un adempimento burocratico che un utile strumento di valutazione dell'immobile.

Inoltre, la presenza di regolamenti regionali tra loro differenti e non sempre coerenti con le linee guida nazionali, insieme alla ritardata pubblicazione dell'atto normativo che fissava i requisiti dei soggetti certificatori, ha permesso un facile accesso a questa professione senza un'adeguata formazione in merito. La conseguenza è stata, e purtroppo continua a essere, la produzione di attestati di prestazione energetica di dubbia validità e correttezza.

In questo contesto il presente manuale si pone l'obiettivo di fornire, da una parte gli strumenti e le nozioni pratiche per un corretto approccio a questa importante attività, e dall'altra di dare al lettore le nozioni teoriche con un linguaggio semplice per fargli acquisire la giusta consapevolezza e sensibilità sui temi inerenti la certificazione energetica, ed evitare così che l'attività si riduca ad una mera raccolta di dati da inserire in un programma di calcolo.

In poche parole, il fine è quello di produrre degli attestati che rappresentino, con un ragionevole grado di accuratezza, l'effettivo stato energetico degli immobili.



# PRESTAZIONE ENERGETICA DI UN EDIFICIO

In questo capitolo verranno presentate le grandezze che mi permettono di descrivere l'edificio dal punto di vista delle sue prestazioni energetiche.

## 3.1 Bilancio energetico di un edificio

Nel paragrafo 2.2 a pag. 30 è stato illustrato il comportamento termico dell'involucro edilizio. Affrontiamo adesso il tema del bilancio energetico prendendo visione delle componenti energetiche che partecipano all'equilibrio termico di un edificio.

**Sistema edificio-impianto:** nell'illustrare bilancio energetico ci si riferisce al cosiddetto *sistema edificio-impianto* e non al solo edificio; in altre parole, si considera l'edificio e l'impianto termico come un'unica entità.

Continuando a riferirci al caso invernale, la condizione di equilibrio termico (siamo quindi in condizioni stazionarie) per il sistema edificio-impianto è la seguente:

$$\text{Energia utile} = Q_T + Q_V + Q_I - Q_{Sol} \quad [3.1]$$

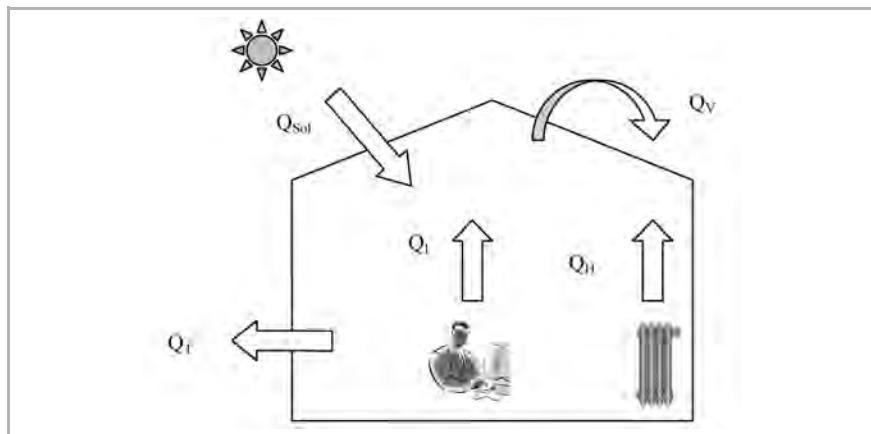
Ovvero:

Energia utile = Dispersioni per Trasmissione + Dispersioni per Ventilazione – Apporti Interni – Apporti Solari

Quindi, l'energia che l'impianto deve fornire agli ambienti (energia utile) deve essere pari alle dispersioni che si hanno attraverso la muratura, al netto dei contributi gratuiti che mi provengono dall'interno degli ambienti e dalla radiazione solare. In altre parole, l'impianto deve "rimpiazzare" l'energia che perdo attraverso l'involucro tenendo però conto del fatto che parte del calore me lo fornirà (gratuitamente) l'ambiente interno stesso (ad esempio il calore emanato dagli occupanti) e la radiazione solare (principalmente attraverso i serramenti).

Figura 3.1

La figura 3.1 illustra tali componenti, in regime invernale.



Descriviamo i vari componenti:

#### **$Q_T$ = Scambi di calore per Trasmissione**

Avvengono attraverso i componenti dell'involucro e sono originati da una differenza di temperatura tra i due ambienti (interno ed esterno) e dalle caratteristiche geometriche e termofisiche dell'involucro stesso.

$Q_T$  = dipende da  $U$ ,  $\Delta T$ ,  $t$

$U$  = trasmittanza involucro

$\Delta T$  = differenza di temperatura interno – esterno

$t$  = periodo di misura

#### **$Q_V$ = Scambi di calore per Ventilazione**

Possono avvenire in regime naturale, attraverso l'apertura dei serramenti o per infiltrazioni d'aria, o in regime forzato attraverso specifici sistemi impiantistici.

$Q_V$  = dipende da  $V$ ,  $n$ ,  $\rho c$ ,  $\Delta T$ ,  $t$

$V$  = Volume netto ambiente climatizzato

$n$  = tasso di ricambi d'aria (valori tabellati su UNI 10339)

$\rho c$  = capacità termica dell'aria

$\Delta T$  = differenza di temperatura interno – esterno

$t$  = periodo di misura

Nel caso di ventilazione naturale ed edifici residenziali il valore di  $n$  è fissato a 0,3 V/h

#### **$Q_I$ = Apporti di calore gratuiti Interni**

Includono il calore generato nell'ambiente interno da elementi diversi dal sistema di riscaldamento ad esempio: metabolismo degli occupanti, attrezzature elettriche, illuminazione, e così via.



### **$Q_S$ = Apporti di calore gratuiti Solari**

Sono dovuti alla radiazione solare assorbita dall'involucro o che entra direttamente attraverso le superfici trasparenti.

Gli apporti gratuiti sono valori stimati e tengono conto di tutta una serie di variabili come l'intensità radiazione solare, la stima del numero di occupanti e così via. Inoltre, bisogna anche tenere conto del fatto che è possibile modulare l'entità di utilizzo di tali contributi (ad esempio io potrei anche utilizzare poco l'apporto solare facendo uso di schermature come tapparelle ecc...).

**fattore di utilizzazione  $\eta$  [-]:** si tiene conto di quanto è utilizzato l'apporto gratuito mediante un fattore di utilizzazione  $\eta$  con valore compreso tra 0 e 1:

0 → nessuna utilizzazione dell'apporto gratuito;

1 → utilizzazione massima dell'apporto gratuito.

Quindi la formulazione finale del bilancio energetico sarà (nel caso di regime invernale):

$$\text{Energia utile} = Q_T + Q_V - \eta * (Q_I + Q_{Sol}) \quad [3.2]$$

Nel caso di regime estivo, si ha:

$$\text{Energia utile} = Q_I + Q_{Sol} - \eta * (Q_T + Q_V) \quad [3.3]$$

Ovvero:

Energia utile (per raffrescamento) = Apporti Interni + Apporti Solari - Dispersioni per Trasmissione - Dispersioni per Ventilazione

Notiamo che nel caso estivo i ruoli dei contributi energetici sono invertiti e cioè:

- $Q_I$  e  $Q_{Sol}$  sono dei termini che vanno a sfavore del raffrescamento estivo (apportano calore agli ambienti da raffrescare);
- $Q_T$  e  $Q_V$  sono dei termini che vanno a favore del raffrescamento estivo (disperdoni parte del calore contenuto negli ambienti da raffrescare).

Come abbiamo visto, nel caso invernale queste coppie di componenti producono un effetto opposto.

I concetti esposti saranno ripresi al cap. 6 (vedi pag. 71) quando si affronterà il calcolo dell'indice di prestazione energetica dell'edificio a partire dall'equazione del bilancio energetico.

## 3.2 Indice di prestazione energetica EP

**Indice di prestazione energetica EP [kWh/m<sup>2</sup>anno]** <sup>(1)</sup>: consumo di energia *primaria* totale di un edificio per unità di superficie e per anno.

La prestazione energetica globale di un edificio è la somma dei seguenti contributi:

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill} \quad [3.4]$$

Dove:

$EP_i$  = indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;

$EP_{acs}$  = indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria;

$EP_e$  = indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;

$EP_{ill}$  = indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale.

Ai fini della certificazione energetica, il calcolo di EP è fatto solo tenendo conto di  $EP_i$  ed  $EP_{acs}$

**$EP_i \rightarrow$  indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale:** è l'energia *primaria* di cui necessita l'edificio per l'intero periodo di riscaldamento e per m<sup>2</sup> per mantenere le condizioni di comfort.

La condizione di comfort invernale degli ambienti (stabilità dal D.P.R. 412/93) è 20 °C.

Il periodo di riscaldamento non è lo stesso in tutto il territorio nazionale ma è differenziato sulla base della zona climatica (vedi par. 3.3) secondo il prospetto seguente (tabella 3.1).

**Tab. 3.1**

Zona A	dal 1 dicembre al 15 marzo
Zona B	dal 1 dicembre al 31 marzo
Zona C	dal 15 novembre al 31 marzo
Zona D	dal 1 novembre al 15 aprile
Zona E	dal 15 ottobre al 15 aprile
Zona F	Nessuna limitazione

**$EP_{acs} \rightarrow$  indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria:** è l'energia *primaria* annuale di cui necessita l'edificio per produrre acqua calda sanitaria.

1. Tale unità di misura vale per edifici residenziali (E.1), caso di edifici di tipologia diversa da E1, EP si misura in kWh/m<sup>3</sup> anno.



Nota importante da tenere presente: EP è sempre riferito all'energia *primaria!*  
Come già detto, nel capitolo 6 affronteremo il calcolo di EP.

### 3.3 EP limite

La normativa, ad oggi, ha fissato dei limiti massimi per:

- 1) l'indice di prestazione energetica per il riscaldamento invernale  $EP_i\text{-lim}$ ;
- 2) l'indice di prestazione energetica per il riscaldamento di acqua per uso igienico-sanitario  $EP_{acs}\text{-lim}$  <sup>(2)</sup>.

#### 1) Valore limite per il riscaldamento invernale ( $EP_i\text{-lim}$ )

Il limite per il riscaldamento invernale non è un valore costante in tutto il territorio nazionale ma cambia a seconda di due parametri che sono:

- la zona climatica in cui è ubicato l'immobile;
- la struttura o geometria dell'immobile.

*Dipendenza della prestazione energetica EP; dalla zona climatica.*

Due edifici identici, uno ubicato a Catania e l'altro a Bolzano, avranno prestazioni energetiche diverse a causa delle diverse condizioni climatiche in cui essi si trovano.

Infatti, a parità di edificio, in inverno l'edificio ubicato in una zona caratterizzata da condizioni climatiche rigide avrà una dispersione termica maggiore rispetto a quello ubicato in una zona più mite; questo perché, com'è noto, tanto maggiore è il salto termico interno-esterno, tanto maggiore sarà il flusso di calore in gioco.

Quindi: il limite per  $EP_i$  sarà meno severo (più alto) per edifici ubicati in zone caratterizzate da condizioni climatiche più rigide e viceversa.

In altre parole, l'edificio ubicato in una zona con condizioni climatiche più rigide può "permettersi" di consumare più energia in quanto opera in un contesto climatico più severo.

Proprio per tenere conto delle diverse condizioni climatiche, il territorio nazionale è stato suddiviso in zone attraverso la definizione della grandezza *gradi giorno* descritta nel seguito:

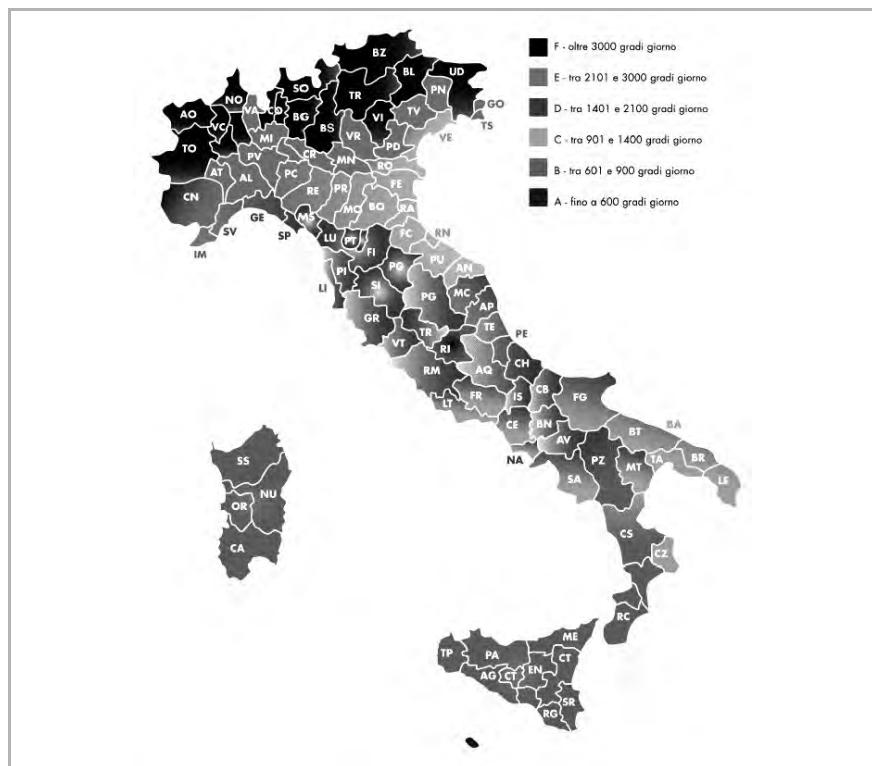
2. Poiché nella valutazione della prestazione energetica di un edificio la normativa tiene conto solo dei contributi di EPi e di EPacs, i limiti solo stati fissati solo per essi.

- **Gradi Giorno (GG):** per “gradi giorno” di una località si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura dell’ambiente, convenzionalmente fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera; l’unità di misura utilizzata è il grado giorno.
- **Zona climatica:** il territorio nazionale è suddiviso quindi nelle seguenti sei zone climatiche in funzione dei gradi – giorno, indipendentemente dalla ubicazione geografica:

**Tab. 3.2**

ZONA	GRADI GIORNO (GG)
A	$\leq 600$
B	$> 600 \leq 900$
C	$> 900 \leq 1.400$
D	$> 1.400 \leq 2.100$
E	$> 2.100 \leq 3.000$
F	$> 3.000$

**Figura 3.2**  
Suddivisione  
del territorio  
nazionale in zone  
climatiche





Quindi:

Zona A → condizioni climatiche più miti (Catania)

Zona F → condizioni climatiche più rigide (Bolzano)

*Dipendenza della prestazione energetica EP<sub>i</sub> dalla geometria dell'immobile (Fattore di forma)*

Due edifici con struttura (o geometria) diversa, anche se ubicati nella stessa zona climatica, avranno prestazioni energetiche diverse.

Un edificio caratterizzato da un numero maggiore di superfici disperdenti è più penalizzato relativamente alla sua prestazione energetica. Ad esempio, un immobile non confinante con altri immobili (villa monofamiliare), avrà tutte le sue superfici perimetrali disperdenti in quanto confinanti con l'ambiente esterno. Viceversa, un immobile confinante con altri appartamenti (appartamento condominiale) avrà meno pareti disperdenti proprio perché alcune di esse confineranno con gli ambienti riscaldati di tali appartamenti confinanti.

Il parametro utilizzato per tenere conto della "quantità" di superfici disperdenti, è il fattore di forma S/V, dove:

S = Superficie disperdente [m<sup>2</sup>]

V = Volume lordo riscaldato [m<sup>3</sup>]

**Superficie disperdente** = superficie che delimita verso l'esterno o verso ambienti non riscaldati il volume riscaldato V

Edificio poco compatto: villetta monofamiliare (S/V alto)

Edificio molto compatto: appartamento condominiale (S/V basso)

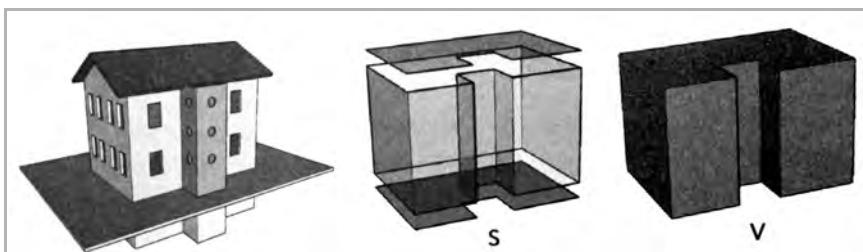


Figura 3.3  
Fonte: Mauro Cappello

La tabella 3.3, mostra EP<sub>i</sub>\_lim dipendente dai due parametri sopra illustrati: la zona climatica e il fattore di forma.

**Tab. 3.3**

EP <sub>i</sub> LIMITE DAL 1 GENNAIO 2010 (VALORI IN kWh/m <sup>2</sup> anno)										
ZONA CLIMATICA										
	A	B	C	D	E	F				
S/V	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	>3000 GG
≤ 0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

Per i valori di S/V compresi tra 0,2 e 0,9 si utilizza l'interpolazione lineare.  
 Nota: l'EP<sub>i</sub>\_limite è meno severo (maggiore) all'aumentare di S/V e spostandosi verso la zona F e viceversa.

## 2) Valore limite per il consumo di acqua calda sanitaria (EP<sub>acs\_lim</sub>)

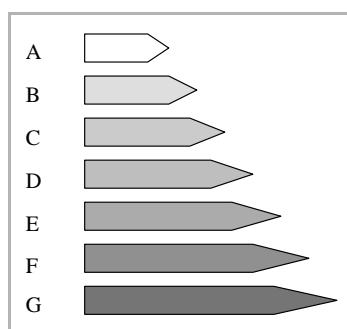
Come è facile intuire, il consumo di acqua calda sanitaria è indipendente dai parametri sopra descritti ed è quindi un valore numerico ben preciso; in altre parole, la normativa ha stabilito un ben preciso limite di consumo energetico per il riscaldamento dell'acqua calda sanitaria, ed è il seguente:

$$EP_{acs\_lim} = 18 \text{ kWh/m}^2\text{a}$$

## 3.4 Classe energetica di un edificio

Com'è noto, tra le informazioni contenute nell'APE c'è la suddivisione in classi dell'edificio. Le classi vanno dalla A alla G.

- A → migliore prestazione energetica;
- G → peggiore prestazione energetica.



Anche in questo caso, un primo elemento da tenere ben presente è che, ad oggi, la suddivisione in classi della prestazione energetica di un edificio è stata fissata dalla normativa solo per:

- la climatizzazione invernale;
- l'acqua calda sanitaria.

**Figura 3.4**



## 1) Classi per la climatizzazione invernale

Per quanto detto prima, la zona climatica e l'S/V individuano un limite superiore di consumo energetico per l' $EP_i$  ( $EP_{i\_lim}$ ).

Le classi energetiche altro non sono che degli intervalli di valori per  $EP_i$  i cui estremi sono determinati dal valore assunto da frazioni di  $EP_{i\_lim}$ .

Tab. 3.4

Classe	$EP_i$ kWh/m <sup>2</sup> anno
A <sub>i</sub> +	$EP_{i\_lim} < 0,25 EP_{i\_lim}$
A <sub>i</sub>	$0,25 EP_{i\_lim} \leq EP_i < 0,50 EP_{i\_lim}$
B <sub>i</sub>	$0,50 EP_{i\_lim} \leq EP_i < 0,75 EP_{i\_lim}$
C <sub>i</sub>	$0,75 EP_{i\_lim} \leq EP_i < 1,00 EP_{i\_lim}$
D <sub>i</sub>	$1,00 EP_{i\_lim} \leq EP_i < 1,25 EP_{i\_lim}$
E <sub>i</sub>	$1,25 EP_{i\_lim} \leq EP_i < 1,75 EP_{i\_lim}$
F <sub>i</sub>	$1,75 EP_{i\_lim} \leq EP_i < 2,50 EP_{i\_lim}$
G <sub>i</sub>	$EP_{i\_lim} \geq 2,50 EP_{i\_lim}$

Cerchiamo di chiarire meglio.

Con riferimento alla tabella 3.4, un edificio sta in classe A+ quando il suo  $EP_i$  è inferiore ad  $\frac{1}{4}$  (0,25) del suo  $EP_{i\_lim}$

Se invece l' $EP_i$  dell'edificio ha un valore compreso tra la metà ed  $\frac{1}{4}$  del suo  $EP_{i\_lim}$ , esso starà in classe A. Un  $EP_i$  maggiore di due volte e mezzo (2,50) dell' $EP_{i\_lim}$  posiziona l'edificio in classe G, e così via.

Quindi le classi sono intervalli di valori per  $EP_i$  che dipendono dal valore assunto da  $EP_{i\_lim}$  (e quindi dai parametri zona climatica e S/V dell'edificio in questione): la classe dell'edificio è individuata dall'intervallo in cui si posiziona l' $EP_i$  dell'edificio.

Quindi in sintesi, dato un edificio:

- individuo la sua zona climatica;
- calcolo il suo S/V;
- da queste informazioni ricavo quindi il suo  $EP_{i\_lim}$  (ovvero limite massimo fissato dalla normativa che l'edificio non dovrebbe superare).

Con la conoscenza di  $EP_{i\_lim}$  determino i valori degli estremi di ciascuna classe.

A questo punto:

- calcolato l' $EP_i$ , la classe energetica dell'edificio è individuata dall'intervallo in cui esso si colloca.

Notare che se l' $EP_i$  dell'edificio coincide con il suo  $EP_i\_{lim}$  la classe è la D (infatti  $EP_i\_{lim}$  coincide con l'estremo inferiore della classe D), quindi:

- nelle classi A,B e C si sta sopra la soglia fissata dalla normativa;
- nelle classi D,E,F,G si sta o sulla soglia o sotto la soglia fissata dalla normativa.

Esempio:

Edificio di categoria E1 sito in località con GG = 2100 e S/V = 0,60

Supponiamo che sia:

$$EP_i\_{lim} = 65 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$$

$$EP_i = 76 \text{ kWh/m}^2\text{anno}$$

Le classi energetiche saranno quindi quelle definite nella tabella 3.5.

Tab. 3.5

Classe	$EP_i \text{ kWh/m}^2\text{anno}$
A <sub>i</sub> +	$EP_i < 16,25$
A <sub>i</sub>	$16,25 \leq EP_i < 32,50$
B <sub>i</sub>	$32,50 \leq EP_i < 48,75$
C <sub>i</sub>	$48,75 \leq EP_i < 65$
D <sub>i</sub>	$65 \leq EP_i (= 76 \text{ kWh/m}^2\text{anno}) < 81,25$
E <sub>i</sub>	$81,25 \leq EP_i < 113,75$
F <sub>i</sub>	$113,75 \leq EP_i < 162,50$
G <sub>i</sub>	$EP_i < 162,50$

L' $EP_i$  dell'edificio è maggiore del limite di legge.

## 2) Classi per l'acqua calda sanitaria

In questo caso, non essendoci dipendenza da nessun parametro, gli estremi di ciascuna fascia sono delle costanti.



**Tab. 3.6**

Classe	EP <sub>acs</sub> kWh/m <sup>2</sup> anno
A <sub>acs</sub>	EP <sub>acs</sub> < 9
B <sub>acs</sub>	9 ≤ EP <sub>acs</sub> < 12
C <sub>acs</sub>	12 ≤ EP <sub>acs</sub> < 18
D <sub>acs</sub>	18 ≤ EP <sub>acs</sub> < 21
E <sub>acs</sub>	21 ≤ EP <sub>acs</sub> < 24
F <sub>acs</sub>	24 ≤ EP <sub>acs</sub> < 30
G <sub>acs</sub>	EP <sub>acs</sub> ≥ 30

### 3) Classi per climatizzazione invernale + acqua calda sanitaria

A questo punto è facile comprendere che le classi energetiche per il consumo energetico costituito da riscaldamento invernale e acqua calda sanitaria, sono date dalla somma dei due contributi sopra descritti e cioè:

**Tab. 3.7**

Classe	EP <sub>gl</sub> kWh/m <sup>2</sup> anno
A <sub>gl+</sub>	EP <sub>gl</sub> < 0,25 EP <sub>i_lim</sub> + 9 kWh/m <sup>2</sup> anno
A <sub>gl</sub>	0,25 EP <sub>i_lim</sub> + 9 kWh/m <sup>2</sup> anno ≤ EP <sub>gl</sub> < 0,50 EP <sub>i_lim</sub> + 9 kWh/m <sup>2</sup> anno
B <sub>gl</sub>	0,50 EP <sub>i_lim</sub> + 9 kWh/m <sup>2</sup> anno ≤ EP <sub>gl</sub> < 0,75 EP <sub>i_lim</sub> + 12 kWh/m <sup>2</sup> anno
C <sub>gl</sub>	0,75 EP <sub>i_lim</sub> + 12 kWh/m <sup>2</sup> anno ≤ EP <sub>gl</sub> < 1,00 EP <sub>i_lim</sub> + 18 kWh/m <sup>2</sup> anno
D <sub>gl</sub>	1,00 EP <sub>i_lim</sub> + 18 kWh/m <sup>2</sup> anno ≤ EP <sub>gl</sub> < 1,25 EP <sub>i_lim</sub> + 21 kWh/m <sup>2</sup> anno
E <sub>gl</sub>	1,25 EP <sub>i_lim</sub> + 21 kWh/m <sup>2</sup> anno ≤ EP <sub>gl</sub> < 1,75 EP <sub>i_lim</sub> + 24 kWh/m <sup>2</sup> anno
F <sub>gl</sub>	1,75 EP <sub>i_lim</sub> + 24 kWh/m <sup>2</sup> anno ≤ EP <sub>gl</sub> < 2,50 EP <sub>i_lim</sub> + 30 kWh/m <sup>2</sup> anno
G <sub>gl</sub>	EP <sub>gl</sub> ≥ 2,50 EP <sub>i_lim</sub> + 30 kWh/m <sup>2</sup> anno

Un edificio in classe A consuma poco: valore tipico 16 kWh/m<sup>2</sup> anno.

Un edificio in classe G consuma molto: valore tipico 150 kWh/m<sup>2</sup> anno.