

SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO: QUADRO NORMATIVO

6.1 Introduzione

A partire dalla prima metà degli anni Settanta, la questione energetica ha assunto una forte rilevanza, a causa della indisponibilità delle risorse (crisi energetica del '73) e delle problematiche legate al forte impatto sull'atmosfera e sull'ambiente dei prodotti della combustione.

In Italia, fino al 1991 il contenimento dei consumi energetici negli edifici è stato regolamentato dalla Legge n. 373 del 30 aprile 1976, poi abrogata dalla Legge Quadro n. 10 del 1991 [1], che nacque con l'intento di razionalizzare l'uso dell'energia per il riscaldamento e promuovere lo sviluppo delle fonti rinnovabili e la riduzione dei consumi specifici di energia nei processi produttivi.

La legge 10/91 introdusse inoltre per la prima volta il concetto di certificazione energetica, che oggi rappresenta un importante strumento di azione e sensibilizzazione sulle problematiche del consumo energetico e della qualità energetica degli edifici.

Al fine di rendere operativa la Legge Quadro, furono emanati diversi decreti di attuazione, tra i quali il D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 [2]; successivamente il D.P.R. 21 dicembre 1999, n. 551 [3] apportò modifiche al 412 relativamente ai criteri di progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti.

A livello europeo nel 2002 fu emanata la Direttiva 2002/91/CE [4], relativa al rendimento energetico nell'edilizia, il cui scopo principale era favorire il miglioramento della prestazione energetica degli edifici e ridurre le emissioni di gas serra, sulla base delle condizioni climatiche esterne locali e delle prescrizioni sul benessere termoigrometrico degli ambienti interni.

Dal 1 febbraio 2012 la 2002/91/CE è stata sostituita dalla Direttiva 2010/31/CE [5], entrata in vigore dal 9 Luglio 2010, sulla base della quale il Governo Italiano deve ancora integrare e modificare le attuali normative vigenti.

La Direttiva 2002/91/CE [4] fu recepita a livello nazionale attraverso il decreto legislativo n. 192/2005 [6], integrato e corretto dal decreto legislativo n.

311/2006 [7]. Questi due decreti hanno modificato ed integrato le disposizioni in materia energetica precedentemente contenute nella legge e costituiscono l'attuale quadro normativo di riferimento a livello nazionale.

Tuttavia, in essi non è presente alcuna metodologia per la stesura della certificazione energetica del sistema edificio-impianto, ma è demandato al Ministero dello Sviluppo Economico il compito di legiferare in merito; sono state emanate a tal proposito le *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici* (D.M. 26 giugno 2009 [8]).

I decreti 192/05 [6] e 311/06 [7], infine, definiscono anche le funzioni che Regioni ed Enti Locali devono avere in merito agli accertamenti e alle ispezioni sugli edifici e sugli impianti.

Tra i decreti attuativi del 192/2005 [6], infine, il D.P.R. 2 aprile 2009, n. 59 [9] definisce i criteri generali, le metodologie di calcolo e i requisiti minimi per la prestazione energetica del sistema edificio-impianto per la climatizzazione invernale, estiva e per la preparazione dell'acqua calda sanitaria.

Per l'attuazione del quadro normativo esposto, le leggi e i decreti fanno riferimento a normative tecniche specifiche; le più importanti saranno trattate nel paragrafo 6.6.

6.2 Legge 10/91

La Legge 10/91 *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* [1] nacque con l'intento di razionalizzare l'uso dell'energia per il riscaldamento; nonostante già negli anni Ottanta ci fossero linee di pensiero che convergevano in tale direzione, questa fu la prima legge che focalizzava l'attenzione sul risparmio energetico. Nella legge, inoltre, per la prima volta, furono previste incentivazioni per l'uso delle fonti energetiche rinnovabili e assimilate. La Legge si componeva di due parti:

TITOLO I: *Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia;*

TITOLO II: *Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici.*

La prima parte (art. 1 – 24) riguardava la concessione di contributi speciali per la realizzazione di opere che riducessero sensibilmente il consumo energetico dell'involucro edilizio, mediante il miglioramento dell'efficienza energetica degli impianti di riscaldamento, climatizzazione ed illuminazione e l'impiego di fonti rinnovabili di energia.

La seconda parte della legge (art. 25 – 37) regolamentava il consumo di energia negli edifici pubblici e privati, qualunque fosse la loro destinazione d'uso, mediante norme concernenti la progettazione, la messa in opera e l'esercizio degli edifici e degli impianti. Gli impianti di nuova realizzazione dovevano essere progettati e realizzati in modo da consentire l'adozione di sistemi di termoregolazione e contabilizzazione del calore per ogni singola unità immobiliare; ciò ha determinato l'evoluzione dei sistemi per la distribuzione del fluido termovettore da quelli a colonna montante verso le tipologie a collettori complanari.

La legge 10/91, in quanto Legge Quadro, forniva le linee programmatiche poi sviluppate e rese operative con i decreti attuativi, le circolari successivamente emanate dai Ministeri competenti e l'emanazione di specifiche norme tecniche (UNI), che fornissero le metodologie di calcolo da adottare per rispettare quanto previsto dalla legge stessa.

6.3 D.P.R. 26 agosto 1993 n. 412

Il principale decreto attuativo della Legge 10/91 [1], fondamentale per l'applicazione della legge stessa, è il D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 [2].

Il decreto riprende il concetto di zone climatiche e *Gradi Giorno* già presente nella 373/76, suddividendo il territorio nazionale in sei zone climatiche individuate con lettere alfabetiche dalla A fino alla F, definite in base al numero crescente di *Gradi Giorno* del Comune.

Per *Gradi Giorno* di una località si intende la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle differenze positive tra la temperatura dell'ambiente, convenzionalmente fissata a 20°C, e la temperatura media esterna giornaliera limitatamente al periodo di accensione dell'impianto di riscaldamento (fig. 6.1). Nelle tabelle 6.1 e 6.2 sono riportati i valori dei *Gradi Giorno* per ciascuna zona climatica e per alcune località italiane.

Il Decreto stabilisce per ciascuna zona i limiti di esercizio giornalieri e stagionali degli impianti termici (Tab. 6.1), ad eccezione della zona F per la quale il 412/93 non definiva un periodo di accensione. Lo stesso periodo di funzionamento dell'impianto per le diverse zone climatiche è stato ripreso dalla specifica UNI/TS 11300 – 1 [10], la quale ha modificato e introdotto anche quello relativo alla zona climatica F.

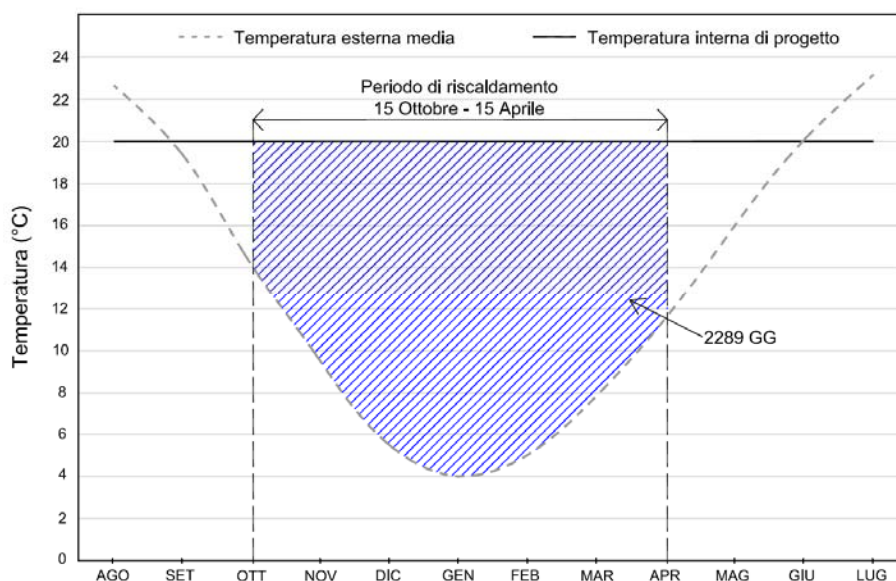


Fig.6.1: Rappresentazione dei Gradi Giorno (GG) per la località di Perugia.

Tab. 6.1: Zone climatiche e relativi intervalli di Gradi Giorno e limiti di esercizio degli impianti di riscaldamento [2].

Zona	Gradi Giorno	Limiti di esercizio
A	< 600	6 ore giornaliere dal 1° dicembre al 15 marzo
B	601 - 900	8 ore giornaliere dal 1° dicembre al 31 marzo
C	901 - 1400	10 ore giornaliere dal 15 novembre al 31 marzo
D	1401 - 2100	12 ore giornaliere dal 1° novembre al 15 aprile
E	2101 - 3000	14 ore giornaliere dal 15 ottobre al 15 aprile
F	> 3000	non previsto (D.P.R. n. 412) dal 5 ottobre al 22 aprile (UNI/TS 11300-1)

Tab. 6.2: Valori dei Gradi Giorno in alcune città italiane [2].

Località	Gradi Giorno	Località	Gradi Giorno
Aosta	2850	Firenze	1829
Torino	2617	Terni	1650
Milano	2404	Roma	1140
Bolzano	2791	Napoli	877
Perugia	2289	Palermo	751

Il D.P.R. 412 [2] ha anche fornito una classificazione degli edifici in funzione della destinazione d'uso più completa rispetto a quanto riportato nel precedente D.P.R. 1052/77, che faceva riferimento alla 373/76, introducendo la possibilità di suddividere l'edificio in più zone termiche, in funzione delle differenti destinazioni d'uso. In tabella 6.3 si riporta la classificazione introdotta dal D.P.R. 412/93 [2], con i relativi valori della temperatura ambiente da garantire durante il periodo di funzionamento dell'impianto di climatizzazione invernale, aggiornati secondo quanto riportato nella specifica tecnica UNI/TS 11300-1 [10].

Tab. 6.3: *Classificazione degli edifici in base alla destinazione d'uso e temperature massime ambiente [2,10].*

Categoria edificio	Temperatura massima ambiente (°C)
E.1 - edifici adibiti a residenza e assimilabili	20
E.1(1) - abitazioni adibite a residenza con carattere continuativo, quali abitazioni civili e rurali, collegi, conventi, case di pena, caserme	20
E.1(2) - abitazioni adibite a residenza con occupazione saltuaria, quali case per vacanze, fine settimana e simili	20
E.1(3) - edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari	20
E.2 - Edifici adibiti a uffici e assimilabili: pubblici o privati, indipendenti o contigui a costruzioni adibite anche ad attività industriali o artigianali, purché siano da tali costruzioni scorporabili agli effetti dell'isolamento termico	20
E.3 - Edifici adibiti a ospedali, cliniche o case di cura e assimilabili ivi compresi quelli adibiti a ricovero o cura di minori o anziani nonché le strutture protette per l'assistenza ed il recupero dei tossico-dipendenti e di altri soggetti affidati a servizi sociali pubblici	20
E.4 - Edifici adibiti ad attività ricreative, associative o di culto e assimilabili	20
E.4(1) - quali cinema e teatri, sale di riunione per congressi	20
E.4(2) - quali mostre, musei e biblioteche, luoghi di culto	20
E.4(3) - quali bar, ristoranti, sale da ballo	20
E.5 - Edifici adibiti ad attività commerciali e assimilabili: quali negozi, magazzini di vendita all'ingrosso o al minuto, supermercati, esposizioni	20
E.6 - Edifici adibiti ad attività sportive	
E.6(1) - piscine, saune e assimilabili	28
E.6(2) - palestre e assimilabili	18
E.6(3) - servizi di supporto alle attività sportive	20
E.7 - Edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli e assimilabili	20
E.8 - Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	18

6.4 D. Lgs 192/2005 e 311/2006

I decreti 192/05 e 311/06 disciplinano la metodologia di calcolo e i requisiti minimi per le prestazioni energetiche degli edifici, i criteri generali per la certificazione energetica e per la qualificazione degli esperti incaricati della redazione, le ispezioni periodiche sugli impianti e la promozione dell'uso razionale dell'energia. A tale scopo, essi impongono nuove verifiche di legge che saranno descritte nel seguito.

Relativamente alla certificazione energetica, il decreto 192/05 [6] definisce quali contenuti deve includere l'attestato di certificazione energetica e i criteri per la sua redazione: esso può avere una validità massima di 10 anni dal momento del rilascio e deve essere aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione tale da modificare le prestazioni energetiche dell'edificio.

L'attestato deve contenere i dati relativi all'efficienza energetica dell'edificio, i valori limite degli indici di prestazione energetica imposti da normativa e deve essere corredato da raccomandazioni finalizzate al miglioramento delle prestazioni energetiche economicamente convenienti.

Il 311/2006 [7] ha esteso l'obbligo dell'attestato di certificazione energetica a tutti gli edifici preesistenti all'entrata in vigore del D. Lgs. 192/2005 [6], se oggetto di compravendita o locazione. L'obbligo è stato esteso a tutti gli edifici a partire dal 1° luglio 2009 nel caso di vendita.

Al fine di semplificare il rilascio della certificazione energetica per gli edifici esistenti e renderla meno onerosa per i cittadini è stata prevista la possibilità di predisporre un attestato di qualificazione energetica nel quale devono essere riportati i fabbisogni di energia primaria, la classe di appartenenza ed i corrispondenti valori massimi ammissibili fissati dalla legge; questo documento è facoltativo e non costituisce attestato di certificazione energetica dell'edificio.

6.4.1 Verifiche imposte dai D. Lgs 192/2005 e 311/2006

Le principali verifiche da soddisfare introdotte dal decreto legislativo 192/05 [6], parzialmente aggiornate ed integrate dal 311/06 [7], prevedono dei valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, della trasmittanza termica degli elementi dell'involucro edilizio (solo per edifici di nuova costruzione od oggetto di ristrutturazioni), del rendimento medio stagionale dell'impianto termico e della massa superficiale delle pareti opache.

L'*indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale* (Epi) è definito come l'energia consumata dall'edificio per unità di superficie in un anno ed è espresso in kWh/m²anno; lo stesso è riferito all'unità di volume ed è quindi

misurato in kWh/m³anno per edifici non residenziali, collegi, conventi, case di pena e caserme (che possono presentare altezze dei locali diverse da quelle standard di 2.7-3.0 m).

Il valore limite dell'indice di prestazione energetica è stabilito a partire dal rapporto S/V (rapporto tra la superficie disperdente e il volume lordo riscaldato) e dai *Gradi Giorno* relativi alla zona climatica mediante doppia interpolazione; in tabella 6.4 si riportano i valori limite imposti dalla normativa per gli edifici residenziali validi dal 1° gennaio 2010.

I valori limite della trasmittanza termica sono espressi in funzione della zona climatica e della tipologia dell'elemento edilizio considerato; nelle tabelle 6.5 e 6.6 sono riportati i valori limite in vigore dal 1° gennaio 2010 rispettivamente per le pareti opache e per quelle trasparenti.

Relativamente al rendimento medio stagionale, i decreti legislativi forniscono delle relazioni applicabili per il calcolo del valore limite del rendimento dell'impianto sia in edifici di nuova costruzione sia per nuove installazioni in edifici esistenti in funzione della potenza utile del generatore di calore.

Tali verifiche sono riprese nel DPR 59/09 e saranno descritte nel seguito.

Inoltre, per specifiche zone climatiche e destinazioni d'uso, è riportata un'ulteriore verifica relativa alla massa superficiale per edifici di nuova costruzione o per ristrutturazioni; in particolare è necessario verificare che questa sia maggiore di 230 kg/m² in tutte quelle località in cui si registra un valore dell'irradianza media mensile maggiore di 290 W/m². Anche tali verifiche sono riprese nel 59/09 [9], come pure ulteriori accorgimenti in funzione della potenza dell'impianto.

Tab. 6.4: Valori limite dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale espresso in kWh/m²anno [7].

S/V	Zona climatica									
	A	B	C		D		E		F	
	<600 GG	601 GG	900 GG	901 GG	1400 GG	1401 GG	2100 GG	2101 GG	3000 GG	> 3000 GG
Edifici residenziali della classe E1, esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme										
<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
Tutti gli altri edifici										
<0.2	2.0	2.0	3.6	3.6	6	6	9.6	9.6	12.7	12.7
>0.9	8.2	8.2	12.8	12.8	17.3	17.3	22.5	22.5	31	31

Tab. 6.5: Valori limite della trasmittanza termica U per elementi opachi [7].

Zona climatica	U strutture verticali (W/m^2K)	U pavimenti verso locali non riscaldati o verso l'esterno (W/m^2K)	U strutture orizzontali o inclinate di copertura (W/m^2K)
A	0.62	0.65	0.38
B	0.48	0.49	0.38
C	0.40	0.42	0.38
D	0.36	0.36	0.32
E	0.34	0.33	0.30
F	0.33	0.32	0.29

Tab. 6.6: Valori limite della trasmittanza termica U per elementi non opachi [7].

Zona climatica	U chiusure trasparenti (W/m^2K)	U vetri (W/m^2K)
A	4.6	3.7
B	3.0	2.7
C	2.6	2.1
D	2.4	1.9
E	2.2	1.7
F	2.0	1.3

6.5 D. P. R. 59/2009

Il D.P.R. 59/09 [9], in attuazione dell'art.4 del D. Lgs 192/05 [6], disciplina i criteri generali e le metodologie di calcolo per la determinazione delle prestazioni energetiche di edifici ed impianti per la climatizzazione invernale, la climatizzazione estiva, la preparazione di acqua calda sanitaria (ACS) e l'illuminazione artificiale per il settore terziario.

Esso contiene elementi innovativi rispetto al 192/05 [6]; infatti, oltre alla valutazione della prestazione energetica estiva, introduce il concetto di trasmittanza termica periodica. Questa è una delle proprietà termiche che caratterizza il comportamento dell'involucro edilizio in condizioni di regime variabile. La trasmittanza termica periodica ψ , espressa in W/m^2K , è il parametro che definisce la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, secondo quanto definito dalla norma tecnica UNI EN ISO 13786 [11]. Essa è correlata alla trasmittanza termica in regime stazionario dalla seguente relazione:

$$\psi = f \cdot U \quad [W/m^2K] \quad (6.1)$$

in cui U è la trasmittanza della parete ed f è il fattore di attenuazione (o fattore di decremento), coefficiente adimensionale che assume valori compresi tra 0 e 1; quest'ultimo qualifica la riduzione di ampiezza dell'onda termica interna rispetto a quella esterna attraverso la parete in esame.

La trasmittanza termica periodica è legata alla capacità termica delle pareti opache e, di conseguenza, alla massa superficiale dell'elemento e alla densità dei materiali da cui è costituita; il parametro si determina secondo la metodologia di calcolo indicata nella stessa UNI EN ISO 13786 [11].

Per la valutazione delle prestazioni energetiche, il decreto consente l'impiego delle specifiche tecniche UNI TS 11300 come strumento applicativo di calcolo, mentre per la certificazione energetica rimanda al D.M. 26 giugno 2009 [8].

6.5.1 Verifiche imposte dal D. P. R. 59/2009

Il decreto introduce limiti di legge, in aggiunta a quelli definiti dal 192/05 [6] e dal 311/06 [7], relativi alla prestazione energetica per il raffrescamento dell'edificio e alla trasmittanza termica periodica.

In funzione della destinazione d'uso e del tipo di intervento (tabella 6.7), il D.P.R. 59/09 [9] prevede una serie di verifiche da effettuare, elencate sinteticamente in tabella 6.8; le principali sono le seguenti:

1. **Verifica dell'Ep_i**: per tutte le categorie di edifici, si deve verificare che l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale (Ep_i) sia inferiore ai valori limite riportati nei D. Lgs. 192/05 e 311/06 [6, 7];
2. **Verifica dell'Ep_{e,inv}**: per tutte le categorie di edifici si deve verificare che la prestazione energetica per il raffrescamento estivo dell'involucro edilizio (Ep_{e,inv}) non sia superiore al limite imposto in funzione della zona climatica e della destinazione d'uso:
 - per gli edifici di categoria E.1 (esclusi collegi, conventi, case di pena e caserme) il limite è pari a 40 kWh/m²anno per le zone climatiche A e B, a 30 kWh/m²anno per le altre zone climatiche;
 - per tutte le altre categorie il limite è di 14 kWh/m³anno per le zone climatiche A e B e di 10 kWh/m³anno per le restanti zone;
3. **Verifica della trasmittanza media di strutture disperdenti verso l'esterno o verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento**: per tutte le categorie di edifici si applicano i limiti di trasmittanza imposti dai D. Lgs. 192/05 e 311/06 [6, 7];
4. **Verifica del rendimento globale medio stagionale**: per tutte le categorie di edifici, si deve verificare che il rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico sia maggiore o uguale al limite calcolato secondo la seguente relazione:

$$\eta_{gl} = (75 + 3 \cdot \log P_n) \quad (\%) \quad (6.2)$$

dove P_n rappresenta la potenza nominale dell'impianto.

Per valori di potenza maggiori di 1000 kW, la soglia minima del rendimento globale è pari all'84%;

5. **Rispetto delle disposizioni vigenti in tema di uso razionale dell'energia:**

- il rendimento termico utile (in corrispondenza di un carico pari al 100% della potenza termica utile nominale) deve essere tale che:

$$\eta > (90 + 2 \cdot \text{Log } P_n) \quad (6.3)$$

nel caso in cui P_n sia maggiore di 400 kW, si applica il limite massimo, corrispondente a 400 kW;

- il rendimento utile delle pompe di calore elettriche o a gas riferito all'energia primaria deve essere tale che:

$$\eta > (90 + 3 \cdot \text{Log } P_n) \quad (6.4)$$

- è obbligatoria la presenza di una centralina di termoregolazione programmabile per ogni generatore di calore;
- è obbligatoria la presenza di dispositivi modulanti per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone che possono godere di apporti gratuiti;
- deve essere effettuata la verifica della corretta equilibratura del sistema di distribuzione;

6. **Verifica del rendimento utile a carico parziale:** i generatori di calore ad un carico parziale pari al 30% di P_n devono avere un rendimento utile maggiore o uguale al limite calcolato mediante la seguente relazione:

$$\eta_u(30\%P_n) \geq 85 + 3 \cdot \text{Log } P_n \quad (\%) \quad (6.5)$$

Per valori di potenza maggiori di 400 kW si applica il limite massimo, corrispondente a 400 kW;

7. **Verifica della trasmittanza degli elementi divisori tra unità confinanti e tra ambienti non dotati di impianto di riscaldamento e l'ambiente esterno:** per tutte le categorie di edifici ad eccezione della categoria E.8, e per le zone climatiche C, D, E ed F, il limite di

trasmissione delle pareti opache verticali, orizzontali od inclinate è fissato pari a $0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$;

8. **Verifica della condensa superficiale e interstiziale:** per tutte le categorie di edifici, ad eccezione della categoria E.8, si deve verificare l'assenza di condensa superficiale ed interstiziale conformemente alla normativa tecnica vigente. Si tratta di una problematica che si verifica quando la temperatura di un generico elemento della parete scende al di sotto del punto di rugiada, con la conseguente condensazione di vapore d'acqua; nel caso in cui l'elemento di parete sia parte della superficie, la condensa è di tipo superficiale e si forma sulla superficie della parete stessa, potendo comportare la formazione di colonie fungine e muffe. Nel caso in cui la temperatura all'interno dello spessore della parete assuma valori inferiori alla temperatura di rugiada, si ha la formazione di condensa interstiziale, che può verificarsi sulla superficie di contatto tra due diversi strati o all'interno degli strati stessi; nel caso in cui si formi in uno strato di materiale isolante, può comprometterne le proprietà di isolamento termico, andando a sostituire l'aria presente negli interstizi.
9. **Verifica della massa superficiale e della trasmittanza termica periodica:** per tutte le categorie di edifici, ad esclusione della E.5, E.6, E.7, E.8, per tutte le zone climatiche ad eccezione della F e per le località in cui l'irradianza media mensile sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione, è maggiore di 290 W/m^2 , risulta necessario verificare che:
 - relativamente a tutte le pareti opache verticali, con l'eccezione di quelle esposte a nord-ovest, nord, nord-est, la massa superficiale sia superiore a 230 kg/m^2 oppure la trasmittanza periodica sia inferiore a $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$;
 - relativamente a tutte le pareti orizzontali ed inclinate, il valore in modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a $0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$;
10. **Verifica della copertura delle fonti di energia rinnovabili:** è necessario garantire una copertura del 50% del fabbisogno di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria (acs) attraverso l'impiego di una fonte energetica rinnovabile.

Tab. 6.7: schema delle verifiche da soddisfare in funzione della tipologia di intervento e della destinazione d'uso dell'edificio [9]

tipo di intervento/ destinazione d'uso	1	2	3	4	5	6
E.1(1)	A, B, E, F G, H, I, K, L T, V, W	A,B,E,F G,H,I,K,N O,T,V,W	A,B,E,F G,H,I,K T,V,W	C,D,F G,H,I,J,K T,V,W	P,Q,J,K,L,M S,U,V	P,Q,R,U,V
E.1(2)						
E.1(3)						
E.2						
E.3						
E.4						
E.5	A,B,E,F,H,I,K	A,B,E,F,H	A,B,E,F	C,D,F,H	P,Q,J,K,L,M U,V	
E.7	L,M,N,O T,V,W	I,K,N,O T,V,W	H,I,K T,V,W	I,J,K T,V,W		
E.6	A,B,E,F,H,K L,M,N,O T,V,W	A,B,E,F,H,K,N O,T,V,W	A,B,E,F,H,K T,V,W	C,D,F,H,K T,V,W	P,Q,K,L,M U,V	
E.8	A,B,H,K,L M,N,O,T,V,W	A,B,H,K N,O,T,V,W	A,B,H,K T,V,W	C,H,K T,V,W		

1 - edifici di nuova costruzione e impianti in essi contenuti
 2 - ristrutturazioni integrali degli elementi d'involucro e demolizioni e ricostruzioni in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile >1000 m²
 3 - ampliamenti con un volume maggiore del 20% del volume dell'edificio stesso
 4 - ristrutturazioni totali o parziali e manutenzione straordinaria dell'involucro per tutti i casi diversi da 2-3
 5 - nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o ristrutturazione degli stessi impianti
 6 - sostituzione di generatori di calore

Tab. 6.8: Elenco delle verifiche da soddisfare [9].

verifica	relativa a	verifica	relativa a
A	EPi	L	Rinnovabile termico per acs
B	Epe,invol	M	Rinnovabile elettrico
C	U limite	N	fotovoltaico
D	U divisori (zona climatica C,D,E, F)	O	Teleriscaldamento
E	U divisori	P	Rendimento medio stagionale
F	condensa	Q	Diagnosi energetica
G	Inerzia involucro opaco (massa superficiale – trasmittanza termica periodica)	R	Mera sostituzione di generatori di calore
		S	Contabilizzazione e termoregolazione
H	Controllo climatizzazione estiva	T	Impianti a biomassa e trasmittanza
I	schermature	U	Impianti a biomassa come rinnovabili
J	Schermature e sistemi filtranti	V	Trattamento acs
K	Controllo T ambiente	W	Limiti più severi per gli edifici pubblici

6.6 D.M. 26 giugno 2009: *Linee guida per la certificazione energetica*

Con l'entrata in vigore del DM 26/06/09 [8], sono state introdotte delle linee guida che definiscono un sistema di certificazione energetica degli edifici in grado di fornire informazioni sulla qualità energetica degli immobili, attraverso l'impiego di strumenti di chiara ed immediata comprensione.

Il DM ha avuto come obiettivo quello di contribuire ad una applicazione omogenea della certificazione energetica degli edifici coerente con la direttiva 2002/91/CE [4] e con i principi del D.Lgs 192/05 [6].

Si definisce prestazione energetica complessiva dell'edificio (EP_{gl}) la prestazione energetica data dalla somma di quattro contributi:

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill} \quad (\text{kWh/m}^2\text{anno-kWh/m}^3\text{anno}) \quad (6.6)$$

dove:

EP_i indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;

EP_{acs} indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;

EP_e indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;

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

Nel caso di edifici residenziali, tutti gli indici sono espressi in kWh/m² anno, in tutti gli altri casi (residenze collettive, terziario, industria) in kWh/m³ anno.

Sulla base delle finalità e dell'esperienza, possono essere impiegate diverse metodologie di riferimento per la determinazione della prestazione energetica degli edifici, differenti per impiego e complessità. Si hanno quindi due metodi di calcolo:

1. *di progetto*, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati di input del progetto dell'edificio come costruito e dei sistemi impiantistici a servizio dell'edificio come realizzati. Questo metodo è di riferimento per gli edifici di nuova costruzione e per quelli completamente ristrutturati;
2. *da rilievo sull'edificio*, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati di input ricavati da campagne sperimentali effettuate sull'edificio esistente. In questo caso le modalità di approccio possono essere:

- a. mediante procedure di rilievo, anche strumentali, sull'edificio e/o sui dispositivi impiantistici effettuate secondo le normative tecniche di riferimento previste dagli organismi normativi nazionali, europei e internazionali o, in mancanza di tali norme, dalla Letteratura tecnico-scientifica;
- b. per analogia costruttiva con altri edifici e sistemi impiantistici coevi, integrata da banche dati o abachi nazionali, regionali o locali;
- c. sulla base dei principali dati climatici, tipologici, geometrici ed impiantistici.

Metodo calcolato di progetto

Si fa riferimento alle metodologie di calcolo definite ai sensi dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo n. 192/05 [6], e precisamente alle norme della serie UNI/TS 11300 e loro successive modifiche ed integrazioni.

Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio

Sono previsti tre livelli di approfondimento:

1. per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (EP_i) e per la produzione dell'acqua calda sanitaria (EP_{acs}), nei casi di approccio a) si fa riferimento alle norme tecniche del metodo calcolato di progetto e alle relative semplificazioni previste per gli edifici esistenti. Infatti, in questo caso, la modalità di determinazione dei dati descrittivi dell'edificio e degli impianti sono sotto forma di abachi e tabelle in relazione, ad esempio, alle tipologie e all'anno di costruzione. Questa procedura è applicabile a tutte le tipologie edilizie degli edifici esistenti indipendentemente dalla loro dimensione;
2. per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (EP_i) e per la produzione dell'acqua calda sanitaria (EP_{acs}), nei casi di approccio b), si fa riferimento al metodo di calcolo DOCET¹, predisposto dal CNR e dall'ENEA. Questa procedura è applicabile agli edifici residenziali esistenti con superficie utile fino a 3000 m²;
3. per il calcolo dell'indice di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (EP_i), nei casi di approccio c), si impiega come riferimento il metodo semplificato indicato nell'allegato 2 dello stesso DM

¹ DOCET: è uno strumento di simulazione a bilanci mensili per la certificazione energetica degli edifici residenziali esistenti. Il software è aggiornato secondo la metodologia di calcolo semplificata, riportata all'interno delle norme tecniche UNI TS 11300

26/06/2009 [8], mentre per il calcolo dell'indice energetico per la produzione dell'acqua calda sanitaria (EP_{acs}) si fa riferimento alle norme UNI/TS 11300 per la parte semplificata relativa agli edifici esistenti. Questa procedura è applicabile agli edifici residenziali esistenti con superficie utile fino a 1000 m².

Per la valutazione del comportamento estivo dell'edificio, sulla base dei valori assunti dall'indice di prestazione energetica estivo (Ep_e), è definita una classificazione da I a V dell'involucro edilizio (tabella 6.9).

Il riferimento nazionale per la valutazione dei parametri che caratterizzano il comportamento estivo dell'involucro edilizio è la norma tecnica UNI EN ISO 13786 [11].

Tab. 6.9: Classificazione in base al valore $Ep_{e,inv}$, valida per tutte le destinazioni d'uso [8].

$Ep_{e,inv}$	Prestazioni	Qualità prestazionale
$Ep_{e,inv} < 10$	ottime	I
$10 \leq Ep_{e,inv} < 20$	buone	II
$20 \leq Ep_{e,inv} < 30$	medie	III
$30 \leq Ep_{e,inv} < 40$	sufficienti	IV
$Ep_{e,inv} \geq 40$	mediocri	V

6.6.1 Classificazione degli edifici

La valutazione delle prestazioni energetiche globali dell'edificio permette di attribuire una classe energetica (dalla A+ alla F) che si basa sul valore dell'indice di prestazione energetica limite fornito dal 311/06 [7] in funzione del rapporto S/V e dei *Gradi Giorno* (si veda quanto riportato in fig.6.2, tratta direttamente dal DM 26/06/2009). In generale, affinché l'edificio soddisfi i limiti di legge, deve classificarsi almeno in classe C.

$$\begin{aligned}
 & A_{gl} < 0.25 \cdot EPI_i(2010) + 9 \text{ kWh/m}^2\text{anno} \\
 0.25 \cdot EPI_i(2010) + 9 \text{ kWh/m}^2\text{anno} & \leq A_{gl} < 0.50 \cdot EPI_i(2010) + 9 \text{ kWh/m}^2\text{anno} \\
 0.50 \cdot EPI_i(2010) + 9 \text{ kWh/m}^2\text{anno} & \leq B_{gl} < 0.75 \cdot EPI_i(2010) + 12 \text{ kWh/m}^2\text{anno} \\
 0.75 \cdot EPI_i(2010) + 12 \text{ kWh/m}^2\text{anno} & \leq C_{gl} < 1.00 \cdot EPI_i(2010) + 18 \text{ kWh/m}^2\text{anno} \\
 1.00 \cdot EPI_i(2010) + 18 \text{ kWh/m}^2\text{anno} & \leq D_{gl} < 1.25 \cdot EPI_i(2010) + 21 \text{ kWh/m}^2\text{anno} \\
 1.25 \cdot EPI_i(2010) + 21 \text{ kWh/m}^2\text{anno} & \leq E_{gl} < 1.75 \cdot EPI_i(2010) + 24 \text{ kWh/m}^2\text{anno} \\
 1.75 \cdot EPI_i(2010) + 24 \text{ kWh/m}^2\text{anno} & \leq F_{gl} < 2.50 \cdot EPI_i(2010) + 30 \text{ kWh/m}^2\text{anno} \\
 & G_{gl} \geq 2.50 \cdot EPI_i(2010) + 30 \text{ kWh/m}^2\text{anno}
 \end{aligned}$$

Fig.6.2: Classificazione energetica degli edifici residenziali [8]

A titolo di esempio, in figura 6.3, sono riportate le classi energetiche attribuibili ad un edificio ubicato nel comune di Perugia, avente un rapporto S/V pari a 0.6 e riferite ai limiti dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale del 2010.

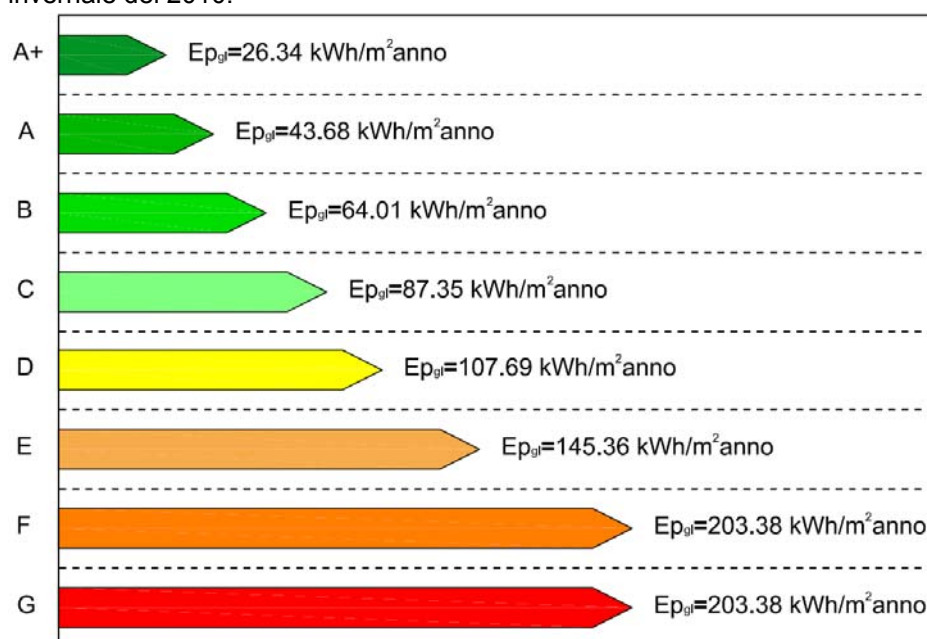


Fig. 6.3: Range delle classi energetiche riferite ai limiti dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale del 2010 attribuibili ad un edificio ubicato nel Comune di Perugia avente un rapporto S/V pari a 0.6.

6.7 Legge n. 90 del 3 agosto 2013

Con la recente introduzione della Legge n. 90 del 3 agosto 2013 [12] *Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia* è stato soppresso l'attestato di certificazione energetica (ACE), sostituito con l'attestato di prestazione energetica (APE), rispondente ai criteri indicati nella direttiva 2010/31/UE [5].

Il documento, rilasciato da esperti qualificati e indipendenti, attesta la prestazione energetica di un edificio attraverso l'impiego di specifici descrittori e fornisce raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica.

La differenza non è solo formale, poiché il nuovo APE si distingue dal precedente certificato per i contenuti più completi e per la quantità di informazioni più ampia; infatti la ridefinizione del concetto di prestazione energetica porta a comprendere la novità introdotta dalla nuova normativa.

Si definisce prestazione energetica di un edificio la *quantità annua di energia primaria effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare, con un uso standard dell'immobile, i vari bisogni energetici dell'edificio, la climatizzazione invernale ed estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici-sanitari, la ventilazione e, per il settore terziario, l'illuminazione, gli impianti ascensori e scale mobili. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori che tengono conto del livello di isolamento dell'edificio e delle caratteristiche tecniche e di installazione degli impianti tecnici. La prestazione energetica può essere espressa in energia primaria non rinnovabile, rinnovabile, o totale come somma delle precedenti.*

L'APE è pertanto un documento che consente di valutare i margini di miglioramento della prestazione energetica degli edifici e anche dove intervenire per aumentare il risparmio energetico ottenibile.

Le modalità per redigere l'APE e gli stessi descrittori non sono stati però ancora definiti; la legge rimanda infatti a successivi provvedimenti attuativi; conseguentemente, fino a quando non sarà definita la nuova metodologia di calcolo della prestazione energetica degli edifici, l'attestato di prestazione energetica dovrà essere redatto secondo la vecchia metodologia di calcolo di cui al D.P.R. 59/2009 [9].

L'attestato di prestazione energetica viene rilasciato per gli edifici e gli appartamenti costruiti, venduti o locati; in caso di nuova costruzione, l'APE viene rilasciato dal costruttore, mentre per gli immobili esistenti deve essere prodotto a cura del proprietario.

6.8 Normativa tecnica per la progettazione e la certificazione energetica di edifici ed impianti

UNI EN ISO 13790

La norma a livello europeo per la valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici è la UNI EN ISO 13790 [13]; essa presenta una serie di metodi di calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento dell'ambiente di un edificio e dell'influenza delle perdite degli impianti di riscaldamento e raffrescamento, del recupero termico e dell'impiego delle fonti di energia rinnovabile.

In particolare, la UNI EN ISO 13790 [13] fornisce i seguenti tre metodi di calcolo:

- metodo quasi statico su base mensile;
- metodo dinamico su base oraria;
- metodo di calcolo dettagliato (software);

per la determinazione dei seguenti termini:

- 1 lo scambio termico per trasmissione e ventilazione dell'edificio quando esso è riscaldato o raffrescato ad una temperatura interna costante;
- 2 il contributo degli apporti termici interni e solari al bilancio termico dell'edificio;
- 3 i fabbisogni annuali di energia termica per riscaldamento e raffrescamento, al fine di mantenere le temperature prefissate all'interno dell'edificio.

UNI/TS 11300

Allo scopo di definire una metodologia univoca per la determinazione delle prestazioni energetiche degli edifici, è stata emanata a livello nazionale la UNI/TS 11300 rivolta a tutte le possibili applicazioni previste dalla normativa europea UNI EN ISO 13790 [13] quali il calcolo di progetto (design rating), la valutazione energetica di edifici attraverso il calcolo in condizioni standard (asset rating) o in particolari condizioni climatiche e di esercizio (tailored rating).

La specifica tecnica UNI/TS 11300 è suddivisa in quattro parti:

1. UNI/TS 11300 - Parte 1 [10]: *Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;*
2. UNI/TS 11300 - Parte 2 [14]: *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria;*

3. UNI/TS 11300 - Parte 3 [15]: *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*;
4. UNI/TS 11300 - Parte 4 [16]: *Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria*.

In particolare, la Parte 1 [10] definisce le modalità di applicazione della UNI EN ISO 13790 [13] con riferimento al metodo quasi statico su base mensile, fornendo una descrizione sintetica della procedura di calcolo:

1. definizione dei confini dell'insieme degli ambienti climatizzati e non climatizzati dell'edificio;
2. definizione dei confini delle zone di calcolo;
3. definizione delle condizioni interne di calcolo e dei dati di ingresso relativi al clima esterno;
4. calcolo, per ogni mese e per ogni zona dell'edificio, dei fabbisogni di energia termica per il riscaldamento e il raffrescamento;
5. aggregazione dei risultati relativi ai diversi mesi ed alle diverse zone servite dagli stessi impianti.

Nelle successive due specifiche (parte 2 e 3) [14-15] sono forniti i metodi di calcolo del fabbisogno di energia termica utile e quindi dei rendimenti medi stagionali rispettivamente per il riscaldamento e il raffrescamento dell'edificio, a partire dal fabbisogno di energia termica calcolato secondo la procedura riportata nella prima parte della norma UNI/TS 11300 [10].

La quarta ed ultima parte [16], infine, tratta l'impiego delle fonti di energia rinnovabile ed altri metodi di generazione (cogenerazione, teleriscaldamento, pompe di calore) come mezzo per il riscaldamento degli ambienti e per la produzione di acqua calda sanitaria; la norma considera come fonte di energia per la produzione di energia elettrica il solo fotovoltaico, mentre per la produzione di energia termica considera le seguenti fonti di energia:

- solare termico;
- biomasse;
- fonti aereauliche, geotermiche ed idrauliche.

6.9 Elenco dei simboli

EP	= indice di prestazione energetica (KWh/m ² anno-KWh/m ³ anno)
f	= fattore di attenuazione (-)
GG	= numero di Gradi Giorno (-)
S	= superficie disperdente (m ²)

T_{em}	= temperatura esterna media ($^{\circ}\text{C}$)
P	= potenza impianto (kW)
U	= trasmittanza termica ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)
V	= volume (m^3)
η	= rendimento (%)
ψ	= trasmittanza termica periodica ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$)

Pedici

acs	= acqua calda sanitaria
e	= estiva
gl	= globale
i	= invernale
ill	= illuminazione
invol	= involucro
L	= limite
n	= nominale
u	= utile

6.10 Bibliografia

- [1] Legge 10/91: *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*, G.U. 16 gennaio 1991, n. 13.
- [2] D.P.R. 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 dell'art. 4, comma 4, della legge 9 gennaio 1991, n. 10*, G.U. 14 ottobre 1993, n. 242.
- [3] D.P.R. 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, ai fini del contenimento dei consumi di energia*.
- [4] Direttiva Europea 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'Unione Europea del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico in edilizia, G.U. della Comunità Europea 4 gennaio 2003, n. L1.
- [5] Direttiva Europea 2010/31/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio dell'Unione Europea del 19 maggio 2010 sulla prestazione energetica sull'edilizia, G.U. della Comunità Europea 18 giugno 2010, n. L153.
- [6] D. Lgs. 19/8/2005, n. 192: *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*, G.U. 23 settembre 2005, n. 222 – Supplemento Ordinario n. 158.
- [7] D. Lgs. 29/12/2006, n. 311: *Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico in edilizia*, G.U. 1 febbraio 2007, n. 26 – Supplemento Ordinario n. 26/L.

- [8] D. M. 26/06/2009: *Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.*
- [9] D.P.R. 59/2009: *Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.*
- [10] UNI TS 11300/2008 – parte 1: *Prestazioni energetiche degli edifici. Parte 1: determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale.*
- [11] UNI EN ISO 13786/2008: *Prestazione termica dei componenti per edilizia. Caratteristiche termiche dinamiche. Metodi di calcolo*
- [12] Legge 3 agosto 2013, n. 90: *Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia, G.U. 3 agosto 2013, n.181*
- [13] UNI EN ISO 13790/2008: *Prestazione energetica degli edifici. Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento.*
- [14] UNI TS 11300/2008 – parte 2: *Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitari.*
- [15] UNI TS 11300/2010 – parte 3: *determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva.*
- [16] UNI TS 11300/2012 – parte 4: *Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.*

BOZZA