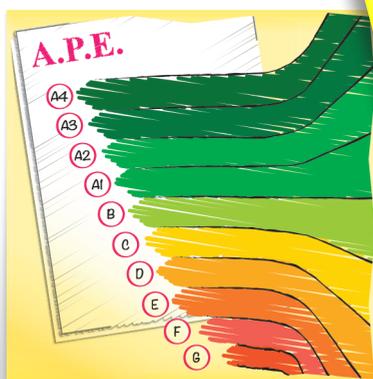


Stefano Cascio

GUIDA ALLA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

AI SENSI DEI NUOVI DECRETI MINISTERIALI DEL 26 GIUGNO
E DELLA NORMA UNI 10349

SECONDA EDIZIONE



**PRONTO
GRAFILL**

Clicca e richiedi di essere contattato
per informazioni e promozioni

CON SCHEMI DI RELAZIONE TECNICA AI SENSI DELLA NORMATIVA VIGENTE



GRAFILL

Stefano Cascio

GUIDA ALLA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

ISBN 13 978-88-8207-879-9

EAN 9 788882 078799

Manuali, 203

Seconda edizione, ottobre 2016

Cascio, Stefano <1950->

Guida alla certificazione energetica degli edifici / Stefano Cascio.

- 2. ed. - Palermo : Grafill, 2016.

(Manuali ; 203)

ISBN 978-88-8207-879-9

1. Edifici - Impianti termici - Certificazione.

696 CDD-23

SBN Pal0291496

CIP - Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.

Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 - 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 - Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> - E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di ottobre 2016

presso **Officine Tipografiche Aiello & Provenzano S.r.l.** Via del Cavaliere, 93 - 90011 Bagheria (PA)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.



**CLICCA per maggiori informazioni
... e per te uno SCONTO SPECIALE**

SOMMARIO

INTRODUZIONE	p.	1
1. CRITERI E METODOLOGIE DI CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI	"	9
1.1. Generalità	"	9
1.1.1. UNI/TS 11300	"	10
1.1.2. UNI/TS 11300-2	"	11
1.1.3. UNI/TS 11300-3	"	11
1.1.4. UNI/TS 11300-4	"	11
1.1.5. UNI/TS 11300-5	"	11
1.1.6. UNI/TS 11300-6	"	12
1.2. Normativa UNI di interesse	"	12
2. CRITERI GENERALI DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI	"	15
2.1. Prestazione energetica	"	15
2.2. Classificazione degli edifici in base alla destinazione d'uso	"	17
2.3. Ambito di applicazione	"	17
3. PRESCRIZIONI COMUNI PER EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE, OGGETTO DI RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI O SOTTOPOSTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	"	20
3.1. Relazione tecnica e conformità delle opere al progetto	"	20
3.2. Prescrizioni	"	20
4. REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE O SOGGETTI A RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI PRIMO LIVELLO	"	25
4.1. Prescrizioni	"	25
4.2. Verifiche	"	26
5. REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER GLI EDIFICI SOGGETTI A RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI SECONDO LIVELLO	"	31

6. REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOTTOPOSTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA.....	p.	35
7. EDIFICIO DI RIFERIMENTO E EDIFICI AD ENERGIA QUASI ZERO	"	42
7.1. Involucro edilizio.....	"	42
7.2. Impianti termici.....	"	44
7.3. Edifici ad Energia Quasi Zero.....	"	46
8. LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI	"	48
8.1. Generalità.....	"	48
8.2. Elementi essenziali	"	49
8.3. Validità degli APE.....	"	49
8.4. Firma digitale.....	"	49
8.5. Annunci commerciali.....	"	50
8.6. Monitoraggio e controlli	"	50
8.7. Prestazione energetica degli immobili.....	"	50
8.8. Prestazione energetica e servizi energetici	"	51
8.9. Procedure e metodi di calcolo.....	"	52
8.10. Criteri per l'applicazione delle procedure di calcolo.....	"	52
8.10.1. Rilievo in sito (metodo analitico e per analogia costruttiva).....	"	53
8.10.2. Metodo semplificato	"	53
8.11. Software commerciali.....	"	53
8.12. Classificazione degli immobili in funzione della prestazione energetica.....	"	54
8.13. Altri indicatori presenti nell'APE	"	56
8.14. Comparazione della prestazione energetica degli immobili.....	"	57
8.15. Prestazione degli impianti tecnici.....	"	58
8.16. Format di Attestato di Prestazione Energetica.....	"	58
8.17. Procedura di attestazione della prestazione energetica degli edifici	"	64
8.18. Modalità di svolgimento del servizio di attestazione della prestazione energetica.....	"	64
8.18.3. Incarico del soggetto certificatore.....	"	65
8.18.4. Servizio di attestazione della prestazione energetica di edifici di nuova costruzione.....	"	65
8.18.5. Servizio di attestazione della prestazione energetica di edifici o unità immobiliari esistenti	"	65
8.18.6. Obbligo di registrazione dell'Attestato di Prestazione Energetica.....	"	66

8.18.7. L'Attestato di Qualificazione Energetica	p.	66
8.19. Casi di esclusione dall'obbligo di dotazione dell'APE	"	66
9. SCHEMI E MODALITÀ DI RIFERIMENTO PER LA COMPILAZIONE DELLA RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO	"	71
9.1. Generalità	"	71
9.2. Schema 1 – Nuove costruzioni, le ristrutturazioni importanti di primo livello, Edifici ad Energia Quasi Zero	"	73
9.3. Schema 2 – Riqualficazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni esistenti con riqualficazione dell'involucro edilizio e di impianti termici	"	84
9.4. Schema 3 – Riqualficazione energetica degli impianti tecnici	"	94
10. SOGGETTI OBBLIGATI E REGIME SANZIONATORIO	"	103
10.1. Soggetti obbligati alla dotazione dell'Attestato di Prestazione Energetica	"	103
10.2. Sanzioni per i certificatori	"	105
11. DATI CLIMATICI	"	108
11.1. Premessa	"	108
11.2. UNI 10349-1	"	108
11.2.1. Temperatura dell'aria esterna	"	109
11.3. Metodo di calcolo dell'irraggiamento su una superficie orizzontale	"	110
11.4. Metodi per ripartire l'irradiazione solare	"	111
11.5. UNI 10349-3	"	111
11.6. Gradi Giorno	"	112
11.7. Gradi Giorno nella stagione di riscaldamento	"	112
11.8. Zona climatica	"	114
11.9. Gradi Giorno di raffrescamento	"	115
11.10. Umidità massica	"	116
11.11. Umidità massica base nel periodo di riscaldamento	"	117
11.12. Grammi di umidità massica giorno di raffrescamento	"	118
11.13. Radiazione solare cumulata	"	119
11.14. Metodo di calcolo della radiazione solare (Appendice C)	"	119
11.15. Calcolo degli angoli orari dell'apparire e scomparire del sole in assenza di ostruzioni	"	122
11.16. UNI 10349-2	"	122
11.17. Temperatura esterna di progetto	"	122
11.18. Temperatura estiva massima: distribuzione giornaliera	"	123
11.19. Condizioni termoigrometriche esterne estive di progetto per gli impianti di climatizzazione	"	124
11.19.2. Correzioni ai valore di temperatura dell'aria	"	124

11.19.3.	Correzioni ai valore di umidità dell'aria.....	p.	124
11.20.	Irradianza solare massima.....	"	125
11.21.	Definizione del vettore climatico e dell'indice di severità climatica	"	126
11.22.	Velocità del vento.....	"	127
12.	LA TRASMITTANZA TERMICA	"	132
12.1.	La trasmittanza termica di elementi opachi	"	132
12.2.	La conduttività termica	"	132
12.3.	UNI 10351	"	133
12.4.	UNI EN ISO 10456:2008	"	134
12.5.	Dalla conducibilità termica dichiarata a quella di progetto	"	136
12.6.	Resistenze termiche superficiali.....	"	139
12.7.	Calcolo trasmittanza componenti opachi.....	"	140
12.8.	UNI/TR 11552:2014.....	"	147
12.9.	Calcolo trasmittanza componenti trasparenti.....	"	148
12.9.1.	Infisso semplice.....	"	148
12.9.2.	Vetri camera	"	151
12.9.3.	Vetri bassoemissivi	"	152
12.9.4.	Taglio termico	"	154
12.9.5.	Finestre con chiusure	"	155
12.9.6.	Finestre accoppiate	"	156
12.9.7.	Finestre doppie.....	"	157
12.9.8.	Finestre con pannelli opachi	"	158
12.10.	Scambi termici tra edificio e terreno.....	"	160
12.10.9.	Pavimento contro terra non isolato o uniformemente isolato	"	162
12.10.10.	Pavimento isolato in maniera uniforme.....	"	162
12.10.11.	Pavimento con elevato isolamento (in maniera uniforme).....	"	163
12.11.	Pavimenti su intercapedine	"	166
12.11.12.	Pavimenti dei piani interrati riscaldati	"	169
12.11.13.	Pavimenti dei piani interrati non riscaldati.....	"	171
12.12.	Riepilogo formule utilizzate	"	173
13.	VERIFICA TERMOIGROMETRICA	"	174
13.1.	Condensazione del vapore nelle strutture edilizie	"	174
13.1.1.	Richiami generali.....	"	174
13.1.2.	Condensa superficiale	"	176
13.1.3.	Condensa interstiziale.....	"	177
13.1.4.	Criteri di valutazione delle strutture	"	182
13.1.5.	Considerazioni sul problema della condensazione interstiziale	"	182
13.1.6.	Le barriere al vapore.....	"	183

14. INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO	p.	186
14.1. Note sul software incluso.....	"	186
14.2. Requisiti hardware e software.....	"	186
14.3. Download del software e richiesta della password di attivazione.....	"	187
14.4. Installazione ed attivazione del software	"	187

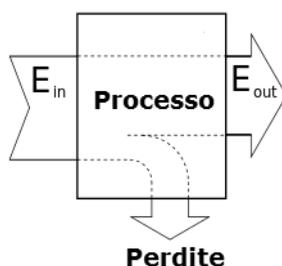
INTRODUZIONE

Oggi l'Europa si trova di fronte a sfide senza precedenti determinate da una maggiore dipendenza dalle importazioni di energia, dalla scarsità di risorse energetiche, e dalla necessità di limitare i cambiamenti climatici.

L'**efficienza energetica** costituisce un valido strumento per affrontare tali sfide. Essa migliora la sicurezza di approvvigionamento dell'Unione, riducendo il consumo di energia primaria e diminuendo le importazioni di energia. Essa contribuisce a ridurre le emissioni di gas serra in modo efficiente in termini di costi e quindi a ridurre i cambiamenti climatici. Il passaggio a un'economia più efficiente sotto il profilo energetico dovrebbe inoltre accelerare la diffusione di soluzioni tecnologiche innovative e migliorare la competitività dell'industria dell'Unione, rilanciando la crescita economica e la creazione di posti di lavoro a qualità elevata in diversi settori connessi con l'efficienza energetica.

L'efficienza energetica è il rapporto tra un risultato in termini di rendimento, servizi, merci o energia e l'immissione di energia.

In maniera grafica:



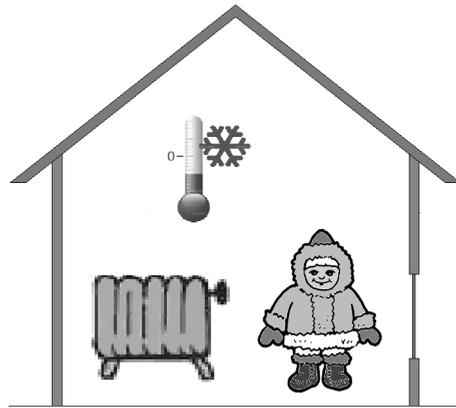
$$\text{Efficienza energetica} = \frac{E_{out}}{E_{in}}$$

Nel linguaggio comune i termini risparmio energetico ed efficienza energetica sono usati come sinonimi, ma esiste una profonda differenza tra i due termini. Fare efficienza comporta un risparmio energetico, ma non è necessariamente vero il contrario.

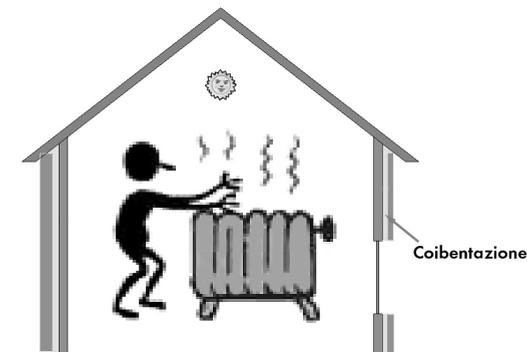
Come indicato dalla Comunità Europea nel suo *Libro Verde sull'efficienza energetica*, fare efficienza significa: fare di più con meno.

In altre parole possiamo risparmiare nel riscaldamento degli ambienti in due modi differenti:

- 1) Abbassando la temperatura dei termosifoni, con una corrispondente diminuzione del benessere abitativo, si è risparmiato sui consumi, ma non abbiamo migliorato l'efficienza energetica dell'edificio;

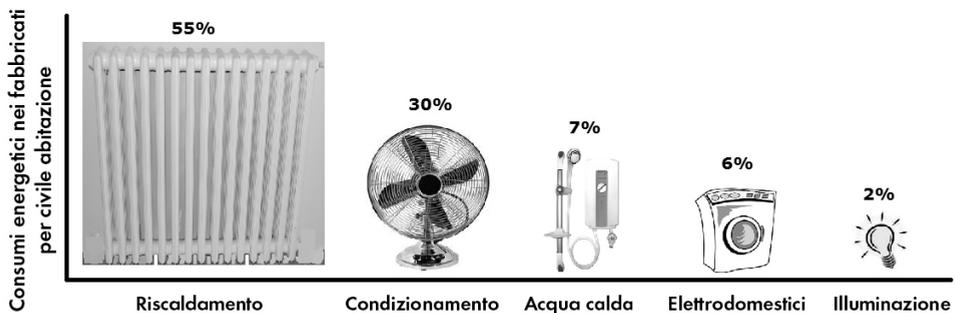


- 2) Migliorando la coibentazione di pareti ed infissi riducendo le dispersioni verso l'esterno e quindi una riduzione della spesa energetica, a parità di benessere percepito. In questo caso abbiamo migliorato l'efficienza energetica dell'edificio.



Si intende quindi come miglioramento dell'efficienza energetica, l'incremento dell'efficienza energetica risultante da cambiamenti tecnologici, comportamentali e/o economici. Il risparmio energetico è la quantità di energia risparmiata, determinata mediante una misurazione e/o una stima del consumo prima e **dopo l'attuazione di una o più misure di miglioramento dell'efficienza energetica**, a parità di condizioni esterne.

Nei fabbricati per civile abitazione il consumo energetico è così distribuito:



zione energetica può essere espressa in energia primaria non rinnovabile, rinnovabile, o totale come somma delle precedenti».

Il decreto-legge rinviava a successive norme il completamento del quadro legislativo di dettaglio. Tali norme, tre in tutto, sono state pubblicate nel giugno del 2015 con i seguenti titoli:

<p>DECRETO del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015</p> <p>[G.U.R.I. 15-07-2015, n. 162 – s.o. n. 39]</p> <p>In vigore a partire dal 1 ottobre 2015</p>	<p><i>Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.</i></p>
<p>DECRETO del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015</p> <p>[G.U.R.I. 15-07-2015, n. 162 – s.o. n. 39]</p> <p>In vigore a partire dal 1 ottobre 2015</p>	<p><i>Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.</i></p>
<p>DECRETO del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015</p> <p>[G.U.R.I. 15-07-2015, n. 162 – s.o. n. 39]</p> <p>In vigore a partire dal 16 luglio 2015</p>	<p><i>Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.</i></p>

CRITERI E METODOLOGIE DI CALCOLO DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

1.1. Generalità

DECRETO del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015 [G.U.R.I. 15-07-2015, n. 162 – s.o. n. 39] In vigore a partire dal 1 ottobre 2015	<i>Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.</i>
DECRETO REQUISITI MINIMI	

Il D.M. 26 giugno 2015 “*Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici*” definisce le modalità di applicazione della **metodologia di calcolo** delle prestazioni energetiche degli edifici, ivi incluso l’utilizzo delle fonti rinnovabili, nonché le prescrizioni e i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche degli edifici e unità immobiliari. Tali norme si applicano agli edifici pubblici e privati, siano essi edifici di nuova costruzione o edifici esistenti sottoposti a ristrutturazione.

Il decreto comporta l’**abrogazione integrale del D.P.R. n. 59/2009** (*Regolamento di attuazione dell’articolo 4, comma 1, lettere a) e b) del D.Lgs. n. 192/2005*) a partire dalla sua entrata in vigore (quindi **dal 1° ottobre 2015**), Esso infatti rivede tutti gli attuali requisiti minimi sulla prestazione energetica degli edifici, introducendone di nuovi.

Per il calcolo della prestazione energetica negli edifici, ivi incluso l’utilizzo delle fonti rinnovabili, si devono seguire i dettami delle seguenti norme tecniche nazionali e le loro successive modificazioni e integrazioni:

- a) Raccomandazione CTI 14/2013 “*Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione dell’energia primaria e della prestazione energetica EP per la classificazione dell’edificio*” e successive norme tecniche che ne conseguono;
- b) UNI/TS 11300-1 “*Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell’edificio per la climatizzazione estiva e invernale*”;
- c) UNI/TS 11300-2 “*Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, la ventilazione e l’illuminazione*”;
- d) UNI/TS 11300-3 “*Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva*”;
- e) UNI/TS 11300-4 “*Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria*”;
- f) UNI EN 15193 “*Prestazione energetica degli edifici – Requisiti energetici per illuminazione*”.

1.1.1. UNI/TS 11300

Questa norma tecnica definisce le modalità per l'applicazione nazionale della UNI EN ISO 13790:2008 con riferimento al metodo mensile per il calcolo dei fabbisogni di energia termica per riscaldamento ($Q_{H,nd}$) e per raffrescamento ($Q_{C,nd}$).

Questa norma contempla tutte le seguenti applicazioni:

- 1) calcolo di progetto (*design rating*);
- 2) valutazione energetica di edifici attraverso il calcolo in condizioni standard (*asset rating*);
- 3) valutazione energetica in particolari condizioni climatiche e di esercizio (*tailored rating*).

Quando si applica la norma a interi edifici in modo omogeneo (edifici nuovi o ristrutturazioni globali) si ha:

Tipo di valutazione		Dati di ingresso		
		Uso	Clima	Edificio
A1	Sul progetto (<i>design rating</i>)	Standard	Standard	Progetto
A2	Standard (<i>asset rating</i>)	Standard	Standard	Reale
A3	Adatta all'utenza (<i>tailored rating</i>)	In funzione dello scopo		Reale

Nel caso di edifici parzialmente ristrutturati e/o in casi di ampliamento di edifici esistenti, per una valutazione delle prestazioni energetiche di tali edifici i dati di ingresso sono in parte riferiti all'edificio reale e in parte sul progetto. In questo caso la valutazione energetica diviene mista: in parte con i dati di progetto (*design rating*) e in parte con i dati dell'edificio reale (*asset rating*), vale, in questo caso la tabella seguente:

		Edificio		
		Progetto	Reale	Misto
Utenza	Standard	<ul style="list-style-type: none"> - Richiesta del permesso di costruzione - Certificazione energetica del progetto (nuova costruzione) 	<ul style="list-style-type: none"> - Certificazione energetica dell'edificio - Qualificazione energetica dell'edificio 	<ul style="list-style-type: none"> - Richiesta del titolo abilitativo (ristrutturazione) - Certificazione del progetto (ristrutturazione)
	Reale	Ottimizzazione del progetto (nuova costruzione)	<ul style="list-style-type: none"> - Diagnosi energetica (analisi dell'esistente) - Validazione modelli di calcolo (confronto con consumi reali) 	Ottimizzazione del progetto (ristrutturazione)

La valutazione energetica sul progetto, valutazione di tipo A1, o standard, valutazione di tipo A2, consente di determinare un fabbisogno energetico convenzionale (il consumo calcolato non corrisponde al consumo reale), utile per poter confrontare edifici indipendentemente dal loro reale utilizzo.

La valutazione adatta all'utenza (A3) può consentire di stimare in maniera più realistica i consumi energetici.

CRITERI GENERALI DELLE PRESTAZIONI ENERGETICHE DEGLI EDIFICI

2.1. Prestazione energetica

La prestazione energetica degli edifici è determinata sulla base della quantità di energia necessaria annualmente per soddisfare le esigenze legate a un **uso standard dell'edificio** e corrisponde al fabbisogno energetico annuale globale in **energia primaria** per il riscaldamento, il raffrescamento, la ventilazione, la produzione di acqua calda sanitaria e, nel settore non residenziale, per l'illuminazione, gli impianti ascensori e scale mobili.

Il fabbisogno energetico annuale globale si calcola come energia primaria per singolo servizio energetico (riscaldamento, raffrescamento estivo, acqua calda), con intervalli di calcolo mensile. Con le stesse modalità si determina l'energia da fonte rinnovabile prodotta all'interno del confine del sistema.

È possibile operare la compensazione tra i fabbisogni energetici e l'energia da fonte rinnovabile prodotta e utilizzata all'interno del confine del sistema (in situ) quando ricorrano solo per contribuire ai fabbisogni del medesimo vettore energetico, a esempio:

- elettricità con elettricità;
- energia termica con energia termica.

La compensazione può coprire per intero (totale) il corrispondente fabbisogno o vettore energetico.

Nel calcolo del fabbisogno energetico annuale globale l'eventuale energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile in eccedenza ed esportata in alcuni mesi, non può essere computata a copertura del fabbisogno nei mesi nei quali la produzione sia invece insufficiente.

L'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile non può essere conteggiata ai fini del soddisfacimento di consumi elettrici per la produzione di calore con effetto Joule, come a esempio: stufette elettriche, scaldacqua elettrici e così via.

Mentre l'energia elettrica prodotta da fonte rinnovabile può essere conteggiata per contribuire al soddisfacimento dei seguenti fabbisogni energetici dell'edificio:

- a) in caso di riscaldamento e/o produzione di acqua calda sanitaria con l'utilizzo di una caldaia, fino a copertura dei consumi di energia elettrica per gli ausiliari;
- b) in caso di riscaldamento e/o raffrescamento e/o produzione di acqua calda sanitaria con l'utilizzo di una pompa di calore elettrica, fino a copertura di tutti i consumi elettrici relativi all'utilizzo di tale macchina a esclusione dell'energia assorbita da eventuali resistenze di integrazione alla produzione di calore utile per l'impianto;
- c) in caso di impianto di ventilazione meccanica controllata, fino alla copertura dei consumi relativi agli ausiliari elettrici;
- d) nel settore non residenziale, fino a copertura anche dei consumi per l'illuminazione.

I fattori di conversione in energia primaria del vettore energetico utilizzato sono riportati nella seguente tabella:

Vettore energetico	$f_{P,nren}$	$f_{P,ren}$	$f_{P,tot}$
Gas naturale ⁽¹⁾	1,05	0	1,05
GPL	1,05	0	1,05
Gasolio e olio combustibile	1,07	0	1,07
Carbone	1,10	0	1,10
Biomasse solide ⁽²⁾	0,20	0,80	1,00
Biomasse liquide e gassose ⁽²⁾	0,40	0,60	1,00
Energia elettrica da rete ⁽³⁾	1,95	0,47	2,42
Teleriscaldamento ⁽⁴⁾	1,5	0	1,5
Rifiuti soliti urbani	0,2	0,2	0,4
Teleraffrescamento ⁽⁴⁾	0,5	0	0,5
Energia termica da collettori solari ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia elettrica prodotta da fotovoltaico, mini-eolico e mini-idraulico ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia elettrica dall'ambiente esterno – <i>free cooling</i> ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia elettrica dall'ambiente esterno – pompa di calore ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00

(1) I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.

(2) Come definito dall'Allegato X del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152.

(3) I valori saranno aggiornati ogni due anni sulla base dei dati forniti da GSE.

(4) Fattore assunto in assenza di valori dichiarati dal fornitore e asseverati da parte terza, conformemente a quanto previsto al paragrafo 3.2.

(5) Valori convenzionali funzionali al sistema di calcolo.

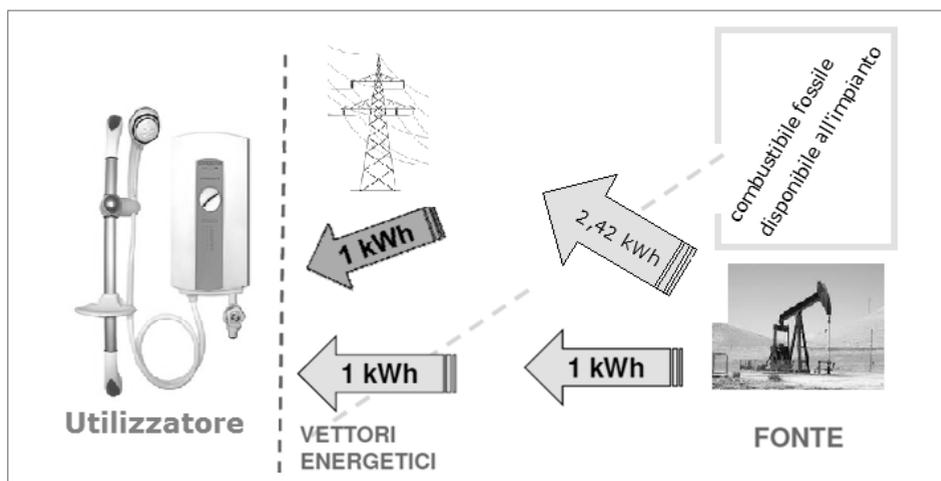
Il fattore di conversione in energia primaria totale $f_{P,tot}$ è pari a:

$$f_{P,tot} = f_{P,nren} + f_{P,ren}$$

dove:

$f_{P,nren}$ è il fattore di conversione in energia primaria non rinnovabile;

$f_{P,ren}$ è il fattore di conversione in energia primaria rinnovabile.



PRESCRIZIONI COMUNI PER EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE, OGGETTO DI RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI O SOTTOPOSTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

3.1. Relazione tecnica e conformità delle opere al progetto

Le prescrizioni di cui al presente paragrafo si applicano a tutti i tipi d'intervento. Il progettista o i progettisti, devono inserire i calcoli e le verifiche previste dal decreto nella relazione tecnica di progetto attestante la rispondenza alle prescrizioni per il contenimento del consumo di energia degli edifici e dei relativi impianti termici, conformemente alle disposizioni del decreto 26 giugno 2015, recante¹ “*Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici*” (G.U.R.I. 15-07-2015, n. 162 – s.o. n. 39).

Nel caso di sostituzione dei generatori di calore di potenza nominale del focolare inferiore a 50 kW gli obblighi di redigere la relazione cui sopra sussiste solo nel caso di un eventuale cambio di combustibile o tipologia di generatore, come, ai soli fini esemplificativi e in modo non esaustivo, la sostituzione di una caldaia a metano con una caldaia alimentata a biomasse combustibili.

La conformità delle opere realizzate rispetto al progetto e alle sue eventuali varianti ed alla relazione tecnica in parola, nonché l'Attestato di Qualificazione Energetica dell'edificio come realizzato, devono essere asseverati dal direttore dei lavori e presentati al comune di competenza contestualmente alla dichiarazione di fine lavori senza alcun onere aggiuntivo per il committente. *La dichiarazione di fine lavori è inefficace a qualsiasi titolo se la stessa non è accompagnata da tale documentazione asseverata.*

L'Attestato di Qualificazione Energetica la cui disciplina è stata introdotta a seguito delle modifiche al D.Lgs. n. 192/2005 apportate dal D.Lgs. 29 dicembre 2006, n. 311, è confermata, in toto, anche dal D.L. n. 63/2013. Detto attestato è chiamato a svolgere il ruolo di **strumento di controllo “ex post”** del rispetto, in fase di costruzione o ristrutturazione degli edifici delle prescrizioni volte a migliorarne le prestazioni energetiche (Art. 8, comma 2, D.Lgs. n. 192/2005); l'Attestato di Qualificazione Energetica deve essere redatto con i contenuti minimi di cui allo schema riportato nell'Appendice D – **Format di Attestato di Qualificazione Energetica** delle Linee guida nazionali per la certificazione energetica (vedi p. 67).

3.2. Prescrizioni

Gli edifici e gli impianti devono essere progettati per assicurare, in relazione al progresso della tecnica e tenendo conto del principio di efficacia sotto il profilo dei costi, il massimo contenimento dei consumi di energia non rinnovabile e totale.

¹ Lo schema di tale relazione è riportata al Capitolo 9, p. 71.

Nel caso di intervento che riguardi le strutture opache delimitanti il volume climatizzato verso l'esterno, si procede in conformità alla normativa tecnica vigente (UNI EN ISO 13788), alla verifica dell'assenza:

- a) di rischio di formazione di muffe, con particolare attenzione ai ponti termici negli edifici di nuova costruzione;
- b) di condensazioni interstiziali.

Tali verifiche si effettuano con il metodo cosiddetto di **Glaser**².

Le condizioni interne di utilizzazione sono quelle previste nell'Appendice alla norma sopra citata, secondo il metodo delle classi di concentrazione. Le medesime verifiche possono essere effettuate con riferimento a condizioni diverse, qualora esista un sistema di controllo dell'umidità interna e se ne tenga conto nella determinazione dei fabbisogni di energia primaria per riscaldamento e raffrescamento.

Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nonché di limitare il surriscaldamento a scala urbana, per le strutture di copertura degli edifici è obbligatoria la verifica dell'efficacia, in termini di rapporto costi-benefici, dell'utilizzo di:

- a) materiali a elevata riflettanza solare per le coperture (*cool roof*), assumendo per questi ultimi un valore di riflettanza solare non inferiore a:
 - 0,65 nel caso di coperture piane;
 - 0,30 nel caso di copertura a falde;

Il **cool roof** (tetto freddo), è un'efficace soluzione per ridurre il surriscaldamento estivo degli edifici. Il **cool roof**, è un sistema di coperture in grado di mantenere fresche le superfici esposte, riflettendo la radiazione solare incidente, contribuendo così ad aumentare il **comfort degli ambienti interni** e permettendo di abbassare i costi dovuti alle spese di raffrescamento degli edifici. Il sistema di raffrescamento passivo "**cool roof**", per il suo funzionamento sfrutta materiali ad alta **riflettanza solare** e ad **alta emissività** termica, capaci di emettere nell'atmosfera calore sotto forma di radiazione infrarossa mantenendo il tetto fresco anche sotto la radiazione solare diretta.

La **riflettanza** solare o albedo di un materiale è la sua capacità di riflettere la radiazione solare incidente. Il suo valore varia da 0, per un materiale totalmente assorbente, fino a 1 per un materiale perfettamente riflettente.

L'**emissività termica** è la capacità del materiale di emettere calore nella lunghezza d'onda dell'infrarosso. Il suo valore varia, anche in questo caso, da 0 a 1.

- b) tecnologie di climatizzazione passiva (a titolo esemplificativo e non esaustivo: ventilazione, coperture a verde).

La destinazione a verde della copertura degli edifici e un valida strategia impiegata nella architettura bioclimatica sia per limitare l'impatto ambientale della costruzione e sia perché contribuisce alla riduzione del fabbisogno energetico dell'edificio. La sua adozione comporta altri vantaggi economici ed ecologici:

² Vedi il Capitolo 13 (*Verifica Termogrametrica*), p. 174.

CAPITOLO 4

REQUISITI E PRESCRIZIONI SPECIFICHE PER GLI EDIFICI DI NUOVA COSTRUZIONE O SOGGETTI A RISTRUTTURAZIONI IMPORTANTI DI PRIMO LIVELLO

4.1. Prescrizioni

Nel caso di nuove costruzioni o ristrutturazioni importanti, qualora a una distanza inferiore a m 1.000 dall'edificio oggetto del progetto, esistano di reti di teleriscaldamento e teleraffrescamento, deve effettuarsi una valutazione tecnico-economica sulla convenienza ad allacciarsi a tali reti. Nel caso di esito favorevole, è obbligatoria la predisposizione delle opere murarie e impiantistiche, necessarie al collegamento alle predette reti. In ogni caso, la soluzione prescelta deve essere motivata nella relazione tecnica. Ai fini delle predette valutazioni il fornitore del servizio, su semplice richiesta dell'interessato, è tenuto a dichiarare il costo annuale, comprensivo di imposte e quote fisse, della fornitura dell'energia termica richiesta per un uso standard dell'edificio.

I gestori dei medesimi impianti si dotano di certificazione atta a comprovare i fattori di conversione in energia primaria dell'energia termica fornita al punto di consegna dell'edificio. Copia del certificato con i valori dei fattori di conversione, sarà resa disponibile sul sito internet del gestore.

Detta certificazione è rilasciata, in conformità alla normativa tecnica vigente, da un ente di certificazione accreditato da ACCREDIA, o da altro ente di Accreditamento firmatario degli accordi EA di Mutuo riconoscimento per lo schema specifico.

Gli impianti di climatizzazione invernale devono essere dotati di sistemi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali o nelle singole zone termiche al fine di non determinare sovra riscaldamento per effetto degli apporti solari e degli apporti gratuiti interni. Tali sistemi devono essere assistiti da compensazione climatica; la compensazione climatica può essere omessa ove la tecnologia impiantistica preveda sistemi di controllo equivalenti o di maggiore efficienza o qualora non sia tecnicamente realizzabile. Tali differenti impedimenti devono essere debitamente documentati nella relazione tecnica di progetto.

Nel caso di nuovi edifici o edifici sottoposti a ristrutturazione importante di primo livello, si provvede all'installazione di sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata, conformemente a quanto previsto all'articolo 9 del decreto legislativo 4 luglio 2014, n. 102.

Nel caso di impianti termici al servizio di più unità immobiliari è obbligatoria l'installazione di un sistema di contabilizzazione del calore, del freddo e dell'acqua calda sanitaria.

Per gli edifici a uso non residenziale è reso obbligatorio un livello minimo di automazione per il controllo, la regolazione e la gestione delle tecnologie dell'edificio e degli impianti termici (BACS), corrispondente alla Classe B, come definita nella Tabella 1 della norma UNI EN 15232 e successive modifiche o norma equivalente.

La norma EN15232 (utilizzabile sia per la progettazione di nuovi edifici che per la verifica di edifici esistenti) è la base di partenza per l'implementazione dell'Efficienza Energetica Attiva negli Edifici. In particolare, questa norma introduce una classificazione in 4 classi di efficienza energetica delle funzioni di controllo degli impianti tecnici degli edifici, nonché due

metodi di calcolo (uno dettagliato ed uno semplificato) per stimare l'impatto dei sistemi di automazione e controllo sulle prestazioni energetiche degli edifici:

- 1) **Classe A** "HIGH ENERGY PERFORMANCE": corrisponde a sistemi BAC¹ e TBM² "ad alte prestazioni energetiche" cioè con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto.
- 2) **Classe B** "ADVANCED": comprende gli impianti dotati di un sistema di automazione e controllo (BACS) avanzato e dotati anche di alcune funzioni di gestione degli impianti tecnici di edificio (TBM) specifiche per una gestione centralizzata e coordinata dei singoli impianti;
- 3) **Classe C** "STANDARD" (riferimento): corrisponde agli impianti dotati di sistemi di automazione e controllo degli edifici (BACS) "tradizionali", eventualmente dotati di BUS di comunicazione, comunque a livelli prestazionali minimi rispetto alle loro reali potenzialità;
- 4) **Classe D** "NON ENERGY EFFICIENT": comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazione e controllo, non efficienti dal punto di vista energetico.

La Classe C è considerata dal normatore la classe di riferimento perché considerata lo standard tecnologico di partenza.

Gli impianti tecnici dell'edificio contemplati dalla EN 15232 sono:

- Riscaldamento;
- Raffrescamento
- Ventilazione e condizionamento;
- Illuminazione;
- Controllo delle schermature solari;
- Controllo con sistemi di automazione dell'edificio (BACS);
- Gestione centralizzata dell'edificio (TBM).

4.2. Verifiche

Oltre le prescrizioni occorre verificare altresì il rispetto di requisiti minimi. Deve controllarsi che il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente H'_T , determinato per l'intera porzione dell'involucro oggetto dell'intervento (parete verticale, copertura, solaio, serramenti, ecc.), comprensiva di tutti i componenti, su cui si è intervenuti, risulti inferiore al pertinente valore limite riportato alla quarta riga, della Tabella 10, dell'Appendice A del decreto sui requisiti minimi, per tutte le categorie di edifici.

Tabella 10. Valore massimo ammissibile del coefficiente globale di scambio termico H'_T (W/m^2K)

Numero riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V)	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
1	$S/V \geq 0,7$	0,58	0,55	0,53	0,50	0,48
2	$0,7 > S/V \geq 0,4$	0,63	0,60	0,58	0,55	0,53
3	$0,4 > S/V$	0,80	0,80	0,80	0,75	0,70
Numero riga	RAPPORTO DI INTERVENTO	Zona climatica				
		A e B	C	D	E	F
4	Ampliamenti e Ristrutturazioni importanti di secondo livello per tutte le tipologie edilizie	0,73	0,70	0,68	0,65	0,62

¹ BACS (Building Automation and Control Systems).

² TBM (Technical Home and Building Management).

EDIFICIO DI RIFERIMENTO E EDIFICI AD ENERGIA QUASI ZERO

7.1. Involucro edilizio

Con edificio di riferimento o target si intende un edificio identico in termini di geometria (sagoma, volumi, superficie calpestabile, superfici degli elementi costruttivi e dei componenti), orientamento, ubicazione territoriale, destinazione d'uso e situazione al contorno e **avente caratteristiche termiche e parametri energetici predeterminati**.

L'edificio di riferimento ha pertanto l'involucro edilizio predeterminato in funzione della zona climatica di appartenenza. La norma stabilisce, in funzione della zona climatica di appartenenza, i valori di trasmittanza che debbono avere i vari componenti dell'involucro edilizio dell'edificio di riferimento.

Le prestazioni termiche dell'involucro tengano conto dei parametri termici riportati nelle tabelle che seguono. Le tabelle sono redatte distinguendo sia l'anno di vigenza e sia se trattasi di edifici pubblici, ad uso pubblico, oppure edifici privati.

Trasmittanza elementi disperdenti edificio di riferimento per l'anno 2015: U [$W/m^2 \cdot K$]

Dal 1 ottobre 2015 per tutti gli edifici: pubblici e a uso pubblico e privati

Tipologia elemento disperdente	Zone climatiche				
	A e B	C	D	E	F
Strutture opache verso l'esterno, ambienti non climatizzati, o controterra.	0,45	0,38	0,34	0,30	0,28
Strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno, ambienti non climatizzati.	0,38	0,36	0,30	0,25	0,23
Strutture opache di pavimento verso l'esterno, ambienti non climatizzati, o controterra.	0,46	0,40	0,32	0,30	0,28
Chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati.	3,2	2,40	2,00	1,80	1,50
Strutture opache verticali e orizzontali di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti.	0,80				

Trasmittanza elementi disperdenti edificio di riferimento per l'anno 2019: U [$W/m^2 \cdot K$]

Per gli edifici pubblici e a uso pubblico

Tipologia elemento disperdente	Zone climatiche				
	A e B	C	D	E	F
Strutture opache verticali verso l'esterno, ambienti non climatizzati, o controterra.	0,43	0,34	0,29	0,26	0,24
Strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno, ambienti non climatizzati.	0,35	0,33	0,26	0,22	0,20

[segue]

Tipologia elemento disperdente	Zone climatiche				
	A e B	C	D	E	F
Strutture opache di pavimento verso l'esterno, gli ambienti non climatizzati o controterra.	0,44	0,38	0,29	0,26	0,24
Chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati.	3,00	2,20	1,80	1,40	1,10
Strutture opache verticali e orizzontali di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti.	0,80				
A partire dal 1 gennaio 2021 gli stessi valori si applicheranno per tutti gli edifici.					

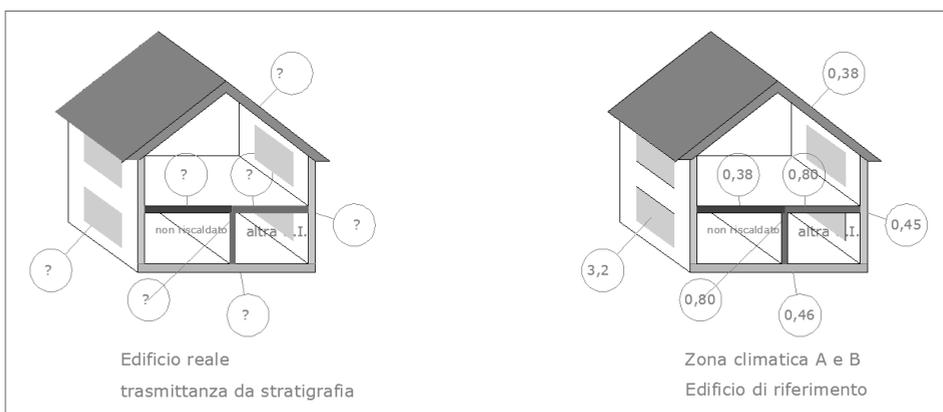
Nell'utilizzo dei dati di trasmittanza delle superiori tabelle deve considerarsi:

- 1) Nel caso di strutture delimitanti lo spazio riscaldato verso ambienti non climatizzati, si assume come trasmittanza il valore della pertinente tabella diviso per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI/TS 11300-1 in forma tabellare.
- 2) Nel caso di strutture rivolte verso il terreno, i valori delle pertinenti tabelle devono essere confrontati con i valori della trasmittanza termica equivalente calcolati in base alle UNI EN ISO 13370.
- 3) I valori di trasmittanza delle precedenti tabelle si considerano comprensive dell'effetto dei ponti termici.
- 4) Per le strutture opache verso l'esterno si considera il **coefficiente di assorbimento solare dell'edificio reale**.

Per i componenti finestrati si assume il fattore di trasmissione globale di energia solare attraverso i componenti finestrati g_{gl+sh} riportato in tabella, in presenza di una schermatura mobile.

Zona climatica	g_{gl+sh}	
	2015	2019/2021
Tutte le zone	0,35	0,35

Nelle immagini seguenti si riporta l'ipotetico edificio di riferimento per la varie zona climatiche, con i valori previsti nell'anno 2015.



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

8.1. Generalità

DECRETO del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015 [G.U.R.I. 15-07-2015, n. 162 – s.o. n. 39] In vigore a partire dal 1 ottobre 2015	<i>Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.</i>
DECRETO LINEE GUIDA	

Il D.M. 26 giugno 2015 “*Adeguamento del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici*” intende promuovere sull’intero territorio nazionale una maggiore uniformità di:

- a) metodologie di calcolo, anche semplificate per gli edifici caratterizzati da ridotte dimensioni e prestazioni energetiche di modesta qualità, finalizzate a ridurre i costi a carico dei cittadini;
- b) format di APE, comprendente tutti i dati relativi all’efficienza energetica dell’edificio e all’utilizzo delle fonti rinnovabili nello stesso, al fine di consentire ai cittadini di valutare e confrontare edifici diversi;
- c) schema di annuncio di vendita o locazione che renda uniformi le informazioni sulla qualità energetica degli edifici fornite ai cittadini;
- d) un Sistema Informativo sugli Attestati di Prestazione Energetica comune a tutto il territorio nazionale (SIAPE)

Il decreto entrerà in vigore a decorrere dal 1 ottobre 2015. Gli attestati di certificazione energetica già redatti e ancora in corso di validità restano validi. Entro la data di entrata in vigore del decreto, l’ENEA, adeguerà lo strumento di calcolo semplificato denominato “DOCET” per tenere conto degli aggiornamenti introdotti dal presente decreto e dal decreto requisiti minimi.

L’ENEA dovrà, inoltre, istituire la banca dati nazionale, denominata SIAPE, per la raccolta dei dati relativi agli APE, agli impianti termici e ai relativi controlli e ispezioni. Tale banca dati nazionale sarà istituita da ENEA entro 90 giorni dall’entrata in vigore delle Linee guida (dal due gennaio 2016 dovrebbe essere operativa). Tale banca dati nazionale sarà aggiornata dalle regioni e dalle province autonome che riverseranno, entro il 31 marzo di ogni anno, tutti i dati ricevuti relativi all’anno ultimo trascorso.

Le regioni, le province autonome e i comuni accedono, per via telematica, alla totalità dei dati presenti nel SIAPE relativamente alla zona geografica di competenza e, per quanto riguarda il restante territorio nazionale, accedono ai dati in forma aggregata. I cittadini accedono ai dati presenti nel SIAPE in forma aggregata.

8.2. Elementi essenziali

L'Attestato di Prestazione Energetica come previsto nelle Linee guida, dovrà contenere obbligatoriamente, per l'edificio o per l'unità immobiliare, pena l'invalidità:

- la prestazione energetica globale, espressa sia in termini di energia primaria totale che di energia primaria non rinnovabile;
- la classe energetica, determinata attraverso l'indice di prestazione energetica globale, espresso in energia primaria non rinnovabile;
- la qualità energetica del fabbricato ai fini del contenimento dei consumi energetici per il riscaldamento e il raffrescamento, espressa attraverso gli indici di prestazione termica utile per la climatizzazione invernale ed estiva dell'edificio;
- le emissioni di anidride carbonica;
- l'energia esportata;
- i valori di riferimento, quali i requisiti minimi di efficienza energetica vigenti a norma di legge;
- suggerimenti e raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica, con le proposte degli interventi più significativi ed economicamente convenienti;
- informazioni correlate al miglioramento della prestazione energetica, quali gli incentivi di carattere finanziario e l'opportunità di eseguire diagnosi energetiche.

Altri elementi essenziali dell'APE sono:

- le norme tecniche di riferimento;
- le procedure e i metodi di calcolo della prestazione energetica degli edifici, compresi i metodi semplificati;
- requisiti professionali e i criteri per assicurare la qualificazione e l'indipendenza dei soggetti preposti alla certificazione energetica degli edifici, desumibili dal decreto del Presidente della Repubblica 16 aprile 2013, n. 75.

8.3. Validità degli APE

L'attestato dovrà essere redatto da un certificatore energetico, abilitato ai sensi del D.P.R. n. 75/2013, **dopo avere effettuato almeno un sopralluogo**.

La validità temporale dell'APE è fissata a 10 anni tranne che non si effettuino interventi di ristrutturazione o riqualificazione che riguardino gli elementi edilizi o gli impianti tecnici in maniera tale da modificare la classe energetica dell'edificio o dell'unità immobiliare.

La validità massima dell'APE è subordinata al rispetto delle prescrizioni per le operazioni di controllo di efficienza energetica degli impianti tecnici dell'edificio, in particolare per gli impianti termici.

I libretti di impianto di cui al D.M. 10 febbraio 2014 e successive modificazioni devono essere allegati, in originale, in copia cartacea o in formato elettronico, all'APE.

8.4. Firma digitale

Nel caso in cui l'APE sia sottoscritto con firma digitale e venga depositato su catasti o registri telematici creati dalle Pubbliche Amministrazioni non è più necessaria la marcatura temporale ai fini del riconoscimento del suo valore legale per tutti gli usi previsti dalla legge. L'APE firmato

SCHEMI E MODALITÀ DI RIFERIMENTO PER LA COMPILAZIONE DELLA RELAZIONE TECNICA DI PROGETTO

9.1. Generalità

DECRETO del Ministero dello Sviluppo Economico 26 giugno 2015 [G.U.R.I. 15-07-2015, n. 162 – s.o. n. 39] In vigore a partire dal 1 ottobre 2015	<i>Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.</i>
DECRETO DELLA RELAZIONE TECNICA	

La Legge 10 del 1991, la prima norma italiana che si occupava di risparmio energetico, prevedeva all'articolo 28 una Relazione tecnica sul rispetto delle prescrizioni costruttive riportate nella stessa norma. Tale relazione doveva essere presentata al comune, in doppia copia, e doveva essere sottoscritta dal progettista o dai progettisti che ne attestavano la rispondenza alle prescrizioni di legge. Era sanzionata la mancata presentazione di detta relazione.

Il successivo Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192 (*Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia*), all'articolo 8 (*Relazione tecnica, accertamenti e ispezioni*) così recita:

«[...] 1. *Il progettista o i progettisti, nell'ambito delle rispettive competenze edili, impiantistiche termotecniche, elettriche e illuminotecniche, devono inserire i calcoli e le verifiche previste dal presente decreto nella relazione tecnica di progetto attestante la rispondenza alle prescrizioni per il contenimento del consumo di energia degli edifici e dei relativi impianti termici, che il proprietario dell'edificio, o chi ne ha titolo, deve depositare presso le amministrazioni competenti, in doppia copia, contestualmente alla dichiarazione di inizio dei lavori complessivi o degli specifici interventi proposti, o alla domanda di concessione edilizia [...]*». Tale decreto nell'Allegato E riporta uno schema di relazione, valido per tutte le tipologie di lavori.

L'aggiornamento con il D.M. 26 giugno 2015 recante “*Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici*” adegua gli schemi di relazione tecnica ai nuovi requisiti minimi e alle diverse tipologie di lavori soggette all'applicazione del D.Lgs. n. 192/2005 come modificato dalla Legge n. 90/2013.

Il D.M. 26 giugno 2015, riporta tre schemi di relazione. In ciascuno dei 3 allegati al decreto è riportato lo schema della relazione contenente le diverse verifiche richieste, in particolare nel decreto dei requisiti minimi, al variare della tipologia di intervento, secondo il seguente elenco:

- 1) l'Allegato 1 è da utilizzarsi per le nuove costruzioni, le ristrutturazioni importanti di primo livello, Edifici ad Energia Quasi Zero;

- 2) l'Allegato 2 vale per la riqualificazione energetica e ristrutturazioni importanti di secondo livello. Costruzioni con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici;
- 3) l'Allegato 3 nel caso di riqualificazione energetica degli impianti tecnici.

Questi schemi di relazione tecnica riportano le informazioni minime necessarie per consentire agli organismi pubblici di verificare il rispetto delle norme vigenti, ma possono servire altresì come traccia, come *check-list* al progettista per verificare di aver seguito fedelmente la norma.

In ciascuno dei 3 allegati al decreto stesso, infatti, è riportato lo schema della relazione contenente le diverse verifiche richieste, in funzione del tipo di intervento da effettuare.

Tali schemi, contengono, salvo particolarizzazioni ai singoli casi:

- informazioni generali;
- fattori tipologici dell'edificio;
- parametri climatici della località;
- dati tecnici e costruttivi dell'edificio e delle relative strutture;
- informazioni generali e prescrizioni;
- dati relativi agli impianti:
 - i) impianti termici;
 - ii) fotovoltaici;
 - iii) solari termici;
 - iv) di illuminazione;
 - v) ecc.
- principali risultati dei calcoli:
 - i) involucro edilizio e ricambio d'aria;
 - ii) indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;
 - iii) indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;
 - iv) indice di prestazione energetica per la produzione di acqua calda sanitaria;
 - v) indice di prestazione energetica per la ventilazione;
 - vi) indice di prestazione energetica per l'illuminazione;
- elementi specifici che motivano deroghe a norme vigenti;
- eventuale documentazione allegata;
- dichiarazione di rispondenza.

Il primo schema, relativo alle nuove costruzioni, le ristrutturazioni importanti di primo livello e gli edifici ad energia quasi zero, è quello che sostanzialmente contiene le maggiori innovazioni rispetto alla precedente versione dello schema, riportato nell'Allegato E del D.Lgs. n. 192/2005. Infatti, tutta la Sezione 6 "**Principali risultati dei calcoli**", è praticamente nuova.

In questa sezione vanno principalmente riportate le seguenti verifiche:

$H'_T < H_{(T,L)}$ *verifica coefficiente di scambio termico per trasmissione;*

$\frac{A_{sol,est}}{A_{sup,utile}} < \left(\frac{A_{sol,est}}{A_{sup,utile}} \right)_{limite}$ *area solare equivalente estiva;*

$EP_{H,nd} < EP_{H,nd,limite}$ *indice di prestazione termica utile climatizzazione invernale;*

$EP_{C,nd} < EP_{C,nd,limite}$ *indice di prestazione termica utile climatizzazione invernale;*

$EP_{gl,tot} < EP_{gl,tot,limite}$ *indice della prestazione energetica globale;*

$\eta_H > \eta_{H,limite}$ *efficienza media stagionale impianto riscaldamento;*

$\eta_W > \eta_{W,limite}$ *efficienza media stagionale impianto acqua calda sanitaria;*

$\eta_C > \eta_{C,limite}$ *efficienza media stagionale impianto di raffrescamento.*

Di seguito lo **Schema 1** per relazione tecnica relativa a *Nuove costruzioni, Ristrutturazioni importanti di primo livello, Edifici ad Energia Quasi Zero*.

9.2. Schema 1 – Nuove costruzioni, le ristrutturazioni importanti di primo livello, Edifici ad Energia Quasi Zero

Un edificio esistente è sottoposto a ristrutturazione importante di primo livello quando l'intervento ricade nelle tipologie indicate al paragrafo 1.4.1, comma 3, lettera a) dell'Allegato 1 del decreto di cui all'articolo 4, comma 1 del D.Lgs. n. 192/2005.

Il seguente schema di relazione tecnica contiene le informazioni minime necessarie per accertare l'osservanza delle norme vigenti da parte degli organismi pubblici competenti. Lo schema di relazione tecnica si riferisce all'applicazione integrale del D.Lgs. n. 192/2005.

1. INFORMAZIONI GENERALI

Comune di Provincia

Progetto per la realizzazione di (specificare il tipo di opere):
.....
.....

Edificio pubblico: sì no

Edificio a uso pubblico: sì no

SOGGETTI OBBLIGATI E REGIME SANZIONATORIO

10.1. Soggetti obbligati alla dotazione dell'Attestato di Prestazione Energetica

L'Attestato di Prestazione Energetica, ormai comunemente indicato con l'acronimo APE, unitamente alla presenza di "raccomandazioni per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio con le proposte degli interventi più significativi ed economicamente convenienti, separando la previsione di interventi di ristrutturazione importanti da quelli di riqualificazione energetica" è una delle maggiori novità del D.L. n. 63/2013.

Generalmente l'APE si riferisce alla singola unità immobiliare. Può essere riferita a più unità immobiliari solamente quando esse abbiano la medesima destinazione d'uso, la medesima situazione al contorno, il medesimo orientamento e geometria nonché siano servite, qualora presente, dal medesimo impianto termico destinato alla climatizzazione invernale e, qualora presente, dal medesimo sistema di climatizzazione estiva.

L'obbligo di dotare l'edificio dell'APE è in capo a due diversi soggetti:

EDIFICI PRIVATI	
Edifici nuovi	A carico del costruttore, sia esso committente o società di costruzione che opera direttamente.
Edifici esistenti	A carico del proprietario dell'immobile, nei seguenti casi: a) vendita di edifici o unità immobiliari; b) nuova locazione di edifici o unità immobiliari.

L'obbligo di dotare l'edificio dell'APE nasce quando si ricade in uno dei casi riportati nella tabella precedente (*Edifici privati*), oppure quando si deve procedere alla stipula di un atto di compravendita secondo la seguente tempistica:

Entrata in vigore	Tipo di intervento	Adempimento	Soggetto responsabile
6 giugno 2013	L'atto di compravendita ma, anche, in generale, tutti gli atti di trasferimento di immobili a titolo oneroso	Obbligo Attestato di Prestazione Energetica (allegazione al titolo di proprietà)	PROPRIETARIO
6 giugno 2013	Contratti di locazione di edifici o di singole unità immobiliari soggetti a registrazione. Sono esclusi da tali obblighi oltre i contratti che non possano considerarsi nuove locazioni (proroghe, cessioni di contratto,	In caso di locazione di singola unità immobiliare, non è obbligatorio allegare l'APE al contratto di locazione. Tuttavia, è necessario inserire	PROPRIETARIO

[segue]

Entrata in vigore	Tipo di intervento	Adempimento	Soggetto responsabile
	subentri ex art. 2558 c.c., ecc.) anche i nuovi contratti non soggetti a registrazione (in pratica i soli contratti che non superano i 30 giorni complessivi nell'anno)	nel contratto una clausola con la quale il conduttore dichiara di aver ricevuto le informazioni e la documentazione, comprensiva dell'attestato, relativa all'attestazione della prestazione energetica degli edifici. (Articolo 6, D.Lgs. 19 agosto 2005, n. 192).	

Il decreto legislativo 192, così come modificato e integrato, stabilisce, inoltre, che gli annunci commerciali di vendita o locazione di edifici devono riportare *l'indice di prestazione energetica dell'involucro edilizio e globale dell'edificio o dell'unità immobiliare e la classe energetica corrispondente* (articolo 6).

Per gli edifici pubblici si ha:

EDIFICI DI PROPRIETÀ PUBBLICA		
A decorrere dal 31 gennaio 2014	Edifici aperti al pubblico e utilizzati da pubbliche amministrazioni con superficie superiore a 500 m ²	Il soggetto responsabile per la gestione dovrà produrre l'APE e affiggerlo in modo visibile all'ingresso dell'edificio
A decorrere dal 9 luglio 2015	Edifici aperti al pubblico e utilizzati da pubbliche amministrazioni con superficie superiore a 250 m ²	Il soggetto responsabile per la gestione dovrà produrre l'APE e affiggerlo in modo visibile all'ingresso dell'edificio
Per gli edifici scolastici tali obblighi ricadono sugli enti proprietari di cui all'articolo 3 della legge 11 gennaio 1996, n. 23		

Nel caso l'edificio sia a uso pubblico, l'onere può essere assolto sia dal proprietario o sia dal soggetto responsabile della gestione.

Qualora il soggetto responsabile non provveda alla redazione dell'APE come richiesto dalla norma sarà soggetto alle seguenti sanzioni:

Tipologia omissiva	Sanzione
Mancata dotazione dell'Attestato di Prestazione Energetica degli edifici di nuova costruzione e quelli sottoposti a ristrutturazioni importanti	Sanzione amministrativa non inferiore a 3.000 euro e non superiore a 18.000 euro
Mancata dotazione dell'Attestato di Prestazione Energetica le unità immobiliari relative al caso di vendita	Sanzione amministrativa non inferiore a 3.000 euro e non superiore a 18.000 euro

[segue]

DATI CLIMATICI

11.1. Premessa

La nuova UNI 10349 con la versione pubblicata a marzo 2016 aggiorna i dati climatici contenuti nella versione precedente del 1994 ed è costituita da tre parti:

- **UNI 10349-1:** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 1: Medie mensili per la valutazione della prestazione termo-energetica dell'edificio e metodi per ripartire l'irradianza solare nella frazione diretta e diffusa e per calcolare l'irradianza solare su di una superficie inclinata. Questa norma contiene i dati climatici convenzionali necessari per la verifica delle prestazioni energetiche e termoigrometriche degli edifici, inclusi gli impianti tecnici per la climatizzazione estiva e invernale a essi asserviti.
- **UNI 10349-2:** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 2: Dati di progetto. Questa fornisce, per il territorio italiano, i dati climatici convenzionali necessari per la progettazione delle prestazioni energetiche e termoigrometriche degli edifici, inclusi gli impianti tecnici per la climatizzazione estiva ed invernale ad essi asserviti. Questo rapporto tecnico contiene i dati climatici convenzionali necessari per la progettazione delle prestazioni energetiche e termoigrometriche degli edifici, inclusi gli impianti tecnici per la climatizzazione estiva ed invernale ad essi asserviti. I dati contenuti in questo rapporto tecnico sono rappresentativi delle condizioni climatiche limite, da utilizzare per il dimensionamento degli impianti tecnici per la climatizzazione estiva e invernale e per valutare il rischio di surriscaldamento estivo.
- **UNI 10349-3:** Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici – Parte 3: Differenze di temperatura cumulate (gradi giorno) ed altri indici. Questa norma fornisce metodi di calcolo e prospetti di sintesi relativi a indici sintetici da utilizzarsi per la descrizione climatica del territorio. Questa completa la UNI EN ISO 15927-6 fornendo la metodologia di calcolo per la determinazione, sia nella stagione di raffrescamento, sia nella stagione di riscaldamento degli edifici degli edifici, dei gradi giorno, delle differenze cumulate di umidità massica, della radiazione solare cumulata sul piano orizzontale e dell'indice sintetico di severità climatico del territorio. Gli indici possono anche essere utilizzati per una prima verifica di massima degli impianti.

11.2. UNI 10349-1

La prima parte del pacchetto UNI 10349 fornisce i dati climatici per il calcolo dei fabbisogni annuali di energia per il riscaldamento ed il raffrescamento degli edifici.

In particolare per tutti capoluoghi di provincia (110) contiene:

- i dati di longitudine, latitudine e quota delle stazione di rilevamento considerate per ogni provincia;

- i valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna per il calcolo delle dispersioni dell'edificio;
- i valori di irradiazione solare giornaliera media mensile sul piano orizzontale, suddivisa nelle componenti diretta e diffusa per il calcolo degli apporti solari su componenti opache e trasparenti;
- i valori medi mensili e annuali della velocità media giornaliera e della direzione prevalente del vento;
- i valori medi mensili della pressione parziale media giornaliera di vapore dell'aria esterna per il calcolo degli scambi termici latenti e per le verifiche termoigrometriche;
- la procedura di calcolo dei dati climatici medi mensili per i comuni non capoluoghi di provincia;
- la procedura di calcolo per la ripartizione dell'irradianza solare oraria nella frazione diretta e diffusa su di una superficie comunque inclinata ed orientata con modello di cielo isotropo (Appendice A);
- la procedura di calcolo dell'irradianza diffusa dalla volta celeste con il modello di cielo di Perez (Appendice B);
- la procedura di calcolo dell'irradiazione solare media mensile su di una superficie comunque inclinata ed orientata nello spazio (Appendice C).

Preliminarmente bisogna chiarire che i dati climatici di cui parleremo sono delle quantità convenzionali da utilizzare esclusivamente ai fini del calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento degli edifici, la verifica igrometrica ai fenomeni di condensazione al vapore, il calcolo della temperatura estiva degli ambienti. È necessario altresì premettere alcune definizioni così come enunciate nelle norme.

11.2.1. Temperatura dell'aria esterna

La temperatura dell'aria esterna che qui si considera è un valore puramente convenzionale essendo impossibile stabilire, se non storicamente, le temperature in dato luogo. Inoltre, dovendo essere l'attestazione della bontà energetica di un edificio svincolata da particolari condizioni climatiche che potrebbero verificarsi in certi anni particolari, questa viene fissata, per un certo numero di località, dalla norma.

I valori medi delle temperature mensili sono stati stabiliti, per tutti i capoluoghi delle province italiane dalla norma UNI 10349 dell'aprile 2016 e si presentano come nello stralcio del Prospetto 5 di seguito riportato:

Prospetto 5 – Valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna riferita alle stazioni di rilevazione dei dati climatici e valori del gradiente verticale di temperatura

N.	Sigla prov.	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media annua	d
1	AG	11,8	10,9	12,1	14,9	18,8	22,8	24,8	24,8	22,8	19,7	17,0	13,3	17,8	1/174
2	AL	1,5	4,2	8,4	11,9	17,5	21,6	23,5	22,4	17,6	12,5	6,7	1,1	12,5	1/178
3	AN	6,6	6,9	10,6	13,9	18,8	22,2	25,7	24,3	20,6	15,7	11,0	8,3	15,4	1/147
4	AO	-0,2	3,5	7,4	11,5	15,7	19,6	21,7	20,8	16,4	11,1	4,4	0,3	11,1	1/178

Per le località non comprese in tale elenco è possibile ottenere un corretto valore delle loro temperature che tenga conto delle loro specifiche posizioni ed altitudini. Occorre preliminar-

LA TRASMITTANZA TERMICA

12.1. La trasmittanza termica di elementi opachi

Gli elementi che costituiscono l'involucro edilizio, a causa della differenza di temperatura tra la sua parte interna e quella esterna, sono attraversati da un flusso di calore diretto verso l'esterno durante il periodo invernale, che incide fortemente nel bilancio energetico dell'edificio. La grandezza principale per determinare le dispersioni termiche e la trasmittanza termica (indicata con U), che rappresenta il flusso di calore che attraversa una superficie di 1 m^2 sottoposta a una differenza di temperatura di $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

Esula dai compiti di questo testo la trattazione teorica della trasmissione del calore attraverso un corpo solido, fenomeno tra l'altro assai complesso.

Per gli scopi di interesse del testo, si fanno le seguenti ipotesi:

- flusso di calore sia stazionario;
- elemento di forma geometrica piana;
- materiale omogeneo ed isotropo;
- superfici esterne alla parete siano isoterme.

Con queste condizioni al contorno, il calcolo della trasmittanza termica risulta essere agevole.

$$U = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_i} + \frac{s}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_e}} [\text{W/m}^2\text{K}] \quad [\text{Eq. 12.1}]$$

dove s è lo spessore del muro e λ è il coefficiente di conduzione o conducibilità termica e rappresenta la quantità di calore che attraversa 1 m^2 di parete omogenea spessa 1 m , nell'unità di tempo, per differenza di temperatura fra le due facce pari ad un grado.

12.2. La conduttività termica

La resistenza di uno strato omogeneo corrisponde al rapporto tra lo spessore, in metri, e la conduttività termica definita di progetto, dello strato medesimo, misurata in W/mK . La conduttività termica, si indica con λ , è una misura dell'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore. Tale grandezza e il rapporto, in condizioni stazionarie, fra il flusso di calore e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore.

La conduttività è una caratteristica intrinseca del materiale e non dipende dalla sua forma.

La conduttività dei vari materiali, utilizzati nel mondo delle costruzioni (laterizi, isolanti, cementi, legno, ecc.), è calcolata in conformità alla UNI EN ISO 10456:2008, oppure è ricavata da valori tabulati.

12.3. UNI 10351

La prima norma risale al 1994 ed è la UNI 10351:1994. Essa riporta i valori di conduttività termica e di permeabilità al vapore dei materiali da costruzione.

Nel dettaglio la norma riporta per le principali tipologie di materiale i dati relativi a:

- massa volumica (materiale secco);
- permeabilità al vapore (campo asciutto e campo umido);
- conduttività di riferimento λ_m ;
- maggiorazione percentuale m da applicare per passare alla conduttività utile di calcolo λ per condizioni d'uso standard.

In sostanza, la conduttività da utilizzare nei calcoli, secondo questa norma, è: $\lambda = \lambda_m \cdot (1 + m/100)$.

(seguito del prospetto)						
Materiale	ρ (kg/m ³)	$\delta_a \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	$\delta_u \cdot 10^{12}$ (kg/msPa)	λ_m (W/mK)	m %	λ (W/mK)
Materiali per impermeabilizzazioni						
— asfalto	2 100	$\cong 0$				0,70
— asfalto con sabbia	2 300	$\cong 0$				1,15
— bitume	1 200	$\cong 0$				0,17
— bitume con sabbia	1 300	$\cong 0$				0,26
— cartone catramato	1 600					0,50
— fogli di materiale sintetico (vedere materie plastiche compatte)	1 100	0,01 a 0,14				0,23
Materiali sfusi e di riempimento						
materiali sfusi a bassa massa volumica:						
— argilla espansa in granuli da 3 a 25 mm (valori di calcolo relativi ad applicazioni interne con umidità 1%; se applicata contro il terreno l'umidità sale al 20% circa e i valori di calcolo vengono maggiorati almeno del 50%) ¹⁾	280			0,08	15	0,09
	330			0,09	15	0,10
	450			0,10	15	0,12
— fibre di cellulosa (umidità del 15%, massa volumica relativa al materiale appena posato, costipamento per strati orizzontali inferiore al 25%; mancano informazioni sul costipamento di strati verticali)	32			0,040	45	0,058
— perlite espansa in granuli da 0,1 a 2,3 mm	100			0,055	20	0,066
— polistirolo espanso in granuli (umidità 3%; verificare il costipamento; verificare la uniforme distribuzione in strati orizzontali)	15			0,045	20	0,054
— pomice naturale	400			0,08		
— scorie espanse	600					0,13
— vermiculite espansa in granuli da 0,1 a 12 mm	80			0,064	20	0,077
	120			0,068	20	0,082
materiali sfusi ad alta massa volumica						
— ciottoli e pietre frantumate (umidità 2%)	1 500			0,4	75	0,7
— ghiaia grossa senza argilla (umidità 5%)	1 700			0,6	100	1,2
— sabbia secca (umidità < del 1%)	1 700			0,35	70	0,6

(segue prospetto)

L'utilizzo della maggiorazione percentuale è un modo per tener conto del fatto che il λ_m è determinato con prove di laboratorio, con condizioni di temperatura, umidità, invecchiamento e forme ben definite, mentre quando lo si mette in opera nella costruzione si trova in condizioni diverse.

Le differenze possono così riassumersi:

- variazione della conduttività al variare della temperatura;
- variazione della conduttività al variare del contenuto di umidità;
- variazione nel tempo (invecchiamento);
- variazione del prodotto.

La norma UNI 10351:1994 (richiamata dalle linee guida sulla certificazione energetica, nonostante una norma più recente, la UNI EN ISO 10456:2008¹⁾ fornisce valori "standard", da

¹⁾ Alla data di stesura del presente testo tale norma è in lingua inglese.

VERIFICA TERMOIGROMETRICA

13.1. Condensazione del vapore nelle strutture edilizie

13.1.1. Richiami generali

L'aria che quotidianamente respiriamo è un miscuglio di aria secca e vapor d'acqua ed i costituenti del miscuglio si trovano ad una data pressione che chiamiamo pressione parziale del vapor d'acqua. Esiste un limite alla quantità di vapore acqueo, per data temperatura, che è possibile miscelare all'aria. In questo caso non può essere immesso dell'altro vapor d'acqua, perché una parte di esso condenserebbe. L'aria in questo caso viene considerata satura e la pressione a cui si trova è detta pressione di saturazione. Si definisce umidità relativa il rapporto tra la pressione parziale di vapore e la corrispondente pressione di saturazione alla stessa temperatura

La pressione di saturazione P_s dell'aria alle varie temperature è riportata nella tabella sottostante, ed è stata ricavata applicando la formula:

$$p_{sat} = 610,5e^{\frac{17,269-\theta}{237,3+\theta}} \text{ per } \theta \geq 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad [\text{Eq. 13.1}]$$

$$p_{sat} = 610,5e^{\frac{21,875-\theta}{265,5+\theta}} \text{ per } \theta < 0 \text{ } ^\circ\text{C} \quad [\text{Eq. 13.2}]$$

Temperatura [°C]	Ps [Pa]	Temperatura [°C]	Ps [Pa]
-10	260	10	1228
-5	401	15	1705
0	611	20	2337
1	657	30	4241
5	872	40	7371

La conoscenza dei valori di umidità relativa – che si indica con UR e viene espressa in percentuale – interna ed esterna agli ambienti è necessaria per la valutazione delle condizioni di benessere. Vedremo che essa, assieme alla pressione parziale di vapore esterna è una delle grandezze necessarie per lo studio termoigrometrico delle strutture edilizie. La quantità di vapore d'acqua contenuta nell'aria umida è variabile e dipende non solo dalle condizioni climatiche locali ma anche dalla eventuale presenza di attività umane. All'interno degli edifici destinati ad attività umane, il contenuto di vapore dipende sia dal numero delle persone presenti sia dalle attività che vi si svolgono.

Nella tabella seguente sono riportati dei valori indicativi di produzione di vapore d'acqua.

Origine	Vapore prodotto [kg·10 ⁻⁶ /s]
Persona a riposo	14
Persona in attività moderata	30
Doccia	500

Tuttavia, il D.Lgs. n. 192/2005, nell'Allegato I comma 10, precisa che quando non esiste un sistema di controllo dell'umidità relativa, questa verrà assunta pari a 65% con la temperatura interna di 20 °C.

Un fenomeno che empiricamente tutti osserviamo è quello in cui ogni volta che la temperatura di un corpo è inferiore alla temperatura dell'aria che lo circonda, sulla superficie del corpo, generalmente, condensa una certa quantità di vapore. Questo fa diminuire nell'aria circostante il titolo (quantità) di vapore, rendendo la sua pressione parziale uguale alla pressione di saturazione, relativa a quella temperatura. La temperatura alla quale si verifica questo fenomeno è detta temperatura di rugiada dell'aria umida.

Il titolo o umidità assoluta o umidità specifica viene definito come il rapporto tra le due masse dei gas:

$$x = \frac{m_v}{m_a} \quad [\text{Eq. 13.3}]$$

dove:

m_v massa del gas in condizioni non sature;

m_a massa del gas in condizione di saturazione.

La quantità di vapore espressa in grammi per chilogrammo di aria secca viene calcolato con l'espressione:

$$x_s = 0,6249 * P_s / (P_a - P_s) \quad [\text{Eq. 13.4}]$$

dove:

P_s pressione di saturazione;

P_a pressione atmosferica.

Normalmente l'aria non è in condizioni di saturazione, ma contiene un quantitativo di vapore d'acqua minore. Si definisce umidità relativa o grado igrometrico, il rapporto tra pressione parziale del vapore nel volume considerato e quella che lo stesso avrebbe in condizioni di saturazione.

Nella trasmissione di calore sappiamo che il flusso termico si genera in conseguenza di un gradiente di temperatura, semplificando è la differenza di temperatura tra l'interno di un edificio (più alta) e l'esterno (meno alta) che fa instaurare il flusso di calore dall'interno verso l'esterno, attraverso una parete di chiusura. Analogamente un gradiente di pressione di vapore determina un movimento di vapore (diffusione) nella direzione delle pressioni parziale maggiore all'ambiente con pressione parziale minore.

Generalmente nei manufatti edilizi destinati ad attività umane la pressione parziale del vapor d'acqua all'interno, per il fatto che nell'ambiente interno la concentrazione di questo componente viene modificata dalle attività presenti, e maggiore di quella esterna. Di conseguenza tra l'aria interna ed esterna viene a crearsi, per il solo vapor d'acqua, un gradiente di pressione parziale che mette in moto una trasmissione del vapore attraverso le pareti esterne.

INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO

14.1. Note sul software incluso

Il software incluso¹ consente l'accesso ai seguenti documenti:

– APPROFONDIMENTI E SCHEMI

- **Approfondimento Tecnico** – *La nuova certificazione energetica degli edifici ai sensi dei 3 Decreti del MiSE 26 giugno 2015;*
- **Schema di Relazione tecnica** – *Nuove costruzioni, ristrutturazioni importanti di primo livello, EQZN;*
- **Schema di Relazione tecnica** – *Riqualificazione energetica, ristrutturazioni importanti di secondo livello, costruzioni esistenti con riqualificazione dell'involucro edilizio e di impianti termici;*
- **Schema di Relazione tecnica** – *Riqualificazione energetica degli impianti tecnici.*

– NORMATIVA

- **Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192** – *Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;*
- **Decreto Metodologie** – *Decreto MiSE 26 giugno 2015 (Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici);*
- **Decreto Relazione Tecnica** – *Decreto MiSE 26 giugno 2015 (Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici);*
- **Decreto Linee Guida** – *Decreto MiSE 26 giugno 2015 (Adeguamento del decreto del Ministro dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 – Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici).*

I documenti sono in formato DOC e PDF e richiedono la preinstallazione di Adobe Reader e di MS Word a cura dell'utente.

14.2. Requisiti hardware e software

- Processore da 2.00 GHz;
- MS Windows Vista/7/8/10 (è necessario disporre dei privilegi di amministratore);

¹ Il software incluso è parte integrante della presente pubblicazione e resterà disponibile nel menu **G-cloud** dell'area personale del sito www.grafill.it.

- MS .Net Framework 4 o vs. successive;
- 250 MB liberi sull’HDD;
- 2 GB di RAM;
- MS Word 2007 o vs. successive;
- Adobe Reader 11.x o vs. successive;
- Accesso ad internet e browser web.

14.3. Download del software e richiesta della password di attivazione

1) Collegarsi al seguente indirizzo internet:

http://www.grafill.it/pass/879_9.php

- 2) Inserire i codici “A” e “B” (vedi ultima pagina del volume) e cliccare [**Continua**].
- 3) **Per utenti registrati** su www.grafill.it: inserire i dati di accesso e cliccare [**Accedi**], accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**].
- 4) **Per utenti non registrati** su www.grafill.it: cliccare su [**Iscriviti**], compilare il form di registrazione e cliccare [**Iscriviti**], accettare la licenza d’uso e cliccare [**Continua**].
- 5) Un **link per il download del software** e la **password di attivazione** saranno inviati, in tempo reale, all’indirizzo di posta elettronica inserito nel form di registrazione.

14.4. Installazione ed attivazione del software

- 1) Scaricare il setup del software (file *.exe) cliccando sul link ricevuto per e-mail.
- 2) Installare il software facendo doppio-click sul file **88-8207-880-5.exe**.
- 3) Avviare il software:
 - Per **utenti MS Windows Vista/7/8**:
[Start] > [Tutti i programmi] > [Grafill] > [Certificazione energetica degli edifici II Ed] (cartella) > [Certificazione energetica degli edifici II Ed] (icona di avvio)
 - Per **utenti MS Windows 10**:
[Start] > [Tutte le app] > [Grafill] > [Certificazione energetica degli edifici II Ed] (icona di avvio)
- 4) Compilare la maschera *Registrazione Software* e cliccare su [**Registra**].

Registrazione Software

Cognome

Nome

Codice A

Password

Registra Richiedi Password

- 5) Verrà visualizzata la maschera iniziale del software, di seguito rappresentata, dalla quale si potrà accedere alle utilità disponibili.

