

Principali verifiche tecniche da effettuare per legge negli interventi di efficientamento energetico sul sistema edificio-impianti

prof. ing. Francesco Minichiello (francesco.minichiello@unina.it)

**Dipartimento di Ingegneria Industriale, Scuola Politecnica e delle Scienze di Base,
Università degli Studi di Napoli Federico II**

Direttiva 2010/31/UE (EPBD Recast)

DL 63/2013 e legge 90/2013

Decreti attuativi della legge e del DL:

- **DM 26.6.2015 "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici"**
- DM 26.6.2015 "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"
- DM 26.6.2015 "Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici"

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

Distinzione tra:

- edifici di nuova costruzione (fabbricati il cui titolo abilitativo sia stato dopo l'entrata in vigore del decreto) o edifici sottoposti a demolizione e ricostruzione
- **ristrutturazioni importanti (di primo e secondo livello)**
- **riqualificazioni energetiche**
- ampliamenti di edifici esistenti con nuovi impianti dedicati solo alla parte nuova («ampliamenti volumetrici con nuovi impianti»)

«Ristrutturazioni importanti»

Si definisce ristrutturazione importante l'intervento che interessa gli elementi e i componenti integrati costituenti l'involucro edilizio che delimitano un volume a temperatura controllata dall'ambiente esterno e da ambienti non climatizzati, con un'incidenza superiore al 25 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

a) **ristrutturazioni importanti di primo livello**: l'intervento, oltre a interessare l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, comprende anche la ristrutturazione dell'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva asservito all'intero edificio.

In tali casi i requisiti di prestazione energetica si applicano all'intero edificio e si riferiscono alla sua prestazione energetica relativa al servizio o servizi interessati.

Nota: si parla di «ristrutturazione dell'impianto termico» nel caso ci siano modifiche sostanziali sia dei sistemi di produzione che dei sistemi di distribuzione ed emissione del calore (FAQ 2.14, FAQ MISE Agosto 2016).

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

b) ristrutturazioni importanti di secondo livello: l'intervento interessa l'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 25 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e può interessare l'impianto termico per il servizio di climatizzazione invernale e/o estiva.

In tali casi, i requisiti di prestazione energetica da verificare riguardano le caratteristiche termo-fisiche delle sole porzioni e delle quote di elementi e componenti dell'involucro dell'edificio interessati dai lavori di riqualificazione energetica e il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione (H'_T) determinato per l'intera parete, comprensiva di tutti i componenti su cui si è intervenuti.

(N.B.: una ristrutturazione che interessa anche più del 50 % della superficie disperdente va considerata di secondo livello se non prevede la «ristrutturazione dell'impianto termico»)

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

c) Riqualficazioni energetiche

Tutti i casi diversi dai precedenti:

gli interventi quindi che coinvolgono una superficie inferiore o uguale al 25 % della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio e/o consistono nella nuova installazione o nella ristrutturazione di un impianto termico asservito all'edificio o di altri interventi parziali, ivi compresa la sostituzione del generatore.

In tali casi i requisiti di prestazione energetica richiesti si applicano ai soli componenti edilizi e impianti oggetto di intervento, e si riferiscono alle loro relative caratteristiche termo-fisiche o di efficienza.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

d) Ampliamenti di edifici esistenti con nuovi impianti dedicati solo alla parte nuova («ampliamenti volumetrici con nuovi impianti»)

Ampliamento di edifici esistenti per cui valga almeno una delle seguenti condizioni:

- nuovo volume lordo climatizzato > 15% del volume lordo climatizzato esistente;
- nuovo volume lordo climatizzato > 500 m³.

La parte nuova di edificio è dotata di nuovi impianti tecnici.

Per la sola parte di edificio nuova è richiesto il rispetto dei requisiti energetici come se si trattasse di un edificio nuovo.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici

Deroghe

Risultano esclusi dall'applicazione dei requisiti minimi di prestazione energetica:

- a) gli interventi di ripristino dell'involucro edilizio che coinvolgono unicamente strati di finitura, interni o esterni, ininfluenti dal punto di vista termico (quali la tinteggiatura), rifacimento di porzioni di intonaco che interessino una superficie inferiore al 10 per cento della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio;
- b) gli interventi di manutenzione ordinaria sugli impianti termici esistenti;
- c) edifici protetti dal Codice dei beni culturali e del paesaggio (da D.lgs. 192/05 come integrato e modificato dal D.lgs. 311/06).

Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a «ristrutturazione importante di secondo livello» o «riqualificazione energetica»

Interventi sull'involucro edilizio – obblighi:

- 1) verifica a condensa interstiziale e rischio di formazione di muffe – da norma tecnica UNI EN ISO 13788 (solo per pareti opache che dividono il volume riscaldato dall'esterno e che sono oggetto di intervento);
- 2) per i componenti opachi e/o trasparenti disperdenti oggetto di intervento, trasmittanza termica unitaria stazionaria, comprensiva dei ponti termici, $U < U_{\max}$ (valori di U_{\max} riportati nelle diapositive seguenti);

Nota: in caso di isolamento termico dall'interno o in intercapedine, indipendentemente dall'entità della superficie coinvolta, i valori di U_{\max} sono incrementati del 30% (ma attenzione al maggior rischio di condensa!!).

Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 1- Trasmittanza termica U massima delle strutture opache verticali, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,45	0,40
C	0,40	0,36
D	0,36	0,32
E	0,30	0,28
F	0,28	0,26

Tabella 2 - Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali o inclinate di copertura, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 3 - Trasmittanza termica U massima delle strutture opache orizzontali di pavimento, verso l'esterno soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	0,48	0,42
C	0,42	0,38
D	0,36	0,32
E	0,31	0,29
F	0,30	0,28

Tabella 4 - Trasmittanza termica U massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m ² K)	
	2015 ⁽¹⁾	2021 ⁽²⁾
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

N.B.: i valori massimi di U per accedere agli sgravi fiscali («ecobonus», «superbonus 110%») sono diversi da questi qui riportati e sono indicati in altri decreti.

Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a ristrutturazione importante di secondo livello o di riqualificazione energetica: interventi sull'involucro edilizio – obblighi:

- 3) per i componenti vetrati con orientamento da est a ovest passando per sud, se oggetto di intervento, verifica sul fattore (di trasmissione) solare totale (anche chiamato trasmittanza di energia solare totale): $g_{gl+sh} \leq 0,35$;
- 4) per edifici dotati di impianto termico non a servizio di singola unità immobiliare residenziale (quindi per edifici dotati di impianto di riscaldamento centralizzato) , in caso di riqualificazione energetica dell'involucro edilizio (coibentazioni delle pareti o installazione di nuove chiusure tecniche trasparenti), **è anche obbligatoria l'installazione di valvole termostatiche o di altro sistema di termoregolazione per singolo ambiente o singola unità immobiliare,** assistita da compensazione climatica del generatore (che può essere omessa in presenza di sistemi di controllo equivalenti o nel caso non sia tecnicamente realizzabile).

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Prescrizioni per i soli interventi di ristrutturazioni importanti di secondo livello

Oltre a quanto riportato nelle 4 diapositive precedenti (riqualificazione energetica – interventi su involucro edilizio), per le parti dell'involucro edilizio su cui si interviene:

- il **coefficiente globale di scambio termico per trasmissione per unità di superficie disperdente ($H'_T - W/m^2K$)**, determinato per l'intera porzione dell'involucro oggetto dell'intervento (parete verticale, copertura, solaio, serramenti, ecc.), comprensiva di tutti i componenti (*anche quelli che non sono stati modificati? Si veda FAQ MISE Agosto 2016, FAQ 2.15*), deve risultare inferiore al corrispondente valore limite di legge, per tutte le categorie di edifici.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Coefficiente medio globale di scambio termico H'_T : valori limite (massimi)

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

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V) m^{-1}	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	TIPOLOGIA 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

Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a riqualificazione energetica:

interventi sugli impianti

- Obblighi nel caso di ristrutturazione di impianto di riscaldamento o raffrescamento, o di nuovo impianto :
 - . verifica che l'efficienza media stagionale dell'impianto (η_H e η_C) risulti superiore al corrispondente valore limite (calcolato usando i valori delle efficienze dell'edificio di riferimento riportati nelle due diapositive successive);
 - . installazione di sistemi di regolazione per singolo ambiente o per singola unità immobiliare (assistita da compensazione climatica, nel solo caso di impianto di riscaldamento);
 - . nel caso di impianti centralizzati, obbligatoria la contabilizzazione diretta o indiretta del calore per la ripartizione dei consumi;
 - . per impianti di riscaldamento di potenza termica nominale del generatore ≥ 100 kW, diagnosi energetica e confronto tecnico-economico tra diverse soluzioni.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 – Appendice A

Parametri caratteristici degli impianti dell'edificio di riferimento:
efficienze medie dei sottosistemi di utilizzazione

Tabella 7 – Efficienze medie η_u dei sottosistemi di utilizzazione dell'edificio di riferimento per i servizi di H, C, W

Efficienza dei sottosistemi di utilizzazione η_u :	H	C	W
Distribuzione idronica	0,81	0,81	0,70
Distribuzione aeraulica	0,83	0,83	-
Distribuzione mista	0,82	0,82	-

LEGENDA:

- η_u è il prodotto delle efficienze (rendimenti) di distribuzione, regolazione ed emissione
- H = Heating = riscaldamento = climatizzazione invernale
- C = Cooling = raffreddamento = climatizzazione estiva
- W = Water = acqua (calda sanitaria)

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Tabella 8 – Efficienze medie η_{gm} dei sottosistemi di generazione dell'edificio di riferimento per la produzione di energia termica per i servizi di H, C, W e per la produzione di energia elettrica in situ.

Allegato 1 – Appendice A

**Parametri caratteristici
degli impianti dell'edificio di
riferimento:
efficienze medie dei sottosistemi
di generazione (o produzione)**

Le efficienze indicate nelle tabelle 7 ed 8 sono comprensive dell'effetto dei consumi di energia elettrica ausiliaria.

Sottosistemi di generazione:	Produzione di energia termica			Produzione di energia elettrica in situ
	H	C	W	
- Generatore a combustibile liquido	0,82	-	0,80	-
- Generatore a combustibile gassoso	0,95	-	0,85	-
- Generatore a combustibile solido	0,72	-	0,70	-
- Generatore a biomassa solida	0,72	-	0,65	-
- Generatore a biomassa liquida	0,82	-	0,75	-
- Pompa di calore a compressione di vapore con motore elettrico	3,00	(*)	2,50	-
- Macchina frigorifera a compressione di vapore a motore elettrico	-	2,50	-	-
- Pompa di calore ad assorbimento	1,20	(*)	1,10	-
- Macchina frigorifera a fiamma indiretta	-	$0,60 \times \eta_{gm}$ (**)	-	-
- Macchina frigorifera a fiamma diretta	-	0,60	-	-
- Pompa di calore a compressione di vapore a motore endotermico	1,15	1,00	1,05	-
- Cogeneratore	0,55	-	0,55	0,25
- Riscaldamento con resistenza elettrica	1,00	-	-	-
- Teleriscaldamento	0,97	-	-	-
- Teleraffrescamento	-	0,97	-	-
- Solare termico	0,3	-	0,3	-
- Solare fotovoltaico	-	-	-	0,1
- Mini eolico e mini idroelettrico	-	-	-	(**)

NOTA: Per i combustibili tutti i dati fanno riferimento al potere calorifico inferiore

(*) Per pompe di calore che prevedono la funzione di raffrescamento di considera lo stesso valore delle macchine frigorifere della stessa tipologia

(**) si assume l'efficienza media del sistema installato nell'edificio reale

Requisiti specifici per gli edifici esistenti soggetti a riqualificazione energetica:

interventi sugli impianti di climatizzazione

- Obblighi nel caso di sola sostituzione del generatore di calore:

. verifica che l'efficienza di generazione del nuovo generatore (rendimento termico utile nel caso di caldaie, COP/EER o GUE – Gas Utilization Efficiency - nel caso di pompe di calore) sia non inferiore ai valori minimi (riportati nelle diapositive successive);

. nel caso di installazione di generatore con potenza nominale al focolare maggiore di oltre il 10% rispetto al valore preesistente, l'aumento di potenza deve essere motivato con verifica dimensionale dell'impianto di riscaldamento effettuata secondo norma UNI EN 12831;

. nel caso di installazione di generatori di calore in impianti a servizio di più unità immobiliari, o di edifici non residenziali, sono obbligatori:

- sistema di regolazione automatica per singolo ambiente o per singola unità immobiliare, assistita da compensazione climatica;
- contabilizzazione diretta o indiretta del calore per la ripartizione dei consumi.

Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

1.3.1 Requisiti per generatore di calore a combustibile liquido e gassoso

1. Il rendimento di generazione utile minimo, riferito al potere calorifico inferiore, per caldaie a combustibile liquido e gassoso è pari a $90 + 2 \log P_n$, dove $\log P_n$ è il logaritmo in base 10 della potenza utile nominale del generatore, espressa in kW. Per valori di P_n maggiori di 400 kW si applica il limite massimo corrispondente a 400 kW.

$$\eta_{u,min} = 90 + 2 \log_{10} P_n$$

Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

1.3.2 Requisiti per pompe di calore e macchine frigorifere

Tabella 6 – Requisiti e condizioni di prova per pompe di calore elettriche servizio riscaldamento (macchine reversibili e non)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	COP
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	3,5
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,8
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≥ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	3,5
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido all'entr.: 15	4,0
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,0
acqua/aria	Temperatura entrata: 15 Temperatura uscita: 12	Bulbo secco all'entrata: 20 Bulbo umido entrata: 15	4,2
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	4,2

Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 7 – Requisiti e condizioni di prova per pompe di calore elettriche servizio raffrescamento (macchine reversibili e non)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C]	EER
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	3,0
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≤ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,5
aria/acqua potenza termica utile riscaldamento ≥ 35 kW	Bulbo secco all'entrata : 35 Bulbo umido all'entr.: 24	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	3,0
salamoia/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,0
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,0
acqua/aria	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Bulbo secco all'entrata: 27 Bulbo umido all'entr.: 19	4,0
acqua/acqua	Temperatura entrata: 30 Temperatura uscita: 35	Temperatura entrata: 23 Temperatura uscita: 18	4,2

Appendice B (Allegato 1) - REQUISITI SPECIFICI PER GLI EDIFICI ESISTENTI SOGGETTI A RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA

Tabella 8 – Requisiti e condizioni di prova per pompe di calore ad assorbimento ed endotermiche servizio riscaldamento (macchine reversibili e non)

Tipo di pompa di calore Ambiente esterno/interno	Ambiente esterno [°C]	Ambiente interno [°C] (*)	GUE
aria/aria	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,38
aria/acqua	Bulbo secco all'entrata : 7 Bulbo umido all'entrata : 6	Temperatura all'entrata: 30 °C (*)	1,30
salamoia/aria	Temperatura entrata: 0	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,45
salamoia/ acqua	Temperatura entrata: 0	Temperatura all'entrata: 30 °C (*)	1,40
acqua/aria	Temperatura entrata: 10	Bulbo secco all'entrata: 20 °C	1,50
acqua/acqua	Temperatura entrata: 10	Temperatura all'entrata: 30 °C (*)	1,45

(*) Δt : pompe di calore ad assorbimento 30-40°C - pompe di calore a motore endotermico 30-35°C

Tabella 9 – Requisiti di efficienza energetica per pompe di calore ad assorbimento ed endotermiche per il servizio di raffrescamento, per tutte le tipologie.

Tipo di pompa di calore	EER
Assorbimento ed endotermiche	0,6

I valori di cui alle Tabelle del paragrafo 1.3.2 possono essere ridotti del 5% per macchine elettriche con azionamento a velocità variabile.

Prescrizioni per gli edifici esistenti sottoposti a riqualificazione energetica nel caso di riqualificazione degli impianti di climatizzazione estiva, o di riqualificazione degli impianti tecnologici idrico-sanitari, o di riqualificazione di impianti di illuminazione, o di impianti di ventilazione:

nei casi suddetti occorre rispettare requisiti specifici non riportati in questa presentazione.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Allegato 1 – Appendice A

In caso di:

- nuova costruzione o
- **ristrutturazione importante di primo livello,**

i requisiti minimi sono talvolta determinati con l'utilizzo **dell'edificio di riferimento**.

L'edificio reale viene confrontato con l'edificio di riferimento.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Edificio di riferimento

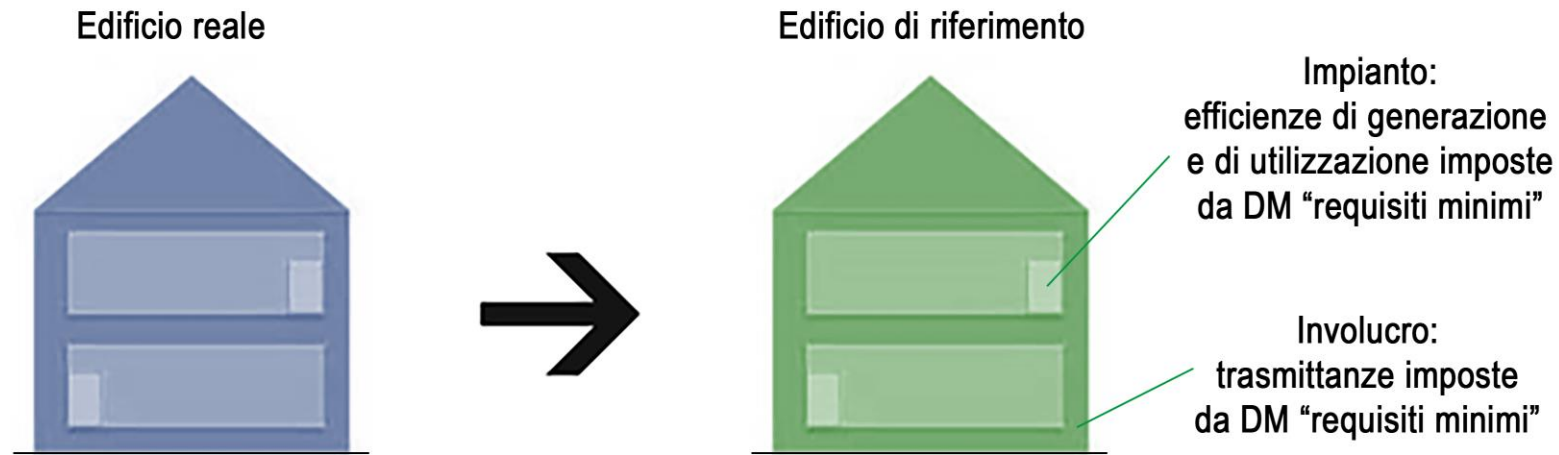
- stessa geometria
- stesso volume
- stessa superficie
- stesso orientamento
- stessa destinazione d'uso
- stessa situazione al contorno
- caratteristiche termofisiche predefinite



Edificio reale



Da DM “requisiti minimi”



Il modello dell’edificio di riferimento risponde all’esigenza di “neutralizzare” i fattori contingenti, quali condizioni climatiche e di utilizzo.

Alcuni limiti di legge non vengono stabiliti in assoluto in funzione di alcuni fattori, ma vengono **costruiti “su misura”** per l’edificio in oggetto.

Il fabbisogno energetico annuale si calcola per singolo servizio energetico, espresso in energia primaria, su base mensile, per unità di superficie (EP, kWh/m²*anno).

Fattori di
conversione
in energia
primaria

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 solidi 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 termica dall'ambiente esterno – free cooling ⁽⁵⁾	0	1,00	1,00
Energia termica 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 definite 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 al quanto previsto al paragrafo 3.2. ⁽⁵⁾ Valori convenzionali funzionali al sistema di calcolo.			

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Principali prescrizioni in comune ai casi di nuova costruzione, demolizione e ricostruzione, ampliamenti volumetrici (con nuovi impianti dedicati) e ristrutturazioni importanti di primo livello

I requisiti si applicano all'intero edificio e sono qui di seguito riportati (*ci sono leggere differenze, qui non segnalate, tra le diverse classi degli edifici, da E.1 ad E.8*).

- 1) **Verifiche termo-igrometriche**, che prevedono la verifica di assenza di condensa interstiziale e assenza del rischio di formazione di muffa. La verifica deve essere eseguita con riferimento alla norma tecnica UNI EN ISO 13788 e considerando le classi di concentrazione di vapore definite nella stessa norma.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

2) Verifica del coefficiente medio globale di scambio termico H'_T (W/m²K):

$$H'_T < H'_{T, \text{limite}}$$

1. Per la verifica di cui al presente allegato, si calcola il coefficiente medio globale di scambio termico H'_T come:

$$H'_T = H_{tr,adj} / \sum_k A_k \text{ [W/m}^2\text{K]}$$

$H_{tr,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione dell'involucro calcolato con la UNI/TS 11300-1 (W/K);

A_k è la superficie del k-esimo componente (opaco o trasparente) costituente l'involucro (m²).

in cui:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_G + H_U + H_A$$

H_D = coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno (W/K)

H_g = coefficiente di scambio termico verso il terreno (W/K)

H_U = coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso ambienti non climatizzati (W/K)

H_A = coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone interne o esterne all'edificio climatizzate e a temperatura diversa (W/K)

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

Coefficiente medio globale di scambio termico H'_T : valori limite (massimi)

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

Numero Riga	RAPPORTO DI FORMA (S/V) m⁻¹	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	TIPOLOGIA 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

- ✗ Il calcolo di $H'_{T,limite}$ necessita quindi della conoscenza di:
 - ✗ zona climatica della località
 - ✗ fattore di forma (S/V) dell'edificio, in cui: V è il volume lordo (cioè V comprese le pareti) delle parti di edificio riscaldate; S è l'area esterna delle superfici disperdenti che delimitano il volume V , cioè le superfici rivolte verso l'esterno o verso locali non riscaldati
- ✗ Valori elevati di S/V (m^{-1}) si hanno per edifici piccoli e/o molto articolati e/o nel caso di edifici isolati (ad esempio, villa), valori minori di S/V si hanno invece per edifici grandi e/o poco articolati e/o affiancati ad altri (ad esempio, villette a schiera, edifici in zone fortemente urbanizzate, appartamenti).

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

3) Verifica sulla trasmittanza termica unitaria stazionaria dei divisori
(si veda anche FAQ MISE Agosto 2016, FAQ 2.29):

$$U \leq 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Per divisori si intendono i componenti opachi (verticali e orizzontali) di separazione tra edifici o unità immobiliari confinanti.

Tale verifica va effettuata anche per tutte le pareti opache (verticali ed orizzontali) che dividono i locali non riscaldati dall'esterno, se tali locali sono adiacenti a locali riscaldati.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

4) Verifica sulle prestazioni estive dell'involucro edilizio (per limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e contenere la T interna degli ambienti):

verifica dell'area solare equivalente estiva (dei componenti vetrati)

1. Si calcola l'area equivalente estiva $A_{sol,est}$ dell'edificio come sommatoria delle aree equivalenti estive di ogni componente vetrato k:

$$A_{sol,est} = \sum_k F_{sh,ob} \times g_{gl+sh} \times (1 - F_F) \times A_{w,p} \times F_{sol,est} \quad [m^2]$$

dove:

$F_{sh,ob}$ è il fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie vetrata k-esima, riferito al mese di luglio;

g_{gl+sh} è la trasmittanza di energia solare totale della finestra calcolata nel mese di luglio, quando la schermatura solare è utilizzata;

F_F è la frazione di area relativa al telaio, rapporto tra l'area proiettata del telaio e l'area proiettata totale del componente finestrato;

$A_{w,p}$ è l'area proiettata totale del componente vetrato (area del vano finestra);

$F_{sol,est}$ è il fattore di correzione per l'irraggiamento incidente, ricavato come rapporto tra l'irradianza media nel mese di luglio, nella località e sull'esposizione considerata, e l'irradianza media annuale di Roma, sul piano orizzontale.

Tabella 11 - Valore massimo ammissibile del rapporto tra area solare equivalente estiva dei componenti finestrati e l'area della superficie utile $A_{sol,est}/A_{sup\ utile}$ (-)

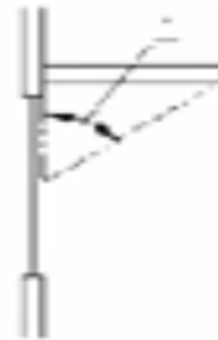
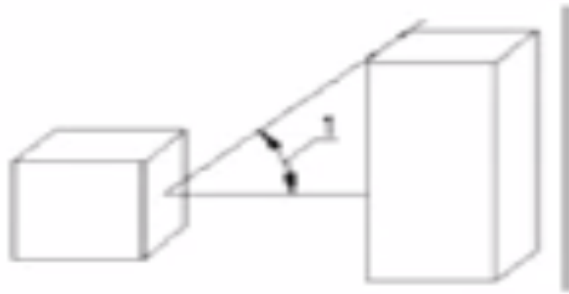
#	Categoria edificio	Tutte le zone climatiche
1	Categoria E.1 fatta eccezione per collegi, conventi, case di pena, caserme nonché per la categoria E.1(3)	$\leq 0,030$
2	Tutti gli altri edifici	$\leq 0,040$

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

4) **Verifica sulle prestazioni estive dell'involucro edilizio** (per limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e contenere la T interna degli ambienti):

verifica dell'area solare equivalente estiva

Il **fattore $F_{sh,ob}$ (fattore di riduzione per ombreggiatura)** tiene conto della riduzione della radiazione solare che attraversa l'elemento trasparente, a causa di elementi esterni, come ad esempio edifici disposti sul lato o di fronte, aggetti, o ombreggiamenti laterali.



Tali ombreggiamenti non rientrano nel **fattore di schermatura** dovuto ad elementi mobili, quali persiane, tendine, imposte, ecc., ma contribuiscono ad una prima riduzione dell'energia solare incidente.

Il fattore che tiene conto delle schermature dovute ad elementi mobili è il g_{gl+sh} (fattore solare totale, anche chiamato trasmittanza di energia solare totale).

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

5) Verifica sulle prestazioni estive dell'involucro edilizio:

verifica su trasmittanza termica periodica Y_{ie} e massa superficiale M_s (dei componenti opachi)

Per le località (esclusa la zona F) in cui l'irradianza media mensile su superficie orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva, è maggiore o uguale a 290 W/m^2 , per le pareti opache soggette alla radiazione solare occorre verificare quanto segue:

- per le pareti orizzontali ed inclinate, occorre che il modulo della trasmittanza termica periodica (o dinamica) Y_{ie} sia inferiore a $0,18 \text{ W/m}^2\text{K}$;
- per le pareti verticali, escluse quelle nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est, deve essere soddisfatta almeno una delle seguenti verifiche:
 - la massa superficiale M_s (massa della parete per unità di superficie, esclusi gli intonaci) sia superiore a 230 kg/m^2 ;
 - il modulo della trasmittanza termica periodica Y_{ie} sia inferiore a $0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$.

In alternativa, il progettista deve attestare che l'utilizzo di tecniche e materiali anche innovativi (es. copertura verde) consentono gli stessi effetti positivi che si ottengono rispettando i limiti suddetti di M_s / Y_{ie} .

Dove è obbligatoria la verifica della Ms e della Yie:

Sigla	Provincia	Zona	Imm-po	Verifica
AG	AGRIGENTO	B	343	MASSA
CT	CATANIA	B	326	MASSA
KR	CROTONE	B	308	MASSA
ME	MESSINA	B	316	MASSA
PA	PALERMO	B	323	MASSA
RC	REGGIO CALABRIA	B	323	MASSA
SR	SIRACUSA	B	323	MASSA
TP	TRAPANI	B	334	MASSA
BA	BARI	C	331	MASSA
BN	BENEVENTO	C	306	MASSA
BR	BRINDISI	C	317	MASSA
CA	CAGLIARI	C	316	MASSA
CE	CASERTA	C	322	MASSA
CS	COSENZA	C	343	MASSA
CZ	CATANZARO	C	317	MASSA
IM	IMPERIA	C	306	MASSA
LE	LECCE	C	315	MASSA
LT	LATINA	C	323	MASSA
NA	NAPOLI	C	315	MASSA
OR	ORISTANO	C	319	MASSA
RG	RAGUSA	C	309	MASSA
SA	SALERNO	C	275	NO
SS	SASSARI	C	325	MASSA
TA	TARANTO	C	325	MASSA
AN	ANCONA	D	301	MASSA
AP	ASCOLI PICENO	D	296	MASSA
AV	AVELLINO	D	311	MASSA
CH	CHIETI	D	306	MASSA
CL	CALTANISSETTA	D	326	MASSA
FC	FORLI' E CESENA	D	308	MASSA
FG	FOGGIA	D	308	MASSA
FI	FIRENZE	D	296	MASSA
GE	GENOVA	D	287	NO
GR	GROSSETO	D	314	MASSA
IS	ISERNIA	D	292	MASSA
LI	LIVORNO	D	303	MASSA
LU	LUCCA	D	286	NO
MC	MACERATA	D	294	MASSA
MS	MASSA CARRARA	D	294	MASSA
MT	MATERA	D	307	MASSA
NU	NUORO	D	324	MASSA
PE	PESCARA	D	302	MASSA
PI	PISA	D	301	MASSA
PO	PRATO	D	274	NO
PT	PISTOIA	D	266	NO
PU	PESARO E URBINO	D	294	MASSA
RM	ROMA	D	314	MASSA
SI	SIENA	D	282	NO
SP	LA SPEZIA	D	299	MASSA
SV	SAVONA	D	274	NO
IN ROSSO LE LOCALITA' IN CUI E' NECESSARIA LA VERIFICA				

Sigla	Provincia	Zona	Imm-po	Verifica
TE	TERAMO	D	297	MASSA
TR	TERNI	D	278	NO
TS	TRIESTE	D	270	NO
VT	VITERBO	D	287	NO
AS	ALESSANDRIA	E	262	NO
AO	AOSTA	E	243	NO
AQ	L'AQUILA	E	273	NO
AR	AREZZO	E	267	NO
AT	ASTI	E	260	NO
BG	BERGAMO	E	259	NO
BL	BELLUNO	E	253	NO
BO	BOLOGNA	E	296	MASSA
BS	BRESCIA	E	282	NO
BZ	BOLZANO	E	260	NO
CB	CAMPOBASSO	E	307	MASSA
CO	COMO	E	256	NO
CR	CREMONA	E	289	NO
EN	ENNA	E	331	MASSA
FE	FERRARA	E	277	NO
FR	FROSINONE	E	300	MASSA
GO	GORIZIA	E	266	NO
LC	LECCO	E	256	NO
LD	LODI	E	284	NO
MI	MILANO	E	278	NO
MN	MANTOVA	E	286	NO
MO	MODENA	E	289	NO
NO	NOVARA	E	281	NO
PC	PIACENZA	E	295	MASSA
PD	PADOVA	E	249	NO
PG	PERUGIA	E	295	MASSA
PN	PORDENONE	E	255	NO
PR	PARMA	E	304	MASSA
PV	PAVIA	E	287	NO
PZ	POTENZA	E	301	MASSA
RA	RAVENNA	E	293	MASSA
RE	REGGIO EMILIA	E	294	MASSA
RI	RIETI	E	270	NO
RN	RIMINI	E	297	MASSA
RO	ROVIGO	E	300	MASSA
SO	SONDRIO	E	262	NO
TN	TRENTO	E	285	NO
TO	TORINO	E	272	NO
TV	TREVISO	E	284	NO
UD	UDINE	E	255	NO
VA	VARESE	E	255	NO
VB	VERBANA	E	269	NO
VC	VERCELLI	E	282	NO
VE	VENEZIA	E	314	MASSA
VI	VICENZA	E	256	NO
VR	VERONA	E	250	NO
IN ROSSO LE LOCALITA' IN CUI E' NECESSARIA LA VERIFICA				

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

6) Miglioramento delle prestazioni estive dell'involucro edilizio:

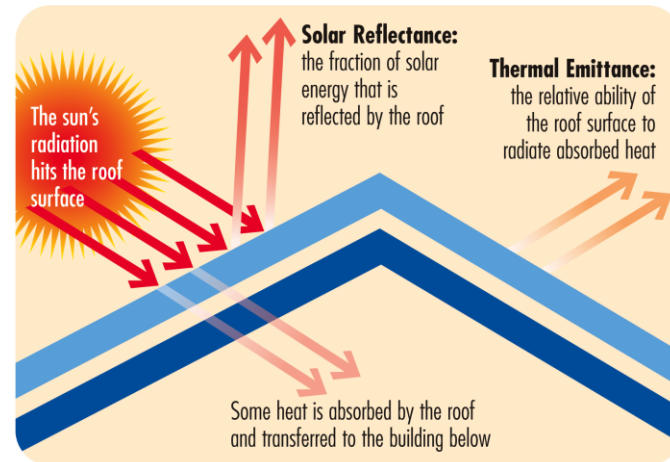
Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti, nonché di limitare il surriscaldamento a scala urbana, **per la copertura degli edifici è obbligatoria la verifica dell'efficacia, in termini di rapporto costi-benefici, dell'utilizzo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

a. **materiali ad elevata riflettanza solare per le coperture («cool roof»)** (riflettanza maggiore di 0,65 per coperture piane e di 0,3 per coperture a falda)

oppure di

b. **tecnologie di climatizzazione passiva** (ventilazione, copertura a verde...)

Nota: tale verifica è obbligatoria anche nei casi di ristrutturazione importante di secondo livello e riqualificazione energetica (solo se si interviene sulla copertura).



DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

7) Verifica che $EP_{H,nd}$ e $EP_{C,nd}$ siano minori dei corrispondenti valori limite (valutati per l'edificio di riferimento)

$EP_{H,nd}$ (kWh/m²*anno) = indice di prestazione termica utile per riscaldamento;

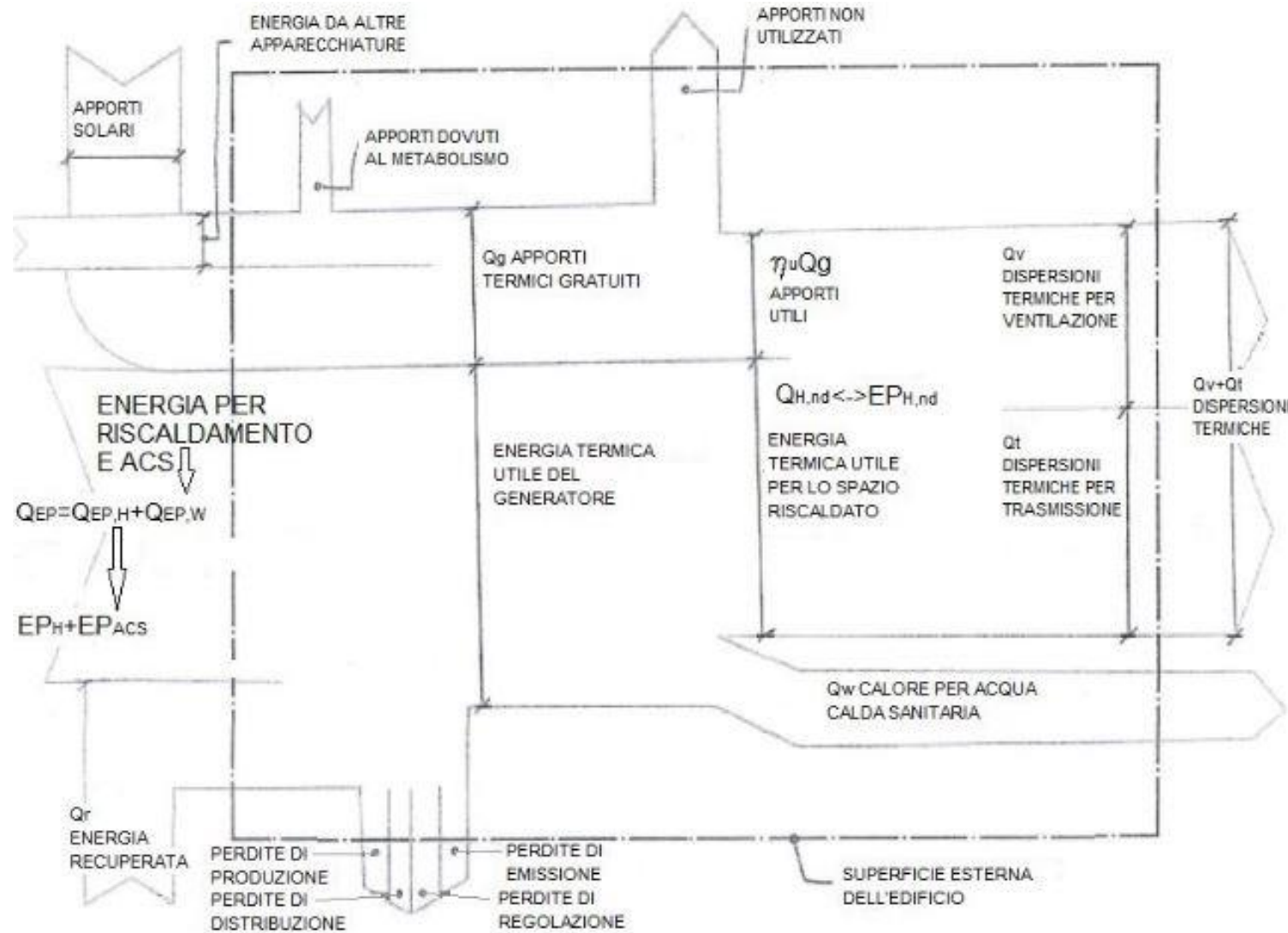
- rappresenta l'energia termica per unità di superficie che occorre fornire all'edificio in regime invernale per mantenere all'interno la T di progetto (= $Q_{H,nd}$ /superficie utile di calpestio);
- dipende soprattutto dalle trasmittanze stazionarie U dei componenti di involucro edilizio e dagli apporti termici interni e solari;

$EP_{C,nd}$ (kWh/m²*anno) = indice di prestazione termica utile per raffrescamento;

- rappresenta l'energia termica per unità di superficie che occorre sottrarre all'edificio in regime estivo per mantenere all'interno la T di progetto (= $Q_{C,nd}$ /superficie utile di calpestio);
- dipende soprattutto da: aree e fattore di trasmissione solare g_{gl+sh} dei componenti vetrati; trasmittanze periodiche Y_{ie} dei componenti opachi di involucro edilizio.

Entrambi $EP_{H,nd}$ e $EP_{C,nd}$ non dipendono dai rispettivi impianti (di riscaldamento e raffrescamento) ma solo dall'involucro edilizio.

Bilancio energetico invernale di un edificio (UNI EN ISO 13790)



Nota 1: i flussi energetici vanno valutati su base mensile.

Nota 2: per passare da Q (kWh) ad EP (kWh/m²) bisogna dividere per la superficie calpestabile.

FONTE: diapositiva preparata dalla prof.ssa Laura Bellia.

Impianto di riscaldamento: rendimento (oggi efficienza) globale medio stagionale

- ✘ In base all'energia utile $Q_{H,nd}$ che l'impianto di riscaldamento fornisce all'edificio, si può calcolare il fabbisogno di energia primaria ($Q_{H,EP}$), sommando a $Q_{H,nd}$ le perdite (di produzione o generazione, distribuzione, regolazione o controllo ed emissione), considerando anche l'energia necessaria ad azionare gli ausiliari, ed infine il passaggio in energia primaria (tramite i fattori riportati nella slide 26).
- ✘ Si deve anche valutare il rendimento (oggi efficienza) globale medio stagionale dell'impianto, dato dal rapporto tra $Q_{H,nd}$ e $Q_{H,EP}$.
- ✘ In alcuni casi semplificati esso risulta essere il prodotto di:
 - rendimento di produzione
 - rendimento di distribuzione
 - rendimento di regolazione
 - rendimento di emissione

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

8) Verifica che le efficienze (rendimenti) degli impianti di riscaldamento (η_H), raffreddamento (η_C) e produzione di acqua calda sanitaria (η_W) siano maggiori dei corrispondenti valori limite

Tali valori limite sono calcolati in base ai parametri indicati per l'edificio di riferimento (riportati nelle diapositive 16 e 17).

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

9) Verifica che $EP_{gl,tot}$ sia minore del corrispondente valore limite (valutato per l'edificio di riferimento)

$EP_{gl,tot}$ (kWh/m²*anno) indice di prestazione energetica globale, somma di:

- $EP_{H,tot}$ energia primaria (per unità di superficie calpestabile) utilizzata per la climatizzazione invernale,
- $EP_{C,tot}$ energia primaria (per u. sup.) utilizzata per la climatizzazione estiva,
- $EP_{W,tot}$ energia primaria (per u. sup.) utilizzata per la produzione di ACS,
- $EP_{V,tot}$ energia primaria (per u. sup.) per eventuale ventilazione meccanica;

nel caso di settore non residenziale, $EP_{gl,tot}$ comprende anche:

- $EP_{L,tot}$ energia primaria (per u. sup.) utilizzata per l'illuminazione artificiale,
- $EP_{T,tot}$ energia primaria (per u. sup.) utilizzata per il trasporto di persone (fabbisogno di energia per ascensori, scale mobili e marciapiedi mobili).

Il pedice gl (globale) evidenzia che si considerano tutti gli impianti sopra citati, mentre il pedice tot (totale) evidenzia che si tratta della somma dell'energia da fonte rinnovabile (pedice: ren) e da fonte non rinnovabile (pedice: nren).

$EP_{gl,tot}$ dipende sia dall'involucro edilizio che dagli impianti sopra citati.

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

10) Rispettare gli obblighi di installazione di impianti di produzione di energia termica e di energia elettrica da fonti rinnovabili, in base a quanto previsto dal D.lgs 28/2011 («Decreto rinnovabili»):

Tali obblighi non sono riportati in questa presentazione

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

11) Altri obblighi relativi soprattutto agli impianti:

- In caso di presenza di reti di teleriscaldamento e teleraffreddamento in prossimità dell'edificio (distanza minore di 1000 m), obbligatorio predisporre nel progetto degli impianti i collegamenti a tali reti.
- Per impianti di climatizzazione invernale, obbligatoria la regolazione automatica della T ambiente per singolo locale o zona termica.
- Sistemi di misurazione intelligente dell'energia consumata.
- Per impianti termici centralizzati, è obbligatoria la contabilizzazione dell'energia termica necessaria per riscaldamento, raffrescamento e ACS (come da D. lgs 102/2014 e s.m.i.).
- Per edifici non residenziali, è obbligatorio un livello minimo di automazione per le tecnologie dell'edificio e per gli impianti termici (classe B, come da UNI EN 15232).

DM 26.6.2015 – Requisiti minimi

11) Altri obblighi relativi agli impianti:

Inoltre, anche nel caso di ristrutturazione importante di secondo livello e di riqualificazione energetica (per interventi sugli impianti):

- **obbligatorio trattamento (di condizionamento chimico) dell'acqua di impianto per la climatizzazione invernale;**
- **nel caso di impianti di climatizzazione invernale di nuova installazione generatore di $P_{\text{utile}} > 35$ kW, obbligatori contatore del volume di ACS prodotta e contatore del volume di acqua di reintegro per l'impianto di riscaldamento;**
- **eventuali impianti di micro-cogenerazione: deve risultare $PES \geq 0$ (PES = «Primary Energy Saving», o, in italiano, REP = Risparmio di Energia Primaria);**
- **vincoli su efficienza dei motori elettrici per ascensori e scale mobili.**

Principali verifiche tecniche da effettuare per legge negli interventi di efficientamento energetico sul sistema edificio-impianti

prof. ing. Francesco Minichiello (francesco.minichiello@unina.it)

**Dipartimento di Ingegneria Industriale, Scuola Politecnica e delle Scienze di Base,
Università degli Studi di Napoli Federico II**