Adempimenti alla progettazione edile ed impiantistica alla luce del D.Lgs. 311/06

Piercarlo Romagnoni
Università IUAV di Venezia – Dorsoduro 2206 – 30123 Venezia

Napoli, 9 Marzo 2007

Università Iuav di Venezia

Cos'è l'efficienza energetica di un edificio?

"Quantità di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio"

Quali consumi?

- Riscaldamento
- Produzione H_2O per uso sanitario
- Ventilazione
- Condizionamento dell'aria
- Illuminazione

La Legislazione

Pur essendo già prevista dalla Legge 10/91 (art. 28), la certificazione energetica si contestualizza nel più recente quadro legislativo di riferimento costituito dai seguenti documenti:

- Direttiva Europea 2002/91 sulla prestazione energetica degli edifici;

- Decreto Legislativo n. 192 del 19 agosto 2005;

- Decreto Legislativo n. 311 del 29 dicembre 2006;

- Legge 27 dicembre 2006, n. 296 (Legge Finanziaria) Decreto Ministero Economia e Finanze

Il Decreto Legislativo 192/ 2005

- Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia;
- È stato pubblicato il 23 settembre 2005 sul supplemento ordinario n. 158 della G.U. n. 222 e ripubblicato il 15 ottobre 2005 con le note sul supplemento ordinario della G.U. n. 241
- Consta di 3 Titoli e 10 Allegati;
- Testo in vigore dal 8 ottobre 2005.
- Il 24 maggio 2006 è stata pubblicata sul sito del Ministero per lo Sviluppo Economico (ex Ministero delle Attività Produttive).

La Circolare contiene chiarimenti e precisazioni riguardanti le modalità applicative del D.Lgs. 192

Il Decreto Legislativo 192 del 2005

TITOLO I – PRINCIPI GENERALI

- Art. 1 – Finalità
- Art. 2 – Definizioni
- Art. 3 – Ambito d'intervento → D.Lgs. 311/ 2006
- Art. 4 – Adozione di criteri generali, di una metodologia di calcolo e requisiti della prestazione energetica
- Art. 5 – Meccanismi di cooperazione
- Art. 6 – Certificazione energetica degli edifici di nuova costruzione → D.Lgs. 311/ 2006
- Art. 7 – Esercizio e manutenzione degli impianti termici per la climatizzazione invernale e estiva
- Art. 8 – Relazione tecnica, accertamenti e ispezioni → D.Lgs. 311/ 2006
- Art. 9 – Funzioni delle regioni e degli enti locali → D.Lgs. 311/ 2006
- Art.10 – Monitoraggio, analisi, valutazione e adeguamento della normativa energetica nazionale e regionale → D.Lgs. 311/ 2006

TITOLO II – NORME TRANSITORIE

- Art. 11 – Requisiti della prestazione energetica degli edifici → D.Lgs. 311/ 2006
- Art. 12 – Esercizio, manutenzione e ispezione degli impianti termici

TITOLO III – DISPOSIZIONI FINALI

- Art. 13 – Misure di accompagnamento;
- Art. 14 – Copertura finanziaria;
- Art. 15 – Sanzioni; → D.Lgs. 311/ 2006
- Art. 16 – Abrogazioni e disposizioni finali; → D.Lgs. 311/ 2006
- Art. 17 – Clausola di cedevolezza.

ALLEGATI

- A – Ulteriori definizioni
- B – Metodologie di calcolo della prestazione energetica degli edifici
- C – Requisiti della prestazione energetica degli edifici
- D - Abrogato da D.LGS 311/2006
- E – Relazione tecnica di cui all'articolo 28 della legge 9 gennaio 1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici
- F – Rapporto di controllo tecnico per impianto termico di potenza maggiore o uguale 35 kW
- G – Rapporto di controllo tecnico per impianto termico di potenza inferiore a 35 kW
- H – Valore minimo del rendimento di combustione dei generatori di calore
- I – Regime transitorio per la prestazione energetica degli edifici
- L - Regime transitorio per esercizio e manutenzione degli impianti termici
- M – Norme tecniche

ART.3 – Ambito di intervento

1. Salve le esclusioni di cui al comma 3, il Decreto si applica a:

   a) alla progettazione e realizzazione di edifici di nuova costruzione e degli impianti in essi installati, di nuovi impianti installati in edifici esistenti, delle opere di ristrutturazione degli edifici e degli impianti esistenti;

   b) all'esercizio, controllo, manutenzione ed ispezione degli impianti termici degli edifici, anche pre-esistenti (artt.7, 9 e 12);

   c) alla certificazione energetica degli edifici (art. 6)

ART. 3 – Ambito di intervento

2. Nel caso di ristrutturazioni, è prevista un'applicazione graduale in relazione al tipo di intervento.

a) integrale a tutto l'edificio se:

- ristrutturazione integrale degli elementi di involucro di edifici di superficie utile superiore a 1.000 m^2;

- demolizione e costruzione in manutenzione straordinaria di edifici esistenti con superficie utile superiore a 1.000 m^2;

b) integrale, ma limitata al solo ampliamento dell'edificio nel caso che lo stesso ampliamento sia volumetricamente superiore al 20% dell'edificio;

c) applicazione limitata al rispetto di specifici parametri (livelli prestazionali e prescrizioni) nel caso di:

- ristrutturazioni totali o parziali, manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio e ampliamenti volumetrici al di fuori di quanto previsto alle lettere a) e b)

- nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti o ristrutturazione degli stessi impianti

- sostituzione dei generatori di calore

ART. 3 – Ambito di intervento

3. Sono escluse dall'applicazione le seguenti categorie di edifici:

a) agli edifici "storici" *nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici*;

b) i fabbricati industriali, artigianali e agricoli non residenziali quando gli ambienti sono **riscaldati per esigenze del processo produttivo** o **utilizzando reflui energetici del processo produttivo non altrimenti utilizzabili;**

c) i fabbricati isolati con una superficie utile totale inferiore a 50 m^2;

d) gli impianti installati ai fini del processo produttivo realizzato nell'edificio anche se utilizzati, in parte non preponderate, per gli usi tipici del settore civile

ART. 4 – Criteri generali, metodologia di calcolo e requisiti della prestazione energetica

Si rinvia a uno o più D.P.R. da emanare entro 120 giorni dall'8-10-2005 (primi di marzo 2006), per disciplinare:

1. La progettazione, installazione, esercizio, manutenzione e **ispezione** degli impianti termici per la **climatizzazione invernale** ed **estiva** degli edifici, per la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari e, limitatamente al settore terziario, per l'illuminazione artificiale; **(ex art .4. comma 4 L.10);**
2. la **prestazione energetica** per l'edilizia sovvenzionata e convenzionata, nonché per l'edilizia pubblica e privata, anche riguardo alla ristrutturazione degli edifici esistenti ..... le **metodologie di calcolo** e **i requisiti minimi** finalizzati al raggiungimento degli obiettivi di cui all'articolo 1..... **(ex. Art. 4. comma 1 e 2 L.10);**
3. "i requisiti professionali e i criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti o degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici e l'ispezione degli impianti di climatizzazione. I requisiti minimi sono rivisti ogni cinque anni e aggiornati in funzione dei progressi della tecnica".

ART. 6 – Certificazione energetica degli edifici

1. Entro un anno dall'entrata in vigore del D.Lgs. 311/06, gli edifici di **nuova costruzione** e quelli di cui all'Art. 3, comma 2, lettera a), sono dotati al termine della costruzione e a cura del **costruttore**, di un *attestato di certificazione energetica.*

1bis. Le disposizioni del presente articolo si applicano agli edifici che non ricadono nel campo di applicazione del comma 1 con la seguente gradualità temporale e con onere a carico del venditore o, con riferimento al comma 4, del locatore:

a) a decorrere dal 1 Luglio 2007, *agli edifici di superficie utile superiore a 1.000 m^2*, nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile;

b) a decorrere dal 1 Luglio 2008, *agli edifici di superficie utile fino a 1.000 m^2*, nel caso di trasferimento a titolo oneroso dell'intero immobile, con l'esclusione delle singole unità immobiliari;

c) a decorrere dal 1 Luglio 2009 alle singole unità immobiliari, nel caso di trasferimento a titolo oneroso

ART. 6 – Certificazione energetica degli edifici

1ter. A partire dal 1 Gennaio 2007, *l'attestato di certificazione energetica* dell'edificio o dell'unità immobiliare interessata, conforme a quanto specificato al comma 6, **è necessario** per accedere agli incentivi ed alle agevolazioni di qualsiasi natura, sia come sgravi fiscali o contributi a carico di fondi pubblici o della generalità degli utenti, finalizzati al miglioramento delle prestazioni energetiche dell'unità immobiliare, dell'edificio o degli impianti.

….

1quat. A decorrere dal 1 Luglio 2007, tutti i contratti, nuovi o rinnovati, relativi alla **gestione degli impianti termici** o di climatizzazione degli edifici pubblici, o nei quali figura come committente un soggetto pubblico, debbono prevedere la predisposizione dell'attestato di certificazione energetica dell'edificio entro i primi sei mesi di vigenza contrattuale, con predisposizione ed esposizione al pubblico della targa energetica.

2bis L' *attestato di qualificazione energetica* può essere predisposto a cura dell'interessato, al fine di semplificare il rilascio della certificazione energetica (comma 2 allegato A).

Attestato di qualificazione energetica

Documento predisposto ed asseverato da un professionista abilitato, non necessariamente estraneo alla proprietà, alla progettazione o alla realizzazione dell'edificio, nel quale sono riportati i fabbisogni di energia primaria di calcolo, la classe di appartenenza dell'edificio in relazione al sistema di certificazione energetica in vigore, ed i corrispondenti valori massimi ammissibili fissati dalla normativa in vigore per il caso specifico o, ove non siano fissati tali limiti, per un identico edificio di nuova costruzione.

L'attestato comprende anche *l'indicazione di possibili interventi migliorativi* delle prestazioni energetiche e la classe di appartenenza dell'edificio in relazione al sistema di certificazione energetica in vigore.

L'estensore provvede ad evidenziare opportunamente sul frontespizio del documento che il medesimo **non costituisce** attestato di certificazione energetica dell'edificio.

ART. 8 – Relazione Tecnica

1. La documentazione progettuale è compilata secondo le modalità stabilite con Decreto del M.A.P. di concerto con M.A.T.T.

2. La conformità delle opere realizzate rispetto al progetto ed alle sue eventuali varianti, ed alla relazione tecnica di cui al comma 1, 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.

…

4. Il comune, **anche** avvalendosi di esperti o organismi esterni, qualificati ed indipendenti, definisce le modalità di controllo, ai fini del rispetto delle prescrizioni del presente decreto, accertamenti e ispezioni in corso d'opera, ovvero entro 5 anni dalla data di fine lavori dichiarata dal committente, volte a verificare la conformità alla documentazione progettuale di cui al comma 1.

5. I comuni effettuano le operazioni di cui al comma 4 anche su richiesta del committente, acquirente o conduttore dell'immobile con costo a carico del richiedente.

Art. 11 – Requisiti della prestazione energetica degli edifici

1. Fino alla data di entrata in vigore dei decreti di cui all'Art. 4 comma 1, il calcolo della prestazione energetica degli edifici nella prestazione invernale è disciplinato dalla legge 10/1991, come modificata dal presente decreto, dalle norme attuative e dalle disposizioni di cui all'allegato I

1bis. Fino all'entrata in vigore delle Linee guida nazionali per la certificazione energetica (art. 6, comma 9), l'attestato di certificazione energetica è sostituito a tutti gli effetti dall'attestato di qualificazione energetica, rilasciato ai sensi dell'art. 8 comma 2, o da una equivalente procedura di certificazione energetica stabilita dal comune con proprio regolamento antecedente la data dell'8 ottobre 2006.

L'allegato C

Valori limite per il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale in [kWh/(m² anno)] secondo D.Lgs. n°311/2006 – Valori dal 2010 – Edifici residenziali

	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	A 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	8,5	8,5	12,8	12,8	21,3	21,3	34	34	46,8	46,8
≥ 0,9	36	36	48	48	68	68	88	88	116	116

Valori limite per il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale in [kWh/(m³ anno)] secondo D.Lgs. n°311/2006 – Valori dal 2010 – Edifici non residenziali

	Zona Climatica									
	A	B		C		D		E		F
	fino a 600 GG	da 601 GG	a 900 GG	da 901 GG	a 1400 GG	da 1401 GG	a 2100 GG	da 2101 GG	A 3000 GG	oltre 3000 GG
≤ 0,2	2,0	2,0	3,6	3,6	6,0	6,0	9,6	9,6	12,7	12,7
≥ 0,9	8,2	8,2	12,8	12,8	17,3	17,3	22,5	22,5	31	31

Allegato I: regime transitorio

1. Per tutte le categorie di edifici nel caso di nuove costruzioni e di ristrutturazioni [art. 3 comma 2, lett. a), b)] si procede:

   a) determinazione dell'indice di Prestazione Energetica ed alla verifica che esso risulti inferiori ai limiti di cui all'allegato C;

   b) al calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto ed alla verifica che risulti:

   $$\eta_g = (65 + 3 \text{ Log } P_n) \%$$

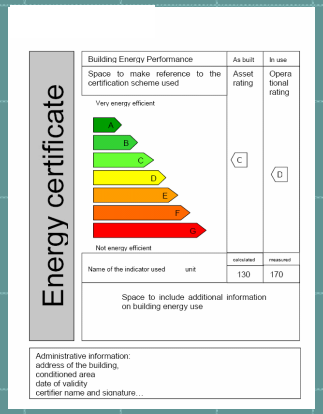
   Se $P_n > 100$ kW, si pone $\eta_g = 74\%$

   c) alla verifica che la trasmittanza termica delle diverse strutture non superi di oltre il 30% i valori fissati nell'allegato C

Trasmittanze termiche limite D.Lgs. 311 (dal 2010)

Zona climatica	Parete verticale	Copertura	Pavimento verso locale non risc.	Finestra
A	0,62	0,38	0,65	4,6
B	0,48	0,38	0,49	3,0
C	0,40	0,38	0,42	2,6
D	0,36	0,32	0,36	2,4
E	0,34	0,30	0,33	2,2
F	0,33	0,29	0,32	2,0

Riassumendo… ruoli e protagonisti



Attestato di qualificazione energetica

Valore FEP

proprietario

costruttore

direttore lavori

verifiche

progettista

certificatore

Regione, Ente locale

Per il nuovo….

• Il progettista calcola la prestazione energetica secondo la metodologia corrente e redige la relazione tecnica.

• Il direttore dei lavori si accerta che l'esecuzione dei lavori sia conforme al progetto.

• Il costruttore esegue l'intervento nel rispetto del progetto e richiede il certificato energetico all'ente preposto (*qualificato ed indipendente*).

• Il progettista o il direttore dei lavori o un tecnico, su richiesta del costruttore, redige l'attestato di qualificazione energetica.

• Il comune organizza le ispezioni ed i controlli, anche tramite enti esterni

• Le Regioni coordinano ispezioni, controlli, finanziamenti e riferiscono al MAP

Per l'esistente….

• Il progettista o il direttore dei lavori, in base ai documenti esistenti o tramite un rilievo o un'indagine conoscitiva, redige l'attestato di qualificazione energetica per conto del proprietario.

• Il proprietario richiede al soggetto delegato dalla Regione l'attestato di qualificazione energetica.

• Il tecnico abilitato, raccolto il materiale, redige l'attestato di certificazione energetica.

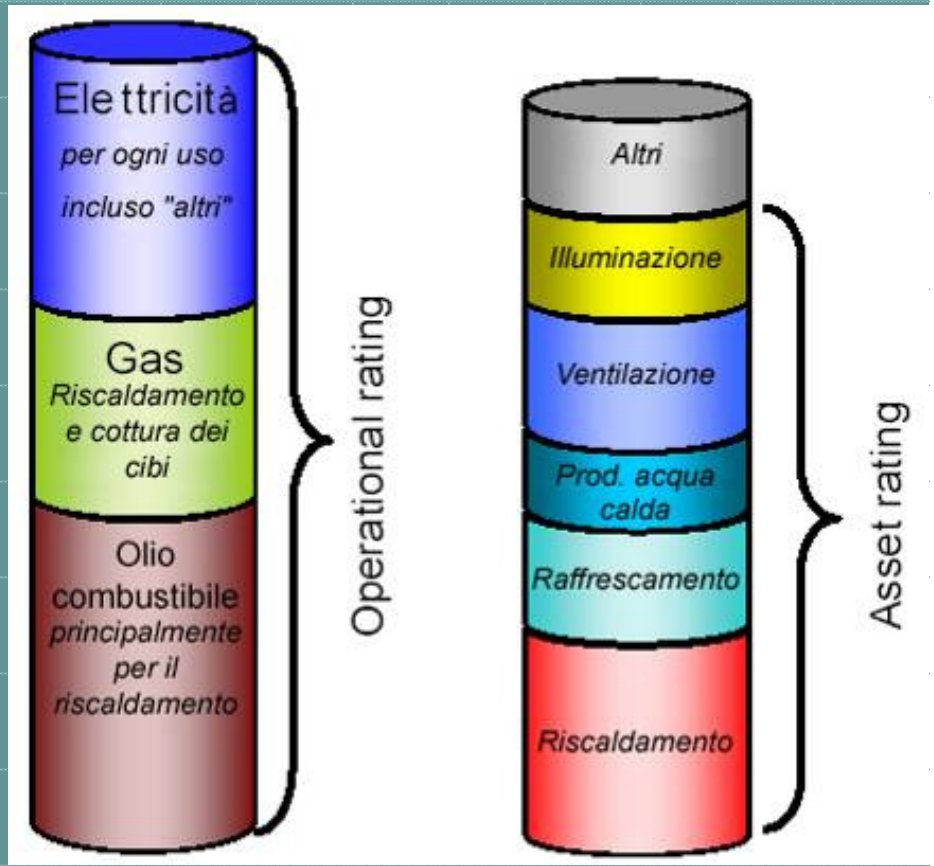
• Il soggetto delegato dalla Regione (qualificato ed indipendente) rilascia l'attestato di certificazione energetica

• Il comune organizza le ispezioni ed i controlli, anche tramite enti esterni

• Le Regioni coordinano ispezioni, controlli, richiedono finanziamenti e riferiscono al MAP

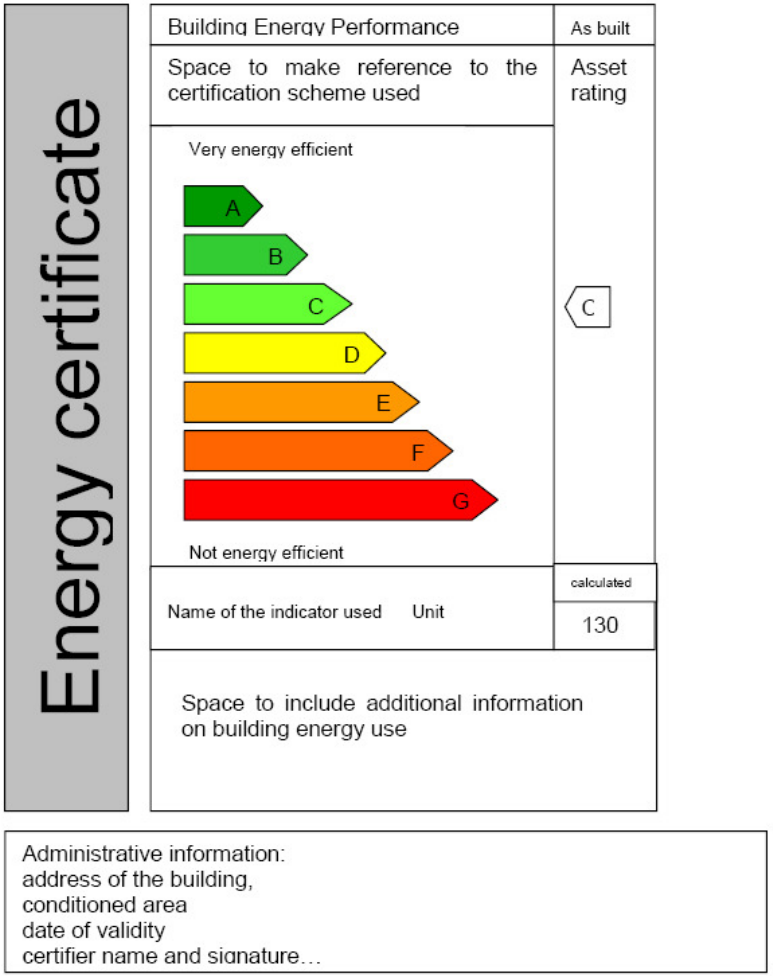
IL CERTIFICATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA

- ***asset rating:*** **stima qualitativa (o standardizzata) basata sull'uso di energia calcolato in condizioni di occupazione standard;**
- ***operational rating:*** **stima operativa basata sull'energia misurata. E' la misura della prestazione energetica dell'edificio in esercizio, importante ai fini di certificare la prestazione effettiva.**

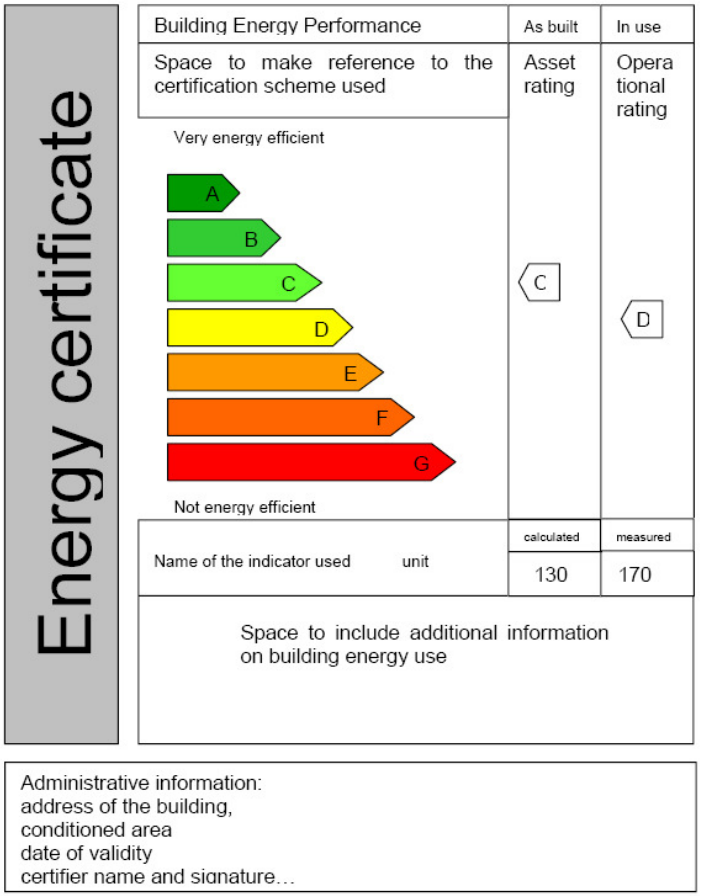


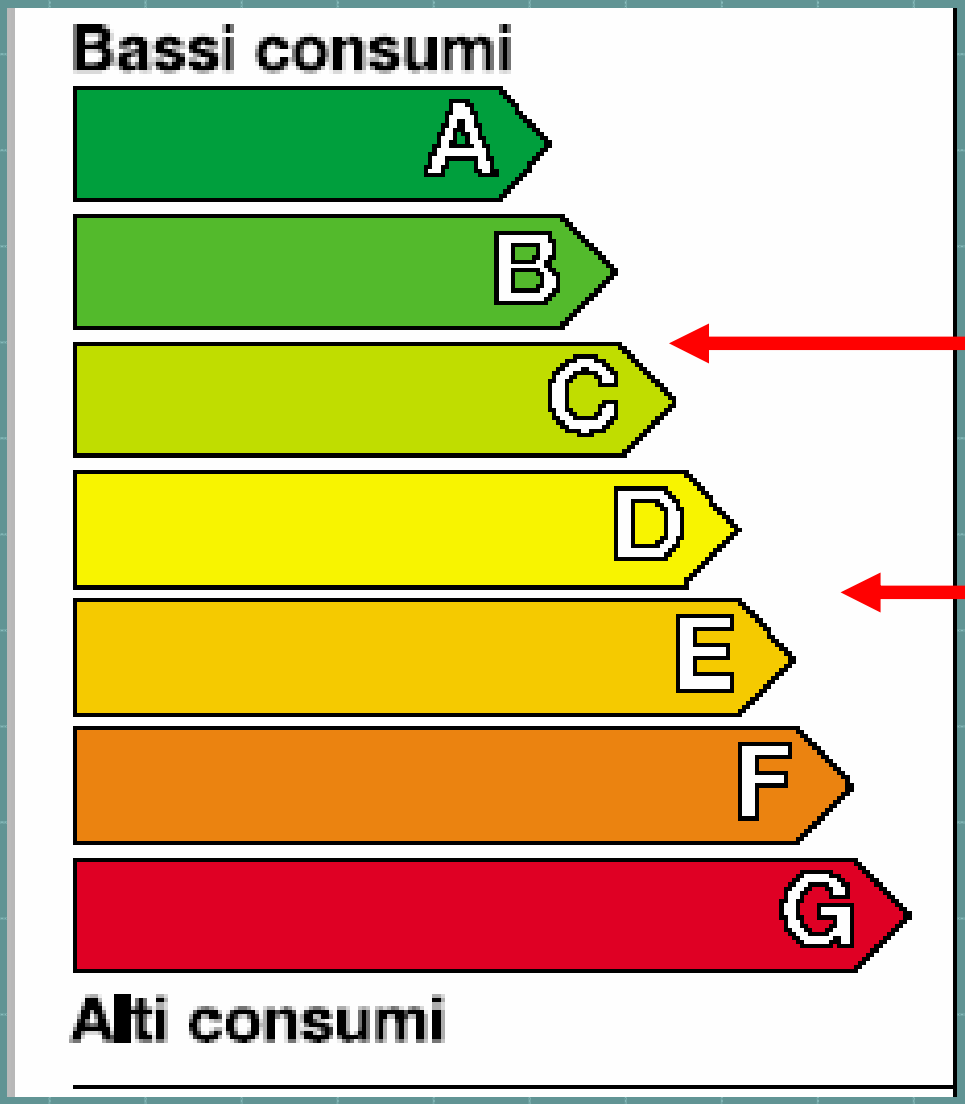
ESEMPI DI CERTIFICATO ENERGETICO

Example 1 with one single rating



Example 2 with two ratings



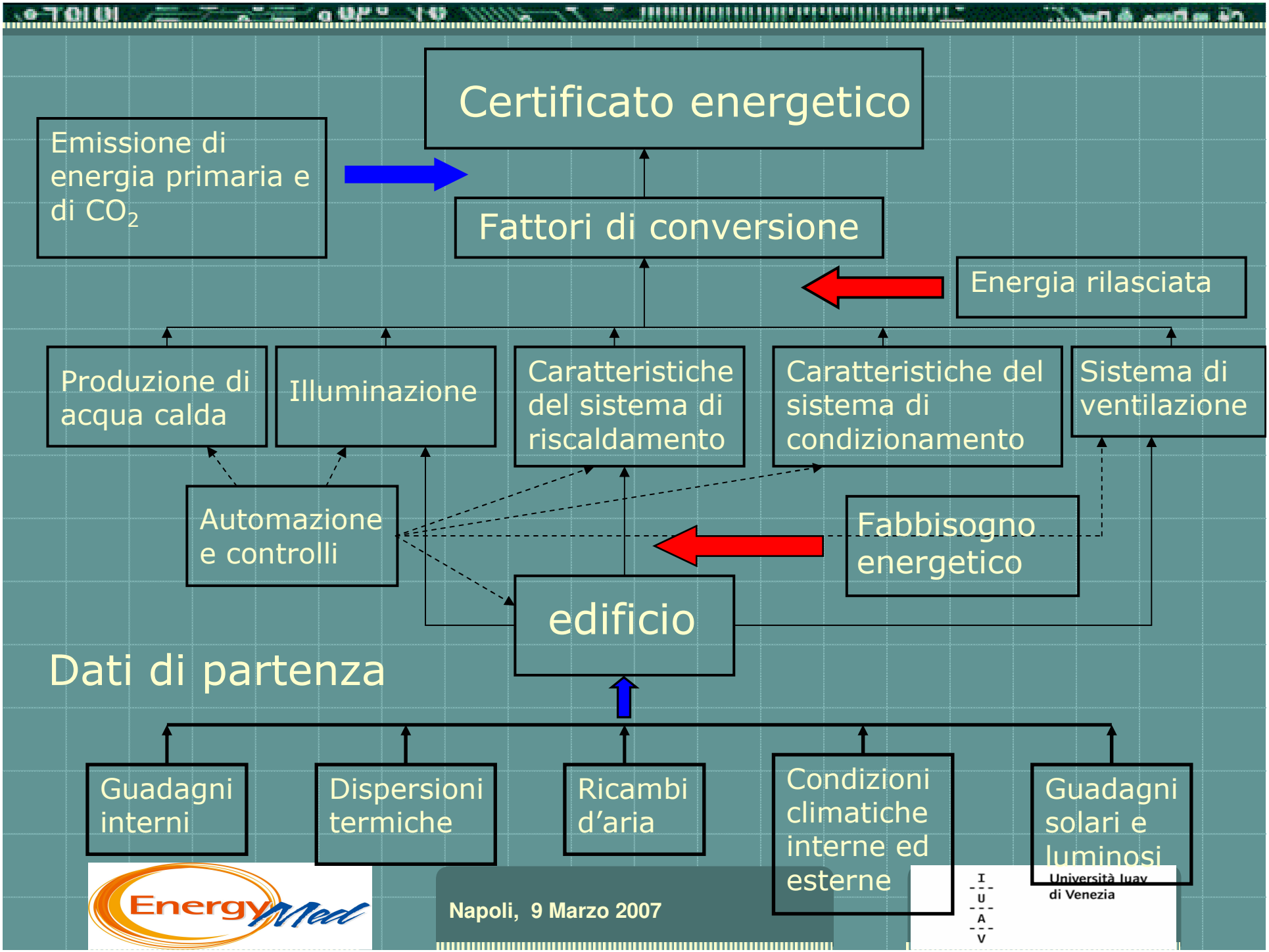


pr EN 15217

Requisito minimo per edifici nuovi

(D.Lgs. 192/05 – 311/06)

Valore medio prestazione fabbricati esistenti (stock edilizio)


Certificato energetico
Emissione di energia primaria e di CO_2
Fattori di conversione
Energia rilasciata
Produzione di acqua calda
Illuminazione
Caratteristiche del sistema di riscaldamento
Caratteristiche del sistema di condizionamento
Sistema di ventilazione
Automazione e controlli
Fabbisogno energetico
edificio
Dati di partenza
Guadagni interni
Dispersioni termiche
Ricambi d'aria
Condizioni climatiche interne ed esterne
Guadagni solari e luminosi

Il calcolo → determinazione del FEP invernale
(regime continuo)

Normative europee
Raccomandazioni CTI per edificio ed impianto
R03/3 – Novembre 2003

Il certificato → collocazione climatica
tipologia dell'edificio
rapporto S/V (?)

La metodologia di UNI EN ISO 13790

Prestazione termica degli edifici
Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento

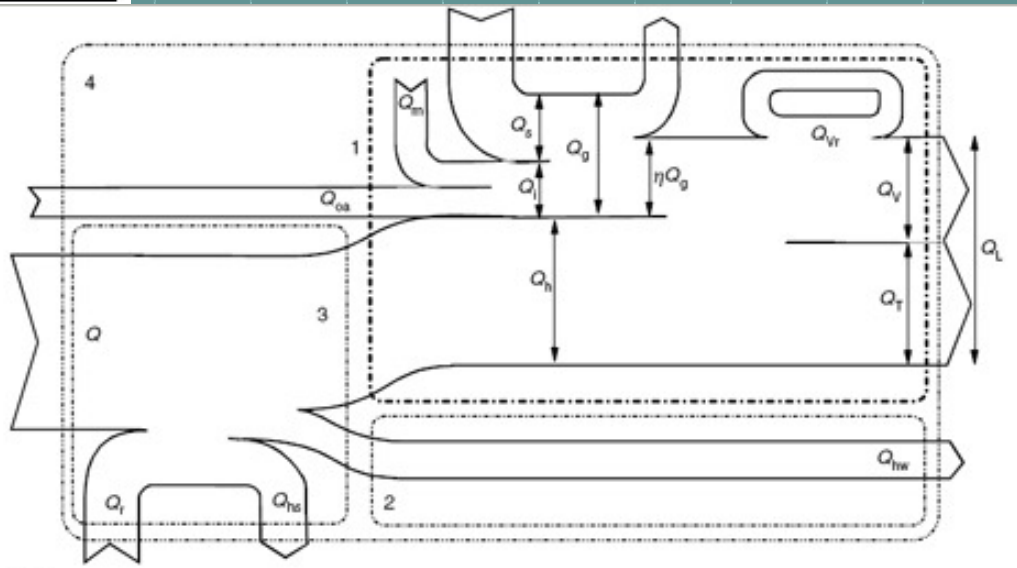
UNI EN ISO 13790
APRILE 2005

Thermal performance of buildings
Calculation of energy use for space heating

La norma fornisce un metodo di calcolo semplificato per la determinazione del fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento degli edifici residenziali e non residenziali, o di loro parti.

Bilancio energetico dell'edificio secondo UNI EN ISO 13790

La norma conferma la metodologia di bilancio della UNI EN 832 estendendola agli edifici non residenziali.



Key

Q	Energy use for heating	Q_h	Heat use
Q_{oa}	Heat from other appliances	Q_V	Ventilation heat loss
Q_r	Recovered energy	Q_{Vr}	Ventilation heat recovery
Q_{hs}	Losses from the heating system	Q_T	Transmission heat loss
Q_m	Metabolic heat	Q_{hw}	Heat for hot water preparation
Q_s	Passive solar gains	Q_L	Total heat loss
Q_l	Internal gains	1	Boundary of the heated zone
Q_g	Total gains	2	Boundary of the hot water system
ηQ_g	Useful gains	3	Boundary of the heating plant
		4	Boundary of the building

Figure 1 – Energy balance of a building

La metodologia di UNI EN ISO 13790

Fattore di utilizzazione per due diverse categorie di edifici

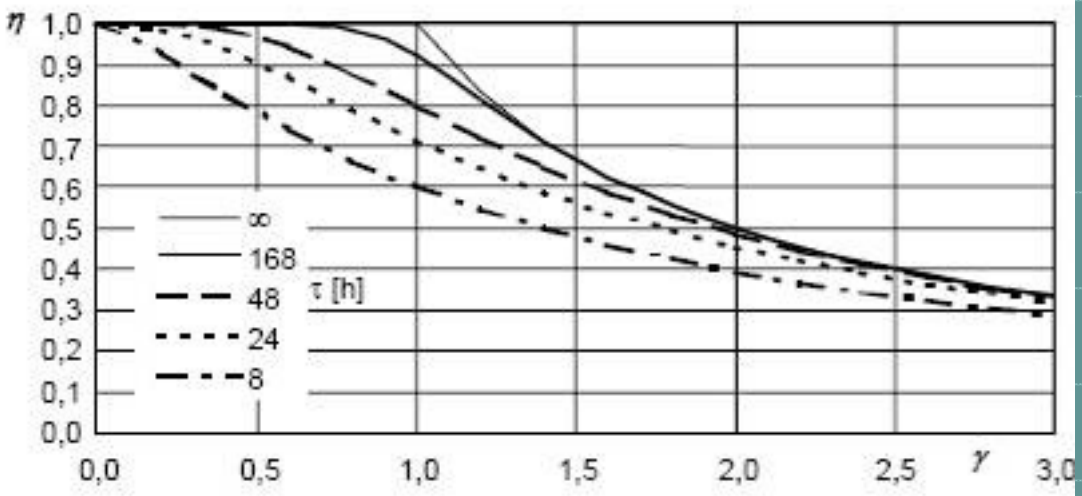
- riscaldamento continuo

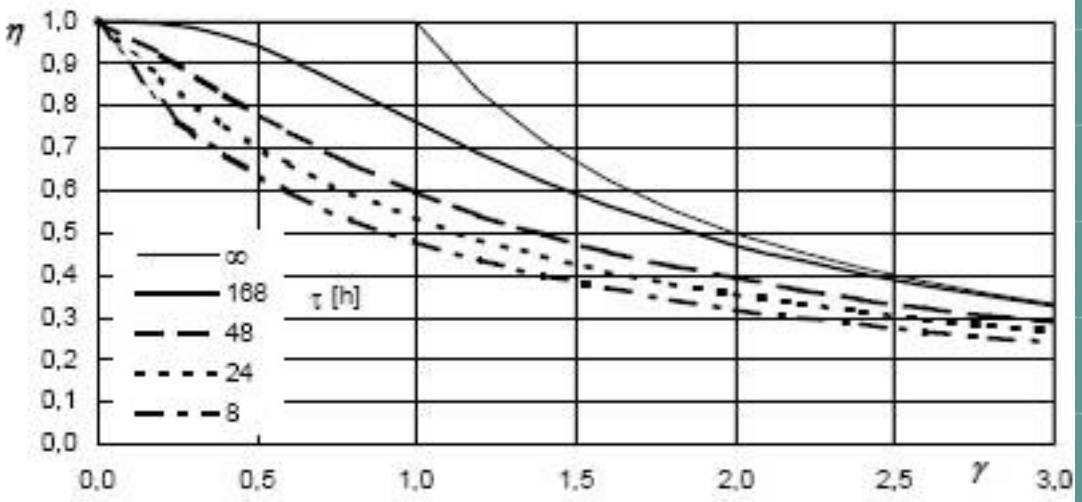
(p.es residenziale)

- riscaldamento discontinuo

(p. es. scuole)

Metodo di calcolo mensile





Key

η gain utilisation factor

τ time constant of the building

γ gain/loss ratio

La metodologia di prEN ISO 13790 rev

I principali dati di input:

- caratteristiche di trasmissione e ventilazione
- fonti interne di calore e caratteristiche di soleggiamento
- dati climatici
- descrizione dell'edificio e dei componenti edilizi, sistemi impiantistici e loro utilizzo
- dati relativi al sistema di riscaldamento, raffrescamento, illuminazione, produzione di acqua calda sanitaria

Inoltre tiene conto di:

- ripartizione dell'edificio in differenti zone per il calcolo (per il fatto che differenti sistemi potrebbero richiedere differenti zone)
- perdite o recuperi di energia nell'edificio (fonti interne di calore, sistemi di ventilazione con recupero di calore)
- portate d'aria di rinnovo e relative temperature di immissione (se l'impianto è centralizzato con batterie di preriscaldamento o preraffrescamento)
- controlli e manutenzioni

La metodologia di prEN ISO 13790 rev

I principali risultati:

- fabbisogni di energia annuali e mensili per il riscaldamento e raffrescamento degli ambienti
- impieghi di energia annuali e mensili per il riscaldamento e raffrescamento degli spazi
- durata delle stagioni di riscaldamento e raffrescamento (per la valutazione delle ore di funzionamento)
- utilizzo di energia ausiliaria per il riscaldamento, il raffrescamento ed i sistemi di ventilazione

- valori mensili dei principali elementi del bilancio energetico: trasmissione, ventilazione, fonti interne di calore, fonti di riscaldamento solari
- contributi dovuti all'impiego di fonti rinnovabili di energia
- perdite del sistema (dovute al riscaldamento, raffrescamento, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione ed illuminazione)

Dati per la determinazione degli indici energetici

- *dati climatici: temperatura esterna di progetto* θ_{est} *e temperatura esterna annuale media;*

- *dati dell'edificio e calcolo della trasmittanza termica dell'involucro*:
  determinazione delle resistenze interna ed esterna R_s UNI EN ISO 6946;
  conducibilità termica λ di strati <u>omogenei</u>:
  valori dichiarati dei materiali UNI EN ISO 10456
  valori di sicurezza EN 12524

  per il terreno UNI EN ISO 13370

  resistenza termica di strati <u>non omogenei</u>: UNI EN ISO 6946
  resistenza di cavità in pareti opache: UNI EN ISO 6946
  resistenza di cavità in pareti trasparenti: UNI EN ISO 10077-1

- determinazione della trasmittanza termica:

metodo generale:	UNI EN ISO 6946
finestre e porte:	UNI EN ISO 10077-1
telaio:	UNI EN ISO 10077-2
vetro:	UNI EN 673

- coefficienti lineici per i ponti termici

metodo dettagliato (3D):	UNI EN ISO 10211-1
metodo dettagliato (2D):	UNI EN ISO 10211-2
metodo semplificato:	UNI EN ISO 14683

- calcolo delle dispersioni termiche attraverso l'involucro esterno, spazi non riscaldati, terreno e altri spazi confinanti — UNI EN ISO 13789

Vedere anche allegato M del D.Lgs. 311/ 2006

Per la determinazione del flusso termico disperso attraverso la struttura edilizia, è necessario determinare il coefficiente di accoppiamento (perdita per dispersione) tra lo spazio riscaldato e l'esterno attraverso l'involucro edilizio L_D è calcolato con la seguente espressione:

$$L_D = \sum_i A_i U_i + \sum_k l_k \Psi_k + \sum_j \chi_j$$

A_i = superficie dell'elemento i – esimo dell'involucro edilizio [m^2];
U_i = trasmittanza termica dell'elemento i-esimo[$W/(m^2K)$];
l_k = lunghezza del ponte termico lineare, [m];
Ψ_k = trasmittanza termica lineica del ponte termico lineare k, [W/(m K)];
χ_j = trasmittanza termica puntuale del ponte termico j, [W/K]

Il coefficiente di perdita di calore per trasmissione H_T e quindi il flusso termico scambiato tra interno ed esterno è calcolato tramite le relazioni:

$$H_T = L_D + L_S + H_U$$

$$Q_T = H_T (\theta_{int} - \theta_{ext}) t$$

in cui la dispersione attraverso gli spazi non riscaldati è calcolata dal coefficiente di perdita H_U

e la dispersione attraverso il terreno determinata dal coefficiente di accoppiamento L_S

Scambio termico per ventilazione

$$Q_V = \Sigma_k \; [H_{V,k} \; (\theta_i \; - \; \theta_{s,k})]t$$

$H_{V,k}$ = coefficiente di ventilazione dell'aria entrante in ambiente a temperatura θ_s;

$$H_{V,k} = \rho_a \, c_a \, \dot{V}_V$$

θ_i = temperatura della zona termica o dell'edificio;

t = durata del calcolo

$\dot{V}_V$ = portata d'aria determinata in accordo a EN 13465

Le perdite totali Q_L saranno quindi: $\mathbf{Q_L = Q_T + Q_V}$

Valore mensile del fabbisogno di energia termica Q_h :

$$Q_h = Q_L - \eta Q_G$$

Il fabbisogno annuale di energia termica si determinerà sommando il fabbisogno termico per tutti i mesi per i quali la temperatura esterna media è minore di quella di progetto.

η = fattore di utilizzo degli apporti gratuiti, che dipende dalla costante di tempo dell'edificio e dal rapporto γ tra perdite e guadagni

Si ricorda che i guadagni Q_G sono

$$Q_G = Q_i + Q_s$$

Gli apporti interni Q_i includono:

- calore di produzione metabolica;
- calore dissipato dalle luci;
- calore prodotto da sistemi di ventilazione
- calore prodotto da processi

Calore per la produzione di acqua calda

$$Q_w = \rho \, c \, V_w \, (\theta_w - \theta_0) \, n_{gg}$$

Volume giornaliero [l / giorno] d'acqua calda richiesta

Temperatura dell'acqua entrante nel sistema di produzione

Temperatura dell'acqua calda prodotta (standard = 40°C)

Per edifici residenziali:

$V_w = m_w \, S \, f_{bagni}$

Superficie lorda	Fabbisogno specifico m'_w [l/(m² gg)]	Q'_w [MJ/(m² gg)]
S < 50 m²	3	0,314
50 ≤ S < 120 m²	2,5	0,262
120 ≤ S < 200 m²	2,0	0,210
S ≥ 200 m²	1,5	0,157

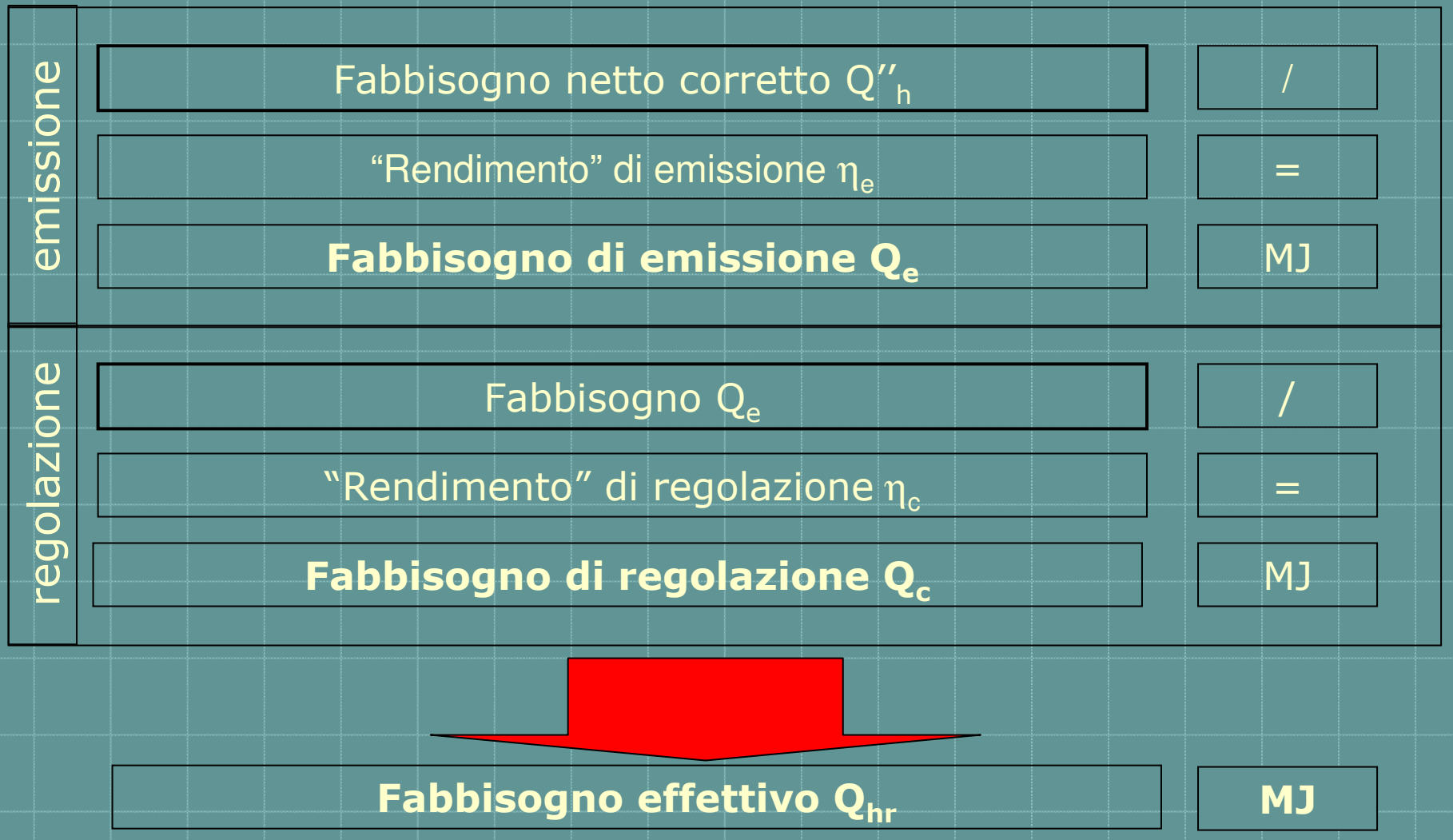
Numero bagni	Fattore f_{bagni}
1	1
2	1,33
3 o più	1,66

L'impianto … (UNI 10348 → pr EN 15316)

EDIFICIO

Fabbisogno ideale di energia termica utile Q_h (o Q_{hvs})	-
Energia recuperabile	=
Fabbisogno netto Q'h	x
Fattore di riduzione per gestione autonoma f_{cont}	=
Fabbisogno netto corretto Q''_h	

IMPIANTO


emissione
Fabbisogno netto corretto Q''h
/
"Rendimento" di emissione ηe
=
Fabbisogno di emissione Qe
MJ
regolazione
Fabbisogno Qe
/
"Rendimento" di regolazione ηc
=
Fabbisogno di regolazione Qc
MJ
Fabbisogno effettivo Qhr
MJ

distribuzione

Fabbisogno Q_{hr}	/
"Rendimento" di distribuzione η_d	=
Fabbisogno di distribuzione Q_p	MJ

generazione

Fabbisogno Q_p	/
"Rendimento" di produzione η_p	=
Fabbisogno di energia primaria per la combustione Q	MJ

Fabbisogno di energia primaria per la combustione	+
Fabbisogno di energia elettrica (per l'emissione, le pompe di distribuzione, la pompa primaria e per il bruciatore)	/
"Rendimento" del servizio elettrico nazionale η_{sen}	=
Fabbisogno totale di energia primaria Q	**MJ**

Una possibile classificazione… la proposta di Ecodomus

	Riscaldamento	Acqua calda	Totale
	Val. max	Val. max	Val. max
CLASSE A	22,5	9	**31**
CLASSE B	45,0	18	**63**
CLASSE C	87,5	21	**108**
CLASSE D	130,0	24	**154**
CLASSE E	162,5	30	**192**
CLASSE F	195,0	36	**231**
CLASSE G	oltre	oltre	**oltre**

Alcune considerazioni...

Si può ragionevolmente prevedere che in un prossimo futuro si renda necessario affinare le metodologie di calcolo proposte seguendo l'evoluzione delle normative.

La difficoltà maggiore sembra tuttavia risiedere nella valutazione delle proprietà dei materiali utilizzati.

Le verifiche ed il controllo.

Definizione del calcolo in regime estivo.