

Provincia di Bolzano
Presidente della Provincia
Decreto 29 settembre 2004, n. 34

Bollettino Ufficiale Regionale 28 dicembre 2004, n. 52 - Supplemento Ordinario n. 1

Regolamento di esecuzione della legge urbanistica in materia di risparmio energetico.

Preambolo

[PREAMBOLO]

IL PRESIDENTE DELLA PROVINCIA

Vista la deliberazione della Giunta provinciale n. 2545 del 12 luglio 2004,

emana

il seguente regolamento:

Articolo 1

AMBITO DI APPLICAZIONE

1. Il presente regolamento definisce i valori massimi di fabbisogno di calore annuale per riscaldamento negli edifici di nuova costruzione, determina le categorie degli edifici a cui si applicano tali valori e definisce lo spessore di coibentazione che non viene calcolato come cubatura urbanistica, in attuazione dei commi 5 e 6 dell'articolo 127 della legge urbanistica provinciale 11 agosto 1997, n. 13, e successive modifiche.
2. Ai fini del presente regolamento per edifici di nuova costruzione si intendono anche gli edifici che siano stati demoliti e ricostruiti.

Articolo 2

CATEGORIE DEGLI EDIFICI

1. Le disposizioni del presente regolamento si applicano a tutti gli edifici ad uso abitativo e per uffici, eccezione fatta per quelli ubicati in zona produttiva.

Articolo 3

CERTIFICATO CASACLIMA

1. Le categorie di consumo di calore ed il metodo di calcolo dell'indice termico sono determinati nell'allegato A.

2. Affinchè possa essere rilasciato il certificato di abitabilità, il fabbisogno energetico annuo degli edifici deve essere pari o inferiore alla categoria C del certificato Casa Clima. Per edifici della categoria C il calcolo ai sensi dell'allegato A, controfirmato dal direttore lavori, va depositato presso il comune competente. Per edifici della categoria A e B la verifica e il rilascio della relativa certificazione avviene tramite l'Ufficio provinciale Aria e Rumore. (1)

(1) Il presente comma è stato così sostituito dall'art. 1, D.P.P. 21.04.2005, n. 17 (B.U.R. 14.06.2005, n. 24). Si riporta di seguito il testo previgente:

"2. Affinché possa essere rilasciato il certificato di abitabilità, il fabbisogno energetico annuo degli edifici deve essere pari o inferiore alla categoria C del certificato CasaClima. La relativa certificazione è rilasciata dall'Ufficio provinciale Aria e rumore".

Articolo 4

DICHIARAZIONE ATTESTANTE IL FABBISOGNO ENERGETICO ANNUALE

1. Unitamente alla domanda di concessione edilizia va presentata una dichiarazione, firmata dal/dalla richiedente e dal/dalla progettista, attestante il rispetto dei valori di cui all'articolo 3. (1)

2. Per gli edifici di cui all'articolo 2 non trovano applicazione le disposizioni di cui agli articoli da 27 a 30 della legge 9 gennaio 1991, n. 10.

(1) Il presente comma è stato così sostituito dall'art. 1, D.P.P. 21.04.2005, n. 17 (B.U.R. 14.06.2005, n. 24). Si riporta di seguito il testo previgente:

"1. Unitamente alla domanda di concessione edilizia va presentata una dichiarazione, firmata dal richiedente, attestante il rispetto dei valori di cui all'articolo 3".

Articolo 5

CALCOLO DELLA CUBATURA

1. Per gli edifici con un fabbisogno energetico corrispondente alla categoria A del certificato CasaClima viene calcolato come cubatura urbanistica soltanto uno spessore di 0,3 m dei muri perimetrali.
2. Qualora negli edifici di cui al comma 1 venga accertato un fabbisogno energetico superiore alla categoria A, si applicano le disposizioni di cui all'articolo 83 della legge provinciale 11 agosto 1997, n. 13.

Articolo 6

VIGILANZA

1. L'Ufficio provinciale Aria e rumore può effettuare ispezioni e controlli negli edifici e nei cantieri e richiedere la documentazione e le informazioni necessarie ai fini della vigilanza.

Articolo 7

NORMA TRANSITORIA

1. Le disposizioni del presente regolamento si applicano agli edifici per i quali la domanda di concessione edilizia è stata inoltrata dopo la data di entrata in vigore del regolamento stesso.

Il presente decreto sarà pubblicato nel Bollettino Ufficiale della Regione.

E' fatto obbligo a chiunque spetti di osservarlo e di farlo osservare.

Categorie di consumo e calcolo degli indici termici
Allegato A/1

[CONCETTI, SIMBOLI E INDICI]

Categorie di consumo	Fabbisogno energetico annuo
Categoria di consumo A	$HWB_{NGF} \leq 30 \text{ kWh/m}^2$ 
Categoria di consumo B	$HWB_{NGF} \leq 50 \text{ kWh/m}^2$ 
Categoria di consumo C	$HWB_{NGF} \leq 70 \text{ kWh/m}^2$ 
Categoria di consumo D	$HWB_{NGF} \leq 90 \text{ kWh/m}^2$ 
Categoria di consumo E	$HWB_{NGF} \leq 120 \text{ kWh/m}^2$ 
Categoria di consumo F	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh/m}^2$ 
Categoria di consumo G	$HWB_{NGF} \leq 160 \text{ kWh/m}^2$ 

Concetti, simboli e indici

Concetti

Zona riscaldata: vani che, a seconda del loro utilizzo, vengono riscaldati in modo diretto oppure in modo indiretto tramite vani adiacenti.

Zona non riscaldata: vani che non fanno parte dell'area riscaldata. Si tratta prevalentemente di sottotetti, cantine non riscaldate, garage annessi e serre.

Serra: veranda di vetro ventilata e non sempre aperta verso il vano adiacente riscaldato.

Temperatura esterna: temperatura dell'aria esterna.

Temperatura interna ("temperatura nominale"): temperatura dell'area riscaldata che sta alla base del calcolo.

Perdite di calore: quantità di calore emessa dall'area riscaldata all'ambiente mediante trasmissione del calore o ventilazione.

Guadagni termici: quantità di calore che si forma o che rientra all'interno dell'area riscaldata e che è indipendente dalle fonti del calore del sistema di riscaldamento.

Grado di utilizzazione dei guadagni termici: quote dei guadagni termici solari che si ottengono in un edificio e dei guadagni termici per carichi interni di un edificio che possono essere sfruttate per il riscaldamento.

Capacità di accumulo efficace del calore: quota della capacità di accumulo del calore di un edificio che influisce sul fabbisogno di calore.

Fabbisogno di calore per il riscaldamento: quantità di calore calcolata necessaria per mantenere una temperatura interna prestabilita.

Fabbisogno di energia per il riscaldamento: fabbisogno calcolato di energia primaria necessario per coprire il fabbisogno di calore per il riscaldamento, tenendo conto delle perdite di conversione.

Periodo di riscaldamento: periodo in cui viene riscaldato un edificio.

Temperatura limite di riscaldamento: temperatura esterna a partire dalla quale un edificio con una temperatura interna prestabilita non deve più essere riscaldato.

Simboli, denominazioni ed unità

SIMBOLI	DENOMINAZIONE	UNITA'
A_B	Superficie dell'involucro dell'edificio che emette calore	m ²
A_r	Superficie del telaio (chiassile e battente)	m ²
A_g	Superficie vetrata	m ²
A_i	Superficie dell'elemento costruttivo	m ²
A_w	Superficie della finestra	m ²
A/V	Rapporto superficie-volume	M
BGF_B	Superficie lorda riscaldata dei piani	m ²
$BGF_{B,DG}$	Superficie lorda riscaldata dei piani di sottotetti resi abitabili	m ²
NGF_B	Superficie netta riscaldata dei piani	m ²
c_a	Capacità termica specifica dell'aria	Wh/(kg·K)
d	Spessore di uno strato di un elemento costruttivo	M
f_i	Fattore di correzione della temperatura dell'elemento costruttivo i	
f_s	Fattore di riduzione per l'ombreggiamento	-

g	Grado di trasmissione dell'energia totale (fattore solare) della vetrata	-
g_w	Grado di trasmissione dell'energia totale effettivo della vetrata	-
h_{DG}	Altezza lorda dei piani del sottotetto	M
HGT	Gradi giorno durante il periodo di riscaldamento	Kd/a
HT	Quantità dei giorni di riscaldamento durante il periodo di risc.	d/a
HWB_{NGF}	Fabbisogno di calore per riscaldamento rapportato alla superficie netta	kWh/(m ² ·a)
I_j	Somme di radiazione con l'orientamento j durante il periodo di riscaldamento	kWh/(m ² ·a)
L_e	Conduttanza per elementi costruttivi adiacenti ad aria esterna	W/K
l_B	Lunghezza del balcone sporgente	M
l_g	Lunghezza margine del vetro stratificato	M
L_g	Conduttanza per elementi costruttivi a contatto con il suolo	W/K
L_T	Trasmittanza termica dell'involucro dell'edificio	W/K
L_u	Conduttanza per elementi costruttivi adiacenti a vani non riscaldati	W/K
L_V	Coefficiente specifico di ventilazione dell'involucro dell'edificio	W/K
L_{χ}	Aumenti puntuali di conduttanza per ponti termici	W/K
L_{ψ}	Coefficiente lineico d'aumento per ponti termici	W/K
N	Indice di ricambio d'aria	1/h
n_x	Ulteriore indice di ricambio d'aria mediante vento e spinta di Archimede	1/h
P_1	Carico di riscaldamento relativo alla superficie	W/m ²
P_{tot}	Carico di riscaldamento dell'edificio	W
Q_h	Fabbisogno di calore durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
q_i	Densità media del flusso di calore dei guadagni per carichi interni	W/m ²
Q_i	Guadagni per carichi interni durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
Q_s	Guadagni termici solari tramite elementi costruttivi trasparenti durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
Q_T	Perdite di calore per trasmissione durante il periodo di	kWh/a

	riscaldamento	
Q_v	Perdite del calore per ventilazione durante il periodo di riscaldamento	kWh/a
$q_{v,f}$	Portata volumetrica di aria mediante ventilazione forzata	m ³ /h
R_{si}	Resistenza di convezione termica dall'aria interna alla superficie dell'elemento costruttivo	m ² ·K/W
R_{se}	Resistenza di convezione termica dalla superficie dell'elemento costruttivo all'aria esterna	m ² ·K/W
U_f	Coefficiente di trasmissione del calore del telaio senza tener conto dell'effetto di bordo	W/(m ² ·K)
U_g	Coefficiente di trasmissione del calore della vetrata senza tener conto dell'effetto di bordo	W/(m ² ·K)
U_i	Coefficiente di trasmissione globale dell'elemento costruttivo i	W/(m ² ·K)
U_m	Coefficiente medio di trasmissione globale dell'involucro dell'edificio che emette calore	W/(m ² ·K)
U_w	Coefficiente di trasmissione del calore di una finestra	W/(m ² ·K)
V_B	Volume lordo riscaldato dell'edificio	m ³
$V_{B,DG}$	Volume lordo riscaldato di sottotetti resi abitabili	m ³
V_N	Volume netto ventilato dell'edificio	m ³
γ	Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore	-
η	Grado di utilizzazione dei guadagni termici	-
η_v	Grado di utilizzazione del sistema di recupero del calore	-
λ	Conducibilità termica equivalente di uno strato costruttivo	W/(m·K)
θ_i	Temperatura media interna	°C
θ_e	Temperatura media esterna mensile o riferita al periodo di riscaldamento	°C
θ_{ne}	Temperatura esterna normale	°C
ρ_a	Densità dell'aria	kg/m ³
Ψ_B	Coefficiente di trasmissione del calore per metro di balconi sporgenti	W/(m·K)
Ψ_g	Coefficiente di correzione per il ponte termico tra telaio e vetro	W/(m·K)

Indici

A	aria (air)	se	superficie esterna (external surface)
c	caratteristico (characteristic)	si	superficie interna (internal surface)
e	esterno (external)	u	non riscaldato (unheated)
f	ventilatore (fan),	v	ventilato (ventilated)
f	telaio (frame)	w	finestra (window),
g	suolo (ground),		efficace
	vetro (glazing)	x	ulteriore (extra)
h	riscaldamento (heating),	B	lordo
	riscaldato (heated)		riscaldato
i	interno (internal),	N	netto (net)
	indice	S	ombreggiatura (shading)
j	orientamento	T	trasmissione (transmission)
m	medio (middle)	V	ventilazione (ventilation),
s	solare (solar)		volume (volume)

Dati oggetto

Utilizzo dell'edificio e tipo di costruzione Gli edifici sono suddivisi secondo il loro utilizzo nelle seguenti categorie:

- edifici per uffici
- edificio monofamiliare o bifamiliare
- edificio plurifamiliare
- edificio per uffici e ad uso abitativo

Il tipo di costruzione dell'edificio dipende dai materiali da costruzione impiegati e dalla loro densità. Si distingue tra i seguenti tipi:

- costruzione leggera (p.es. costruzione in legno)
- costruzione media (p.es. costruzione in mattoni)

- costruzione pesante (p.es. costruzione in calcestruzzo)

Dati climatici

Per calcolare il fabbisogno di calore si devono considerare i dati climatici del relativo Comune dell'Alto Adige.

I dati climatici sono stati determinati mediante rilevazioni pluriennali.

- Gradi giorno $HGT_{12/20}$ durante il periodo di riscaldamento
- Giorni di riscaldamento HT_{12} durante il periodo di riscaldamento
- Temperatura media esterna θ_e durante il periodo di riscaldamento
- Temperatura esterna prescritta θ_{ne}
- Intensità di radiazione $I_S, I_{O/W}, I_N$ e $I_{horizontal}$ durante il periodo di riscaldamento

Se la posizione dell'edificio è 100 m più in alto o più in basso del municipio del paese, si eseguono le seguenti correzioni:

$HGT \pm 3\%$ per ± 100 m di dislivello rispetto al municipio

$\theta_{ne} \pm 0,5$ K per ± 100 m di dislivello rispetto al municipio

Per i paesi non indicati si esegue il calcolo con i valori del paese più vicino con una posizione simile.

Temperatura interna

Per la temperatura media interna θ_i per edifici abitativi si assume un valore di 20°C.

Volume e superfici riscaldati

La superficie netta riscaldata, la superficie lorda riscaldata, il volume netto ventilato ed il volume lordo riscaldato rappresentano dei dati importanti per il calcolo.

Il calcolo semplificato del volume netto ventilato si effettua in base alla seguente formula:

$$V_N = n_V \times V_B \dots \text{ in m}^3$$

Per n_V si applicano i seguenti valori a seconda del tipo di costruzione:

costruzione leggera	0,8
---------------------	-----

costruzione media	0,75
costruzione pesante	0,7

Per motivi architettonici, negli edifici per uffici si raggiungono spesso altezze dei vani elevate. In tal caso non ha senso considerare tutto il volume per il calcolo. Pertanto si adotta la seguente semplificazione già automaticamente calcolata:

$$NGF_B \cdot 3,0m < V_N \rightarrow V_N = NGF_B \cdot 3,0m$$

Questa semplificazione è valida soltanto per gli edifici per uffici.

La superficie netta dei piani NGF_B è il valore di riferimento per il fabbisogno di calore relativo alla superficie ed il carico di riscaldamento relativo alla superficie P_1 .

Il calcolo semplificato si effettua in base alla seguente formula:

$$NGF_B = n_B \cdot BGF_B \dots \text{ in } m^2$$

Per n_B si applicano i seguenti valori a seconda del tipo di costruzione:

costruzione leggera	0,9
costruzione media	0,85
costruzione pesante	0,8

Rapporto superficie - volume dell'edificio

Il rapporto tra la superficie dell'involucro dell'edificio A_B , che racchiude il volume lordo riscaldato dell'edificio, ed il volume lordo riscaldato V_B , abbreviato in rapporto A/V , è una misura necessaria a definire la compattezza di un edificio e viene calcolato come segue:

$$\frac{A}{V} = \frac{V_B}{A_B} \text{ in } m$$

Fabbisogno di calore per riscaldamento

Il fabbisogno di calore per riscaldamento indica la quantità di calore calcolata che deve essere condotta ai vani di un edificio come media pluriennale durante un periodo di riscaldamento per mantenere una temperatura interna stabilita.

Il fabbisogno di calore per riscaldamento viene calcolato per bilanciamento come segue:

$$Q_h = (Q_T + Q_v) - \eta_x (Q_I + Q_s) \dots \text{ in kWh/a}$$

Metodo di bilancio dei periodi di riscaldamento

Per ottenere il certificato "CasaClima" si applica un procedimento di calcolo semplificato, il cosiddetto procedimento di bilancio dei periodi di riscaldamento. La durata del periodo di riscaldamento è prestabilita supponendo una temperatura limite di 12°C. I giorni di riscaldamento vanno determinati consultando i dati climatici del relativo Comune.

Zone di temperatura

Il seguente procedimento di calcolo si usa in genere per edifici riscaldati in modo uniforme, a condizione che le temperature interne delle singole parti dell'edificio differiscano di meno di 4°C. Nel caso di differenze più elevate, l'edificio dovrebbe essere diviso in due o più zone di temperatura, stabilendo il bilancio termico per ogni zona e addizionando alla fine i risultati di ogni zona. Per il certificato degli edifici abitativi si applica un procedimento di calcolo semplificato con una zona di temperatura uniforme.

Riscaldamento parziale e abbassamento notturno

I risparmi ottenuti per riscaldamento parziale dei vani ed abbassamento notturno dell'impianto di riscaldamento non vengono presi in considerazione per il calcolo per ottenere il certificato.

Perdite di calore per trasmissione

Le perdite di calore per trasmissione Q_T in seguito alla conduzione termica negli elementi costruttivi e alla convezione termica sulle superfici vengono calcolate come segue:

$$Q_T = 0,024 \times L_T \times HGT \dots \text{ in kWh/a}$$

Trasmittanza termica dell'involucro dell'edificio

La trasmittanza termica L_T viene calcolata addizionando le conduttanze per tutti gli elementi costruttivi dell'involucro, tenendo conto delle influenze di ponti termici, come segue:

$$L_T = L_e + L_u + L_g + L_{\psi} + L_{\chi} \dots \text{ in W/K}$$

Conduttanze per elementi costruttivi

Le conduttanze per elementi costruttivi L_e , L_u e L_g si calcolano con metodo semplificato come segue:

$$L_e + L_u + L_g = \sum_i f_i \times U_i \times A_i \quad \dots \text{ in W/K}$$

Il fattore di correzione della temperatura f_i va desunto dalla tabella 1.

Aumenti di conduttanza per ponti termici

I ponti termici si presentano di solito al passaggio tra muro esterno e solaio superiore dei piani, nell'intradosso di una finestra (architrave, parti laterali, parapetto), nonché nel collegamento tra muro esterno e solaio dei piani.

Gli aumenti di conduttanza per ponti termici L_ψ e L_χ si calcolano in modo semplificato come segue:

$$L_\psi + L_\chi = 0,2 \times \left(0,75 - \frac{L_c + L_u + L_g}{A_B} \right) \times (L_c + L_u + L_g) + \sum_i \psi_{Bi} \cdot l_{Bi} \quad \dots \text{ in W/K}$$

Soprattutto i balconi sporgenti sono noti per la loro elevata perdita di calore e sono da considerare separatamente tramite il coefficiente di trasmissione del calore lineare per metro e la loro lunghezza l_B .

Coefficiente di trasmissione dell'elemento i

Il coefficiente di trasmissione U_i indica quanto calore viene scambiato attraverso 1 m² dell'elemento costruttivo i con una differenza della temperatura tra l'interno e l'esterno di 1 K per unità di tempo. Si calcola come segue:

$$U_i = \frac{1}{R_{si} + \sum_m \frac{d_m}{\lambda_m} + R_{se}} \quad \dots \text{ in W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

Per i coefficienti convettivi R_{si} e R_{se} nonché per la somma delle due grandezze, vanno utilizzati i valori indicati nella tabella 1. Il valore della conduttività termica λ va desunto dalla documentazione relativa o va dimostrato con un verbale di prova.

La resistenza alla trasmissione del calore di un elemento strutturale con strati eterogenei è calcolata mediante il valore medio aritmetico del valore limite superiore ed inferiore della resistenza alla trasmissione di calore.

$$R_T = \frac{R'_T + R''_T}{2} \quad \dots \text{ in (m}^2 \cdot \text{K)/W}$$

2

R'_T è il valore limite superiore di resistenza alla trasmissione del calore ed R''_T quello inferiore. Il calcolo dei valori limite di resistenza alla trasmissione del calore deve essere fatto mediante suddivisione dell'elemento

strutturale in ritagli e strati, in modo tale che ognuna delle parti dell'elemento strutturale sia termicamente omogenea (vedi figura).

Ogni ritaglio m (a, b, \dots) perpendicolare alla superficie dell'elemento strutturale ha una superficie f_m . Ogni strato j (a, β, g, \dots) parallelo alla superficie dell'elemento strutturale ha un spessore d_j . Ogni parte m j ha una conducibilità termica equivalente a_{mj} , uno spessore d , una superficie f_m e una resistenza alla trasmissione di calore R_{mj} .

La superficie di una parte è il suo rapporto parziale rispetto alla superficie totale. Pertanto si applica la seguente formula:

$$f_a + f_b + \dots + f_n = l$$

Il valore limite superiore della resistenza alla trasmissione del calore si calcola quindi secondo la seguente equazione:

$$\frac{l}{R_T'} = \frac{f_a}{R_{Ta}} + \frac{f_b}{R_{Tb}} + \dots + \frac{f_n}{R_{Tn}} \quad \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

$R_{Ta}, R_{Tb}, \dots, R_{Tn}$ sono le resistenze alla trasmissione del calore di ogni ritaglio, calcolate secondo la formula generale per la resistenza alla trasmissione del calore, comprese le resistenze di convezione termica.

f_a, f_b, \dots, f_n sono le superficie di ogni ritaglio.

Il valore limite superiore della resistenza alla trasmissione del calore si ricava calcolando prima la resistenza alla trasmissione del calore per ogni strato termicamente omogeneo, in base alla seguente equazione:

$$\frac{l}{R_j} = \frac{f_a}{R_{aj}} + \frac{f_b}{R_{bj}} + \dots + \frac{f_n}{R_{nj}} \quad \text{in } W/(m^2 \cdot K)$$

Il valore limite inferiore della resistenza alla trasmissione del calore si calcola quindi sommando le singole resistenze alla trasmissione del calore di ogni strato e le resistenze di convezione termica.

$$R_T'' = R_{si} + R_{\alpha} + R_{\beta} + \dots + R_n + R_{se} \quad \dots \text{ in } (m^2 \cdot K)/W$$

Il valore U è il reciproco di R_T .

$$U = \frac{1}{R_T} \quad \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

I casi particolari e le correzioni trattati specificamente nella EN ISO 6946 non sono considerati nel calcolo.

L'errore stimato si ottiene dalla seguente formula:

$$E = \frac{R_T' - R_T''}{2 \cdot R_T} \quad \dots \text{ in } \%$$

Coefficiente di trasmissione di una finestra

Il coefficiente di trasmissione U_w si calcola a scelta in uno dei due modi seguenti:

a) con il calcolo

$$U_w = \frac{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + l_g \cdot \psi_g}{A_g + A_f} \quad \dots \text{ in } W/(m^2 \cdot K)$$

Nel caso in cui non siano presenti indicazioni specifiche sul prodotto, i valori di calcolo per il coefficiente di trasmissione U_g possono essere desunti dalla tabella 2, per il coefficiente di trasmissione U_f -a seconda del tipo di telaio- dalle tabelle 3, 4 o 5, e per il coefficiente di correzione ψ_g dalla tabella 6.

b) mediante prova di una finestra con la stessa struttura e dimensioni prescritte.

Superfici vetrate e telai

La superficie della vetrata A_g e la superficie del telaio A_f sono calcolate in base alla misura della luce architettonica della finestra ed allo spessore del telaio.

Lunghezza del perimetro della vetrata

La lunghezza del perimetro della vetrata l_g di una finestra si calcola in base allo spessore del telaio e alle dimensioni della finestra.

Perdite di calore per ventilazione

Le perdite di calore per ventilazione Q_v in seguito al ricambio di aria d'ambiente calda con aria esterna fredda si calcolano nel modo seguente:

$$Q_v = 0,024 \times L_v \times \text{HGT} \dots \text{ in kWh/a}$$

Coefficiente specifico di ventilazione dell'involucro dell'edificio

Il coefficiente specifico di ventilazione L_v viene calcolato come segue:

$$L_v = \rho_a \times c_a \times n \times V_N \dots \text{ in W/K}$$

La capacità termica dell'aria si determina con $\rho_a \times c_a = 0,33 \text{ Wh}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$.

Indice di ricambio dell'aria

Il ricambio d'aria dipende dal comportamento dell'utente, per cui si presume che per il calcolo vi sia un comportamento standard.

Per l'indice di ricambio dell'aria n si assume il seguente valore:

$$n = 0,5 \dots \text{ in 1/h}$$

Per motivi igienici possono essere necessari indici di ricambio d'aria più elevati.

Sistemi meccanici di ventilazione con recupero del calore

L'indice di ricambio dell'aria n nei sistemi meccanici di ventilazione con recupero del calore dall'aria viziata e riscaldamento dell'aria di alimentazione viene calcolato come segue:

$$n = \frac{q_{v,f}}{V_N} \times (1 - \eta_v) + n_x \dots \text{ in 1/h}$$

Nel caso in cui l'indice di ricambio dell'aria $q_{v,f}/V_N$ ottenuto meccanicamente fosse inferiore a 0,4/h, si presume una ventilazione attraverso la finestra che garantisca un ricambio dell'aria pari a 0,5/h, necessario per motivi igienici.

$$n = 0,4 - \frac{q_{v,f}}{V_N} \eta_v + n_x \dots \text{ in 1/h}$$

Qualora non si disponesse dei dati relativi alla portata volumetrica di aria mediante ventilazione forzata, questa può essere calcolata utilizzando il seguente metodo semplificato:

$q_{v,f} 0,8 \cdot V_N \dots$ in m³/h

Il grado di utilizzazione η_v deve essere dimostrato con una perizia termotecnica. Le perdite di calore per ventilazione che si originano per una mancanza di tenuta dell'edificio in seguito a vento e alla spinta di Archimede si considerano mediante l'indice aggiuntivo di ricambio dell'aria n_x , con n_x pari a 0,1.

Guadagni termici solari

I guadagni termici Q_s in seguito ad irradiazione solare attraverso elementi costruttivi trasparenti si calcolano come segue:

$$Q_s = \sum_j I_j \times (\sum A_g \times f_s \times g_w)_j \dots \text{ in kWh/a}$$

Fattore di riduzione per ombreggiamento

Il fattore di riduzione f_s viene calcolato in modo semplificato come segue:

$f_s = 0,9$ in posizione non ombreggiata

$f_s = 0,6$ in posizione ombreggiata

Grado di trasmissione dell'energia totale

Il grado di trasmissione dell'energia totale effettivo g_w in seguito a vetrate sporche e al passaggio non verticale dell'irradiazione solare si determina in genere come segue:

$$g_w = 0,9 \times g$$

Serre

I guadagni termici solari nelle serre vengono determinati calcolando soltanto il guadagno termico mediante irradiazione solare che giunge direttamente attraverso la vetrata esterna della serra e la vetrata interna tra la serra e la casa nei vani retrostanti. Si devono considerare eventuali ombreggiamenti ad opera del tetto della serra.

Isolamento termico trasparente

I guadagni termici mediante isolamento termico trasparente costituiscono un caso a sé stante e devono essere dimostrati separatamente e integrati nel calcolo del fabbisogno di calore per riscaldamento.

Guadagni termici per carichi interni

I guadagni termici per carichi interni Q_i in seguito all'utilizzo di apparecchiature elettriche, illuminazione artificiale e calore corporeo di persone vengono calcolati come segue:

$$Q_i = 0,024 \times q_i \times NGF_B \times H_T \dots \text{ in kWh/a}$$

Per la densità media del flusso di calore q_i per edifici abitativi si assumono in genere i seguenti valori:

Utilizzo dell'edificio:	q_i
Edificio per uffici	4,5 W/m ²
Edificio familiare o bifamiliare	3,5 W/m ²
Edificio plurifamiliare	3,5 W/m ²
Edificio per uffici e ad uso abitativo	4,0 W/m ²

Grado di utilizzazione dei guadagni termici

Il grado di utilizzazione è un fattore che riduce la totalità dei guadagni mensili o stagionali (interni e solari - passivi) alla parte utilizzabile dei guadagni termici.

Applicando il procedimento di bilancio del periodo di riscaldamento, il grado di utilizzazione η viene calcolato in modo semplificato come segue:

η
per tipi di costruzione pesante

$$= 1,00$$

η
per tipi di costruzione media

$$= 0,98$$

η
per tipi di costruzione leggera

$$= 0,90$$

Rapporto tra guadagni termici e perdite di calore

Il rapporto tra guadagni e perdite di calore γ viene calcolato come segue:

$$\gamma = \frac{Q_S + Q_i}{Q_T + Q_V}$$

Indici termici

Carico di riscaldamento P_1 riferito alla superficie

Il carico di riscaldamento P_1 riferito alla superficie si calcola in base al carico di riscaldamento dell'edificio, secondo la seguente formula:

$$P_1 = \frac{P_{tot}}{N_{GFB}} \quad \dots \text{ in W/m}^2$$

Il carico di riscaldamento dell'edificio si calcola dalle perdite di calore trasmesso e dalle perdite di calore per ventilazione, tenendo conto della temperatura esterna prevista:

$$P_{tot} = (L_T + L_V) \times (\theta_i - \theta_{ne}) \quad \dots \text{ in W}$$

Il carico di riscaldamento calcolato non sostituisce la dimostrazione del carico normale di riscaldamento dell'edificio.

Il fabbisogno termico specifico HWB_{NGF} riferito alla superficie Il fabbisogno termico specifico annuo riferito alla superficie netta dei piani riscaldati viene calcolato come segue:

$$HWB_{NGF} = \frac{Q_h}{NGF_B} \quad \dots \text{ in kWh/(m}^2\cdot\text{a)}$$

Categorie di consumo e calcolo degli indici termici

Allegato A/2

ELENCO DEI VALORI DI CALCOLO

Tab. 1: Resistenze di convezione termica e fattori di correzione della temperatura degli elementi costruttivi

Flusso di calore verso l'esterno attraverso	Resistenze di convezione termica in $\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$	Fattore di correzione della
---	--	-----------------------------

				temperatura f_i
	R_{si}	R_{se}	$R_{si} + R_{se}$	
Elementi costruttivi attigui all'aria esterna				
Muro esterno				
non ventilato	0,13	0,04	0,17	1,0
ventilato	0,13	0,13	0,26	1,0
Solaio esterno				
verso l'alto:				
non ventilato	0,10	0,04	0,14	1,0
ventilato	0,10	0,10	0,20	1,0
verso il basso:				
non ventilato	0,17	0,04	0,21	1,0
ventilato	0,17	0,17	0,34	1,0
Inclinazione del tetto				
non ventilato	0,10	0,04	0,14	1,0
ventilato	0,10	0,10	0,20	1,0
Elementi costruttivi attigui a vani non riscaldati				
Muro verso sottotetto non riscaldato	0,13	0,13	0,26	0,9
Solaio verso sottotetto non riscaldato	0,10	0,10	0,20	0,9
Muro verso garage sotterraneo	0,13	0,13	0,26	0,8
Solaio verso garage sotterraneo	0,17	0,17	0,34	0,8
Muro verso serra non riscaldata con la seguente vetrata esterna della serra:	0,13	0,13	0,26	
Vetrata semplice $U > 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$				0,7
Vetrata isolante $U \leq 2,5 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$				0,6
Vetrata isolante selettiva $U \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$				0,5
Muro verso cantina non riscaldata	0,13	0,13	0,26	0,5
Solaio verso cantina non riscaldata	0,17	0,17	0,34	0,5
Muro verso scalinata non riscaldata ed esposta ad	0,13	0,13	0,26	0,5

aria esterna				
Muro verso cortile interno con copertura in vetro (atrio)	0,13	0,13	0,26	0,5
Muro verso ulteriore vano di smorzamento	0,13	0,13	0,26	0,5
Solaio verso ulteriore vano di smorzamento				
verso l'alto	0,10	0,10	0,20	0,5
verso il basso	0,17	0,17	0,34	0,5
Elementi costruttivi a contatto con il suolo				
Muro attiguo al suolo	0,13	-	0,13	0,6
Pavimento attiguo al suolo	0,17	-	0,17	0,5

Tab. 2: Coefficienti di trasmissione del calore e gradi di utilizzazione dell'energia totale per vetrate

Denominazione	U_g W/(m ² ·K)	g
Vetrata semplice 6 mm	5,8	0,83
Vetrata trasparente isolante a due strati 6-8-6	3,2	0,71
Vetrata trasparente isolante a due strati 6-12-6	2,9	0,71
Vetrata trasparente isolante a due strati 6-16-6	2,7	0,72
Vetrata trasparente a due strati 6-30-6	2,7	0,72
Vetrata trasparente isolante a tre strati 6-12-6-12-6	1,9	0,63
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-16-4 (aria)	1,5	0,61
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-15-6 (Ar)	1,1	0,61
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-12-4 (Kr)	1,1	0,62
Vetrata termoisolante a due strati rivestita 4-12-4 (Xe)	0,9	0,62
Vetrata termoisolante a tre strati rivestita 4-8-4-8-4 (Kr)	0,7	0,48
Vetrata termoisolante a tre strati rivestita 4-8-4-8-4 (Xe)	0,5	0,48
Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)	1,1	0,25
Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)	1,4	0,27
Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)	1,3	0,29

Vetrata riflettente a due strati 6-15-4 (Ar)	1,4	0,33
Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)	1,4	0,39
Vetrata riflettente a due strati 6-12-4 (Ar)	1,4	0,44
Vetrata riflettente a due strati 6-15-6 (Ar)	1,3	0,48

Tab. 3: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in legno

Spessore d_f mm	U_f W/(m ² ·K)	
	Legno morbido (500 kg/m ³) $\lambda = 0,13$ W/(m·K)	Legno duro (700 kg/m ³) $\lambda = 0,18$ W/(m·K)
30	2,3	2,70
50	2,0	2,35
70	1,8	2,05
90	1,6	1,85
110	1,4	1,65

Tab. 4: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in materiale plastico

Materiale	Tipo di telaio	U_f W/(m ² ·K)
Poliuretano		2,6
Profili tubolari in PVC	2 camere	2,2
	3 camere	2,0

Tab. 5: Coefficienti di trasmissione del calore per telai in metallo

	U_f W/(m ² ·K)
Con separazione termica	4,0
Senza separazione termica	6,0

Tab. 6: Fattori di correzione per i ponti termici tra telaio e vetro

	Fattore di correzione ψ_g	
	Vetrata a due e più strati, non rivestite	Vetrata isolanti a due e tre strati con rivestimento
Telai in legno e materiale plastico	0,04	0,06
Telai in metallo con taglio termico	0,06	0,08
Telai in metallo senza taglio termico	0,00	0,02

Dati climatici dei Comuni in Alto Adige

Comune	Altezza sul mare [m]	HGT _{12/20} [Kd/a]	HT ₁₂ [d]	q _e [°C]	q _{ne} [°C]	I _s [kWh/m2a]	I _{o/w} [kWh/m2a]	I _N [kWh/m2a]	I _{ORIZZONTALE} [kWh/m2a]
Aldino	1.225	4.418	250	2,35	-19	563	352	214	589
Andriano	274	2.760	179	4,60	-15	347	192	129	322
Anterivo	1.209	4.405	250	2,40	-19	563	352	214	589
Appiano	411	3.017	191	4,20	-15	376	213	141	356
Avelengo	1.290	4.356	261	3,29	-20	604	385	231	643
Badia	1.315	5.131	287	2,13	-20	723	482	279	806
Barbiano	830	3.754	232	3,82	-17	497	301	188	504
Bolzano	262	2.736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Braies	1.213	4.733	263	1,97	-20	611	390	234	653
Brennero	1.098	4.177	244	2,90	-20	540	335	206	560
Bressanone	559	3.214	213	4,93	-16	437	257	165	430
Bronzolo	238	2.659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Brunico	830	3.967	234	3,06	-17	504	307	191	514
Caines	592	3.398	212	3,95	-16	433	254	163	424
Caldaro	425	3.035	191	4,11	-16	376	213	141	356
Campo di Trens	937	3.814	230	3,44	-18	491	297	186	497

Campo Tures	874	4.047	234	2,72	-18	504	307	191	514
Castelbello	600	3.285	206	4,04	-16	416	241	156	404
Castelrotto	1.060	4.038	242	3,28	-19	530	327	201	546
Cermes	292	2.790	184	4,83	-15	358	200	134	335
Chienes	784	3.856	227	3,02	-17	481	289	182	484
Chiusa	523	3.063	203	4,88	-16	407	235	153	393
Cornedo	290	2.699	179	4,94	-16	347	192	129	322
Cortaccia	333	2.877	185	4,47	-15	362	203	135	339
Cortina	212	2.641	173	4,75	-15	333	183	124	306
Corvara	1.568	5.791	309	1,25	-21	838	579	325	968
Curon	1.520	4.970	289	2,81	-21	733	490	283	819
Dobbiaco	1.256	4.866	270	1,97	-19	643	416	246	696
Egna	216	2.659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Falzes	1.022	3.932	240	3,59	-18	523	321	199	538
Fié allo Sciliar	880	3.661	229	4,00	-18	486	293	184	491
Fortezza	749	3.783	225	3,22	-17	475	285	180	477
Funes	1.132	4.214	247	2,96	-19	551	343	210	574
Gais	841	3.998	234	2,93	-17	504	307	191	514
Gargazzone	267	2.760	184	4,99	-15	358	200	134	335
Glorenza	907	3.664	226	3,75	-18	475	285	180	477
La Valle	1.353	5.202	287	1,89	-20	723	482	279	806
Laces	639	3.397	213	4,08	-16	438	257	165	430
Lagundo	355	2.921	191	4,69	-15	376	212	141	355
Laion	1.093	4.391	254	2,74	-19	579	365	221	610
Laives	255	2.736	179	4,73	-15	347	192	129	322

Lana	316	2.819	184	4,67	-15	358	200	134	335
Lasa	868	3.533	217	3,72	-18	449	265	169	444
Lauregno	1.148	4.154	251	3,45	-19	565	354	216	592
Luson	972	4.303	248	2,64	-18	554	345	211	577
Magré	243	2.736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Malles	1.051	4.011	242	3,40	-18	530	327	202	547
Marebbe	1.195	4.784	271	2,33	-20	646	418	248	700
Marlengo	363	2.931	191	4,64	-15	376	212	141	355
Martello	1.312	4.638	266	2,57	-19	627	403	240	674
Meltina	1.140	3.992	246	3,76	-19	546	339	208	567
Merano	325	2.894	191	4,83	-15	376	212	141	355
Monguelfo	1.087	4.419	250	2,29	-19	560	350	213	585
Montagna	497	3.113	195	4,04	-16	387	220	145	368
Moso i.P.	1.007	3.990	243	3,59	-18	536	331	204	554
Nalles	331	2.894	191	4,83	-15	376	212	141	355
Naturno	554	3.223	206	4,34	-16	416	241	156	404
Naz - Sciaves	772	3.816	225	3,07	-18	475	285	180	477
Nova Levante	1.182	4.382	250	2,49	-19	563	352	214	589
Nova Ponente	1.357	4.749	267	2,19	-20	629	404	241	676
Ora	242	2.659	176	4,87	-15	339	187	126	313
Ortisei	1.234	4.439	255	2,56	-19	579	365	221	611
Parcines	626	3.320	206	3,87	-16	416	241	156	404
Perca	952	4.221	241	2,47	-18	528	325	200	543
Plaus	519	3.118	198	4,27	-16	395	226	148	378
Ponte Gardena	470	2.967	197	4,94	-16	392	224	147	374

Postal	270	2.764	184	4,97	-15	358	200	134	335
Prato a Stelvio	915	3.676	226	3,70	-18	475	285	180	477
Predoi	1.475	5.120	292	2,49	-20	749	503	289	842
Proves	1.420	4.798	272	2,39	-20	654	425	251	711
Racines	976	3.930	237	3,44	-20	515	315	196	527
Rasun - Anterselva	1.030	4.403	248	2,24	-18	554	345	211	577
Renon	1.154	4.014	246	3,67	-17	546	339	208	567
Rifiano	506	3.232	206	4,28	-16	415	241	156	403
Rio di Pusteria	777	3.823	225	3,04	-17	475	285	180	477
Rodengo	885	4.104	240	2,91	-18	525	323	199	540
Salorno	224	2.660	176	4,87	-15	339	187	126	313
San Candido	1.175	4.617	256	1,97	-19	585	370	223	618
San Genesio	1.087	3.928	246	4,02	-19	546	339	208	567
San Leonardo i.P.	689	3.277	213	4,63	-17	437	257	165	430
San Lorenzo di Sebato	810	3.967	234	3,06	-17	504	307	191	514
San Martino i.P.	597	3.094	206	4,98	-16	416	242	157	404
San Martino in Badia	1.115	4.585	263	2,57	-19	614	393	235	657
San Pancrazio	735	3.211	209	4,60	-17	424	247	159	413

Santa Cristina	1.428	4.945	276	2,09	-20	670	438	258	733
Sarentino	961	4.148	238	2,55	-18	517	316	196	529
Scena	600	3.408	212	3,90	-16	433	254	163	424
Selva dei Molini	1.229	4.731	278	2,98	-19	679	446	261	745
Selva di Val Gardena	1.563	5.246	283	1,46	-21	703	465	270	777
Senale - S. Felice	1.355	4.832	278	2,62	-20	679	445	261	745
Senales	1.327	4.998	279	2,06	-21	682	448	262	749
Sesto	1.310	4.961	270	1,62	-20	643	416	247	696
Silandro	721	3.274	210	4,41	-17	428	250	161	418
Sluderno	921	3.685	226	3,66	-18	476	285	180	477
Stelvio	1.310	4.398	265	3,39	-17	621	398	238	666
Terento	1.210	4.355	254	2,88	-19	579	365	221	610
Terlano	248	2.681	173	4,51	-15	333	183	124	306
Termeno	276	2.762	179	4,59	-15	347	192	129	322
Tesimo	635	3.456	212	3,67	-16	433	254	163	424
Tires	1.028	3.934	235	3,26	-18	507	309	192	517
Tirolo	594	3.400	212	3,94	-16	433	254	163	424
Trodona	1.127	4.250	244	2,56	-19	538	333	205	557
Tubre	1.240	4.670	264	2,31	-20	618	395	236	662
Ultimo	1.190	4.238	251	3,15	-17	567	356	216	595
Vadena	243	2.736	179	4,73	-15	347	192	129	322
Val di Vizze	948	3.888	237	3,62	-18	515	315	196	527
Valdaora	1.048	4.432	248	2,12	-18	554	345	211	577
Valle	1.056	4.074	247	3,54	-20	552	344	210	575

Aurina									
Valle di Casies	1.206	4.722	263	2,01	-20	611	390	234	653
Vandoies	755	3.812	227	3,21	-17	481	289	182	483
Varna	671	3.613	218	3,46	-17	453	269	171	449
Velturmo	851	3.793	232	3,65	-17	497	301	188	504
Verano	1.204	4.155	253	3,59	-19	574	361	219	604
Villabassa	1.158	4.589	256	2,08	-19	585	370	223	618
Villandro	880	3.883	239	3,74	-18	520	319	198	534
Vipiteno	948	3.888	237	3,62	-18	515	315	196	527