



Ordine
degli
INGEGNERI



Ordini degli Ingegneri della Provincia di Udine – Commissione Mista
Università degli Studi di Udine
Consorzio Friuli Formazione

CORSI DI DEONTOLOGIA E PRATICA PROFESSIONALE
Incontri di orientamento alla preparazione dell'esame
di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere

SETTORE INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

EFFICIENZA ENERGETICA DEGLI EDIFICI

ing. Stefano Barbina

Udine, 14 maggio 2015

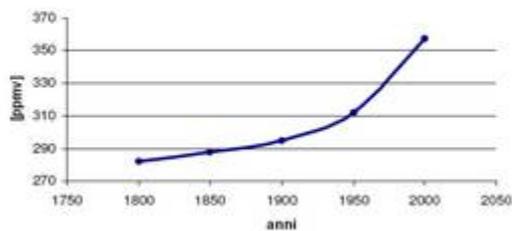


CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

2. Problemi climatici

I maggiori problemi climatici sono causati dalle emissioni inquinanti
in modo particolare dalle emissioni di CO₂

CO₂ in atmosfera



Il 75% delle emissioni di CO₂ proviene dalla combustione di fonti fossili

Protocollo di Kyoto del 11.12.1997

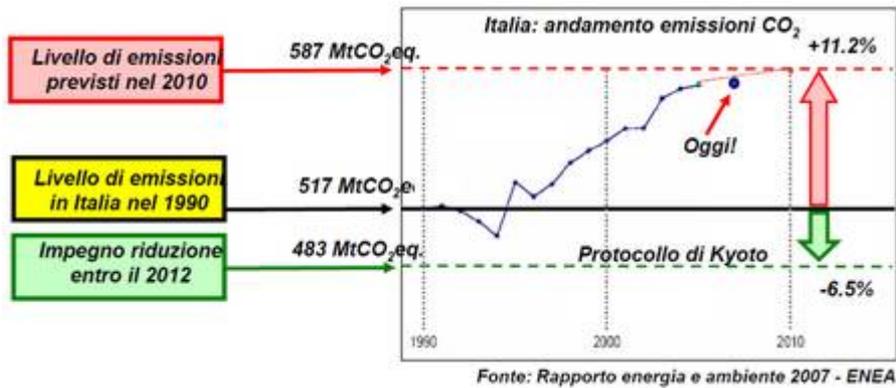
Il 16 Febbraio 2005 il protocollo è entrato in vigore con lo scopo
di ridurre tra il 2008 e il 2012 le emissioni di una misura
non inferiore al 5% rispetto al 1990 (considerato come anno base)

Nota: **fallimento conferenze sul clima negli ultimi anni**



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

3. Problemi climatici



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

4. Efficienza energetica

EFFICIENZA ENERGETICA

L'efficienza energetica di un sistema rappresenta la capacità di sfruttare l'energia ad esso fornita per soddisfarne il fabbisogno richiesto. Minori sono i consumi relativi al soddisfacimento di un determinato fabbisogno, maggiore è l'efficienza energetica. Con il termine efficienza energetica, in edilizia, si vuole raggruppare tutte quelle azioni di programmazione, pianificazione, progettazione e realizzazione che consentono di raggiungere l'obiettivo primario del risparmio di energia (l'efficienza è da intendersi riferita al sistema energetico nel suo complesso - sistema edificio/impianto - come capacità di garantire l'erogazione del servizio, ad esempio il riscaldamento, attraverso l'utilizzo della minore quantità di energia possibile).



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

EFFICIENZA ENERGETICA

Efficienza: è la misura basata sul rapporto tra il livello di efficacia e l'utilizzo di risorse. In fisica e ingegneria l'efficienza energetica di un processo è definita come:

$$\eta = \frac{P_u}{P_e} = \frac{L_w}{L_e}$$

dove P_u è la potenza in uscita, P_e la potenza in entrata, L_w è la quantità di lavoro utile eseguito dal processo, L_e è la quantità di energia assorbita dal processo.

L'efficienza energetica di un sistema sia esso di taglia industriale, o sia che ci si riferisca a strutture civili ed abitative, rappresenta dunque la capacità di sfruttare l'energia ad essa fornita per soddisfarne il fabbisogno, e minori sono i consumi relativi al soddisfacimento di un determinato fabbisogno migliore è l'efficienza energetica del sistema.



DIRETTIVE EUROPEE

Direttiva 89/106/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1988

Risparmio energetico e la ritenzione del calore

Direttiva 93/76/CEE del Consiglio del 13 settembre 1993

Miglioramento dell'efficienza energetica

Direttiva 2002/91/CE del Parl.Eur. e del Cons. del 16 dic. 2002

Metodo di calcolo generale per il rendimento degli edifici

Requisiti minimi in materia di rendimento energetico

Certificazione energetica degli edifici

Abrogata dal 1° febbraio 2012 a seguito della nuova Direttiva 2010/31/CE "Energy performance of buildings" approvata dal Parlamento Europeo il 18.05.2010 sulla prestazione energetica nell'edilizia e adottata dal Consiglio Europeo il 14.04. 2010
EPBD Energy Performance of Buildings Directive

Direttiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 25 ottobre 2012 (*in vigore dal 04.12.2012*)

Efficienza energetica finalizzata al conseguimento dell'obiettivo principale del pacchetto 20-20-20 (*da recepire a cura degli stati membri entro il 2014*)



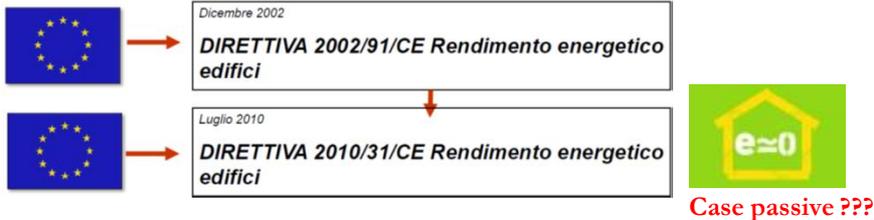
7. Normativa europea

DIRETTIVE EUROPEE

La direttiva europea 2010/31/CE stabilisce che i nuovi edifici, costruiti a partire dal 2020, dovranno essere “a energia quasi zero”, cioè edifici ad altissima prestazione energetica, in cui il fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo deve essere coperto in misura molto significativa da energia da fonti rinnovabili.

NEARLY ZERO ENERGY BUILDINGS

<http://www.epbd-ca.eu/>



Entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere “edifici a energia quasi zero”.

Per gli edifici pubblici questa scadenza è anticipata al 31 dicembre 2018.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

8. Normativa italiana

NORMATIVA ITALIANA

(dopo la Legge 30.04.1976 n. 373 Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici e la Legge 09.01.1991 n. 10 Norme per l'attuazione del piano energetico nazionale e uso razionale dell'energia)

L'Italia ha recepito le indicazioni europee con i seguenti decreti legislativi:

D.Lgs n.192 del 19.08.2005 “Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia”, **entrato in vigore il 08.10.2005**

D.Lgs 311 del 29.12.2006 “Disposizioni correttive e integrative al decreto legislativo 19.08.05 n.192,” **entrato in vigore il 02.02.2007**

D.Lgs n. 115 del 30.05.2008 “Attuazione della direttiva 2006/32/CE relativa all'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e abrogazione della direttiva 93/76/CEE), **entrato in vigore il 30.05.2008**

D.P.R. n.59 del 02.04.2009 “Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia”, **entrato in vigore il 25.06.2009**

D.M. del 26.06.2009 “Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici”, **entrato in vigore il 25.07.2009**

D.Lgs 28/2011 “ Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili”, **entrato in vigore il 04.03.2011**

Decreto 22.11.2012 “ Modifica dell'Allegato A del D.Lgs 19.08.2005 n.192”

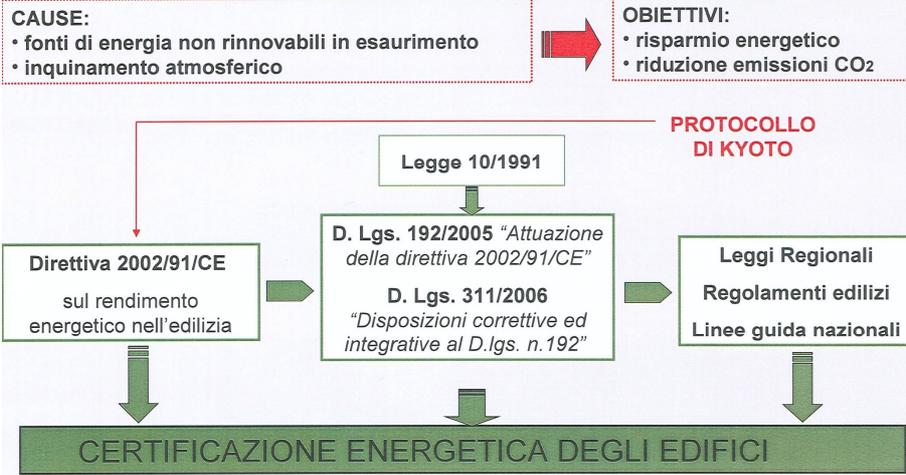
Legge 3 agosto 2014 n.90 “Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea ...”

Recentemente modiche con Legge 27.12.2013 n.147, Legge 21.02.2014, Legge 24.08.2014 n.116,



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

9. Normativa italiana



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

10. Certificazione energetica in Italia

CERTIFICAZIONE ENERGETICA



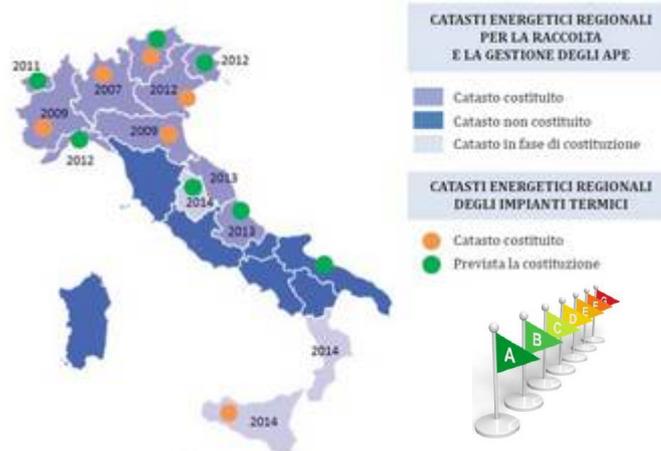
CTI – Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente
(Attuazione della Certificazione Energetica in Italia – Rapporto 2014)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

11. Certificazione energetica in Italia

CERTIFICAZIONE ENERGETICA



CTI – Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente
(Attuazione della Certificazione Energetica in Italia – Rapporto 2013)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

12. Certificazione energetica in Italia

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

PROTOCOLLI REGIONALI ITACA (certificazione ambientale)

- Protocollo Itaca Marche
- Protocollo Itaca Puglia
- Protocollo Itaca Umbria
- Protocollo Itaca Piemonte
- Protocollo Itaca Valle d'Aosta
- Protocollo Itaca Friuli Venezia Giulia (VEA)
- Protocollo Itaca Liguria
- Protocollo Itaca Toscana
- Protocollo Itaca Lazio

Link:

http://www.itaca.org/speciale_sostenibile.asp

http://www.itaca.org/valutazione_sostenibilita.asp



Il Protocollo ITACA è uno strumento di valutazione del livello di sostenibilità delle costruzioni approvato il 15 gennaio 2004 dalla Conferenza delle Regioni e delle Province autonome. È stato sviluppato dal Gruppo di lavoro interregionale “Edilizia Sostenibile” istituito presso ITACA, con il supporto tecnico di iiSBE Italia e ITC-CNR, e basato sullo strumento di valutazione internazionale SBTtool, realizzato nell’ambito del processo di ricerca Green Building Challenge. Accanto alla versione nazionale di Protocollo sono stati sviluppati, nel corso degli anni, diverse versioni che attuano specifiche politiche regionali in materia.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

13. Certificazione energetica in Italia

CERTIFICAZIONE ENERGETICA

La procedura di calcolo utilizzata per la valutazione degli indicatori energetici non è uguale per tutte le Regioni. In particolare, la Lombardia e la Provincia Autonoma di Bolzano non utilizzano completamente le norme tecniche nazionali del pacchetto UNI/TS 11300.

Certificatori e certificati:

solamente sette tra Regioni e Province autonome (Lombardia, Piemonte, Liguria, Emilia Romagna, Sicilia, Valle d'Aosta e Trento) hanno istituito un elenco dei tecnici certificatori energetici.

Oltre alla laurea o al diploma, nelle Regioni è obbligatorio seguire un corso specifico, ma solamente per quelle figure tecniche che non rientrano in modo specifico tra i tecnici competenti,

(D.P.R. 16 aprile 2013 n. 75 - Regolamento recante disciplina dei criteri di accreditamento per assicurare la qualificazione e l'indipendenza degli esperti e degli organismi a cui affidare la certificazione energetica degli edifici, a norma dell'articolo 4, comma 1, lettera c) , del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

14. Normativa regionale

NORME REGIONALI F.V.G.

Legge Regionale n.23 del 18.08.2005

"Disposizioni in materia di edilizia sostenibile"

Delibera DGR 2055 del 27.10.2011 relativa all'approvazione del nuovo Protocollo VEA e all'entrata in vigore della certificazione VEA.

Questa è la gradualità dell'entrata in vigore della certificazione VEA:

a) applicazione, per gli interventi di cui all'articolo 1 bis lettere a), b) e c) della **legge regionale n.23/2005** e limitatamente alle destinazioni d'uso direzionale e residenziale , alle nuove domande di rilascio del titolo abilitativo edilizio presentate a partire dal 31 ottobre 2011:

- a) *nuova costruzione, nel caso in cui la superficie netta totale sia superiore a 50 metri quadrati;*
- b) *ampliamento, nel caso in cui il volume a temperatura controllata della nuova porzione di costruzione risulti superiore al 20 per cento rispetto a quello esistente e, comunque, nei casi in cui la superficie netta dell'ampliamento sia superiore a 50 metri quadrati;*
- c) *ristrutturazione edilizia;*

Schede criteri
Protocollo Regionale VEA
per la Valutazione della qualità
Energetica e Ambientale dell'edificio

basate su Protocollo ITACA 2011 - SB Tool 2007



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

15. Normativa regionale

NORME REGIONALI F.V.G.

Legge Regionale n.23 del 18.08.2005

“Disposizioni in materia di edilizia sostenibile”

Dal gennaio 2013 in Friuli Venezia Giulia tutte le certificazioni energetiche e VEA
devono essere inviate a:

ARES Agenzia Regionale per l'Edilizia Sostenibile

viale della Vittoria, 9 - 33085 Maniago (PN)

**trasmesse attraverso
il portale telematico**



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

16. Novità

RECENTI NORMATIVE



DECRETO LEGISLATIVO n.28 del 3 marzo 2011: Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE (**in vigore dal 29.03.2011 – cosiddetto Decreto rinnovabili**)

Art.11 (Obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili negli edifici di nuova costruzione e negli edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni rilevanti)

1. I progetti di edifici di nuova costruzione ed i progetti di ristrutturazioni rilevanti degli edifici esistenti prevedono l'utilizzo di fonti rinnovabili per la copertura dei consumi di calore, di elettricità e per il raffrescamento secondo i principi minimi di integrazione e le decorrenze di cui all'allegato 3.

3. L'inosservanza dell'obbligo di cui al comma 1 comporta il diniego del rilascio del titolo edilizio.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

ULTIME NOVITÀ NORMATIVE

ALLEGATO 3 D.Lgs n.28 del 3 marzo 2011 (art. 9, comma 1)

Obblighi per i nuovi edifici o gli edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti

1. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 50% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e delle seguenti percentuali della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento:

a) il 20 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;

b) il 35 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;

c) il 50 per cento quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è rilasciato dal 1° gennaio 2017.

2. Gli obblighi di cui al comma 1 non possono essere assolti tramite impianti da fonti rinnovabili che producano esclusivamente energia elettrica la quale alimenti, a sua volta, dispositivi o impianti per la produzione di acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento.



ULTIME NOVITÀ NORMATIVE

3. Nel caso di edifici nuovi o edifici sottoposti a ristrutturazioni rilevanti, la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = 1/K \times S$$

dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m², e K è un coefficiente (m²/kW) che assume i seguenti valori:

a) K = 80, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 31 maggio 2012 al 31 dicembre 2013;

b) K = 65, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2014 al 31 dicembre 2016;

c) K = 50, quando la richiesta del pertinente titolo edilizio è presentata dal 1° gennaio 2017.



19. Migliorare l'efficienza

MIGLIORARE L'EFFICIENZA

I consumi del settore civile sono spesso dovuti ad un alto grado di inefficienza energetica delle utenze per ciò che riguarda il fabbisogno termico.

Il fabbisogno termico è dovuto principalmente alla necessità di riscaldamento degli ambienti abitativi ed alla produzione di acqua calda sanitaria.

Pur mantenendo un alto livello di comfort è possibile diminuire drasticamente i consumi termici attraverso interventi che rendano più efficiente l'involucro dei fabbricati. Altri interventi di miglioramento riguardano la sostituzione di utenze termiche con sistemi a fonte rinnovabile come il solare termico, oppure l'utilizzo di pompe di calore e di caldaie a condensazione, sistemi geotermici ...



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

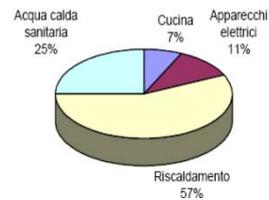
20. Consumi energetici

Livello di energia consumata in un edificio

INDICE TERMICO DELL'EDIFICIO	Paese	Consumi (litri combustibile/mq anno)	classe														
<table border="1"> <tr><td>A</td><td>HRR_{Agg} ≤ 30 kWh/m²a</td></tr> <tr><td>B</td><td>HRR_{Agg} ≤ 50 kWh/m²a</td></tr> <tr><td>C</td><td>HRR_{Agg} ≤ 70 kWh/m²a</td></tr> <tr><td>D</td><td>HRR_{Agg} ≤ 90 kWh/m²a</td></tr> <tr><td>E</td><td>HRR_{Agg} ≤ 120 kWh/m²a</td></tr> <tr><td>F</td><td>HRR_{Agg} ≤ 150 kWh/m²a</td></tr> <tr><td>G</td><td>HRR_{Agg} > 150 kWh/m²a</td></tr> </table>	A	HRR _{Agg} ≤ 30 kWh/m ² a	B	HRR _{Agg} ≤ 50 kWh/m ² a	C	HRR _{Agg} ≤ 70 kWh/m ² a	D	HRR _{Agg} ≤ 90 kWh/m ² a	E	HRR _{Agg} ≤ 120 kWh/m ² a	F	HRR _{Agg} ≤ 150 kWh/m ² a	G	HRR _{Agg} > 150 kWh/m ² a	Danimarca Francia Bolzano Italia	≈ 5 ≈ 7 ≈ 25	B C > G
A	HRR _{Agg} ≤ 30 kWh/m ² a																
B	HRR _{Agg} ≤ 50 kWh/m ² a																
C	HRR _{Agg} ≤ 70 kWh/m ² a																
D	HRR _{Agg} ≤ 90 kWh/m ² a																
E	HRR _{Agg} ≤ 120 kWh/m ² a																
F	HRR _{Agg} ≤ 150 kWh/m ² a																
G	HRR _{Agg} > 150 kWh/m ² a																

Indice Termico = indica il livello di energia consumata in un edificio per il riscaldamento; efficienza massima classe (A), efficienza minima classe (G)

Stima dei consumi di energia in un'abitazione
Sono evidenti i settori su cui intervenire



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

21. Consumi energetici in un edificio

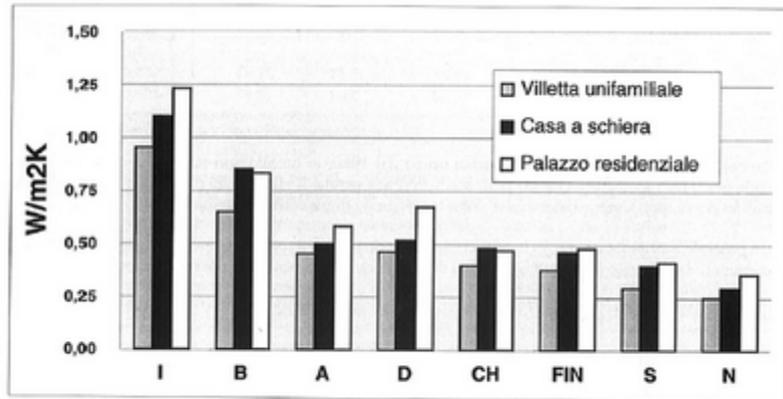


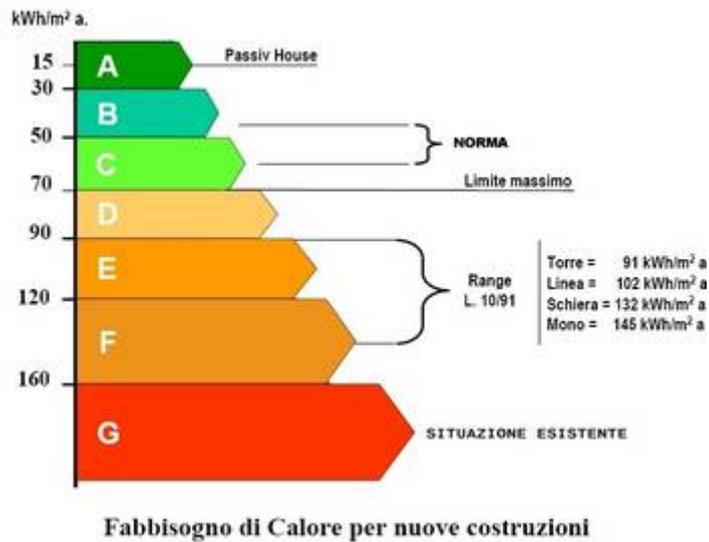
Figura 2 – Caratteristiche termiche minime degli edifici richieste in alcuni paesi europei

da Uwe Wienke – L'edificio Passivo



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

22. Consumi energetici



Fabbisogno di Calore per nuove costruzioni



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

23. Risparmio energetico

INSUFFICIENTI SPAZI TRA EDIFICI

LA COORZIONE COMUNE

- SCARSO ISOLAMENTO
- PRESENZA DI PONTI TERMICI
- FORTI DISPERSIONI VERSO L'ESTERNO
- EMISSIONI NOCIVE
- INQUINANTI NASCOSTI (INDOOR)
- ALTI CONSUMI ENERGETICI

Una casa a basso consumo costa da **14 a 21 kWh** (combustibile/anno)

DIRITTO AL SOLE

LA CASA A BASSO CONSUMO

- PERFETTO ISOLAMENTO TERMICO
- PERFETTO ISOLAMENTO ACUSTICO
- BASSE EMISSIONI IN ATMOSFERA
- SFRUTTAMENTO DELLE RISORSE NATURALI
- PERFETTO ISOLAMENTO DELLE SUPERFICIE FINESTRATE
- ALTO LIVELLO DI COMFORT ABITATIVO
- RECUPERO DELL'ACQUA PIGNANA
- CONSUMI ENERGETICI CONTENUTI

La casa a basso consumo costa da **3 a 7 kWh** (combustibile/anno)

CP Ingegneria Consulting Engineers
 Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
 www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

24. Miglioramento

ISOLAMENTO TERMICO

ISOLAMENTO DELLE PARETI

Isolamento a cappotto esterno
 L'isolamento dall'esterno o a cappotto consiste nell'incollare e tassellare i pannelli di isolante sulla struttura edilizia presente. Sui pannelli viene applicato il rasante e annegata la rete portaintonaco per effettuare la finitura. E' importante che la posa in opera sia effettuata da personale specializzato, scegliendo il sistema a cappotto.

Isolamento dall'interno
 Questo tipo di isolamento si ottiene foderando le pareti (e anche soffitti) dall'interno, riguarda essenzialmente interventi di riqualificazione energetica in cui non è possibile intervenire con l'isolamento all'esterno o nell'intercapedine, in quanto sottrae superficie utile agli ambienti ed è più soggetto a fenomeni di condensa.

Isolamento in intercapedine
 L'isolamento in intercapedine prevede l'inserimento dell'isolante all'interno della cortina edilizia, in questo modo possono essere utilizzati sia isolanti sfusi o fibrosi di bassa densità che isolanti in lastre rigide.

Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT - Bolzano 28.01.2011

CP Ingegneria Consulting Engineers
 Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
 www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

25. Miglioramento

ISOLAMENTO TERMICO

ISOLAMENTO DELLA COPERTURA



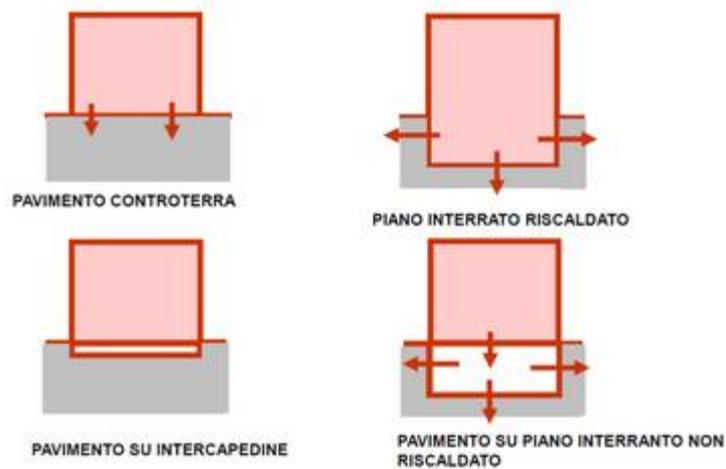
Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT - Bolzano 28.01.2011



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

26. Miglioramento

ISOLAMENTO TERMICO



Arch. Daniela Petrone Vicepresidente ANIT - Bolzano 28.01.2011



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

27. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo (μ adimensionale: esprime di quanto la resistenza al passaggio del vapore di un certo materiale è superiore a quella dell'aria a parità di spessore e temperatura, tenuto conto per l'aria un valore $\mu=1$)

Resistenza alla diffusione del vapore acqueo in m^2/hPa

Permeabilità al vapore in $kg/msPa$ (quantità di vapore che passa nell'unità di tempo attraverso uno spessore unitario a causa di una differenza unitaria di pressione)

La permeabilità al vapore di uno strato di materiale viene definita anche indicando lo spessore equivalente S_d , corrispondente allo spessore di uno strato d'aria che ha la stessa resistenza alla diffusione del vapore acqueo di uno strato di materiale di spessore d e fattore di resistenza μ .

La relazione tra i parametri è $S_d = \mu \cdot d$

$S_d < 0,1 ml$: alta traspirazione

$1 ml < S_d < 20 ml$: freno al vapore (materiale "semitrasparente" al vapore)

$S_d > 20 ml$: barriera al vapore

Massa volumica in Kg/m^3

Calore Specifico in $J/kg^\circ C$

La conducibilità o conduttività termica (indicata con λ o K) in W/mK



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

28. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

La conducibilità o conduttività termica (indicata con λ) è il rapporto, in condizioni stazionarie, fra il flusso di calore e il gradiente di temperatura che provoca il passaggio del calore. In altri termini, la conducibilità termica è una misura dell'attitudine di una sostanza a trasmettere il calore e dipende solo dalla natura del materiale (non dalla sua forma).

La conducibilità termica non va confusa con la diffusività termica (o conducibilità termometrica), che è il rapporto fra la conducibilità termica e il prodotto fra densità e calore specifico della data sostanza (espressa nel Sistema internazionale in m^2/s , analogamente a tutte le "diffusività") e misura l'attitudine di una sostanza a trasmettere, non il calore, bensì una variazione di temperatura.

In formula, supponendo che un elemento lungo d e di sezione S , abbia i suoi due estremi a contatto con due sorgenti di calore a temperature diverse:

$$\lambda = \frac{Q \cdot d}{S \cdot (T_2 - T_1)}$$

dove:

Q è il tasso di trasferimento di calore, misurato in watt, cioè la quantità di energia termica (calore) che transita nell'unità di tempo attraverso la sezione S ;

d è la lunghezza, misurata in metri, (ovvero la distanza tra i punti a temperatura T_1 e T_2), che si suppone omogenea;

S è l'area, misurata in metri quadri, della sezione trasversale rispetto alla direzione del gradiente di temperatura, ovvero alla direzione attraverso la quale viene misurata la lunghezza d ;

T_1 e T_2 sono le temperature, misurate in gradi kelvin, assunte agli estremi.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

29. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

L'isolamento termico di un determinato materiale è la stessa cosa della conducibilità termica ed ha la stessa unità di misura: il *lambda* espresso in W/mK.

Se invece consideriamo un elemento costruttivo nel suo insieme parliamo del coefficiente totale di trasmittanza termica U (espresso in W/m²K):

$$U = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + R_g + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}}$$

dove:

h_i e h_e sono i coefficienti di convezione termica o di adduzione lineare con l'ambiente (resistenze superficiali);

$\lambda_1, \lambda_2 \dots \lambda_n$ sono i coefficienti di conducibilità termica dei materiali che compongono l'elemento;

$d_1, d_2 \dots d_n$ sono i rispettivi spessori;

R_g è la resistenza al passaggio termico di strati di aria immobili.



30. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

UNI EN 12831 - Metodo di calcolo del carico termico di progetto

progetto Parametri per il calcolo dei valori U

Simbolo e unità di misura	Definizione del parametro	Riferimento alla norma prEN corrispondente
R_{si} (m²·K/W)	Resistenza termica superficiale interna	EN ISO 6946
R_{se} (m²·K/W)	Resistenza termica superficiale esterna	EN ISO 6946
λ (W/m·K)	Conducibilità termica (materiali omogenei): - determinazione dei valori dichiarati e di progetto (procedimento) - valori di progetto tabulati (valori cautelativi)	EN ISO 10456 EN 12524
	- posizione e condizioni di umidità locali (in funzione del Paese)	norme nazionali
R (m²·K/W)	Resistenza termica di materiali (non) omogenei	EN ISO 6946
$R_{s,i}$ (m²·K/W)	Resistenza termica di strati d'aria o cavità: - strati d'aria non ventilati, leggermente ventilati e ben ventilati - in finestre accoppiate e doppie	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1
U (W/m²·K)	Trasmittanza termica: - metodo generale di calcolo - finestre, porte (valori calcolati e tabulati) - telai (metodo numerico) - vetrate	EN ISO 6946 EN ISO 10077-1 prEN ISO 10077-2 EN 679
Ψ (W/m·K)	Trasmittanza termica lineare (ponti termici): - calcolo dettagliato (numerico - 3D) - calcolo dettagliato (2D) - calcolo semplificato	EN ISO 10211-1 EN ISO 10211-2 EN ISO 14683
Z (W/K)	Trasmittanza termica puntiforme (ponti termici 3D)	EN ISO 10211-1



31. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

La conducibilità termica di una sostanza dipende dalla temperatura (per alcuni materiali aumenta all'aumentare della temperatura, per altri diminuisce), dall'induzione magnetica, e da fattori fisici come la porosità, e dipende anche dalla pressione nel caso di aeriformi.

UNI EN ISO 10456 - Materiali e prodotti per edilizia – Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto

$$\lambda_1 = \lambda_2 \cdot F_t \cdot F_m$$

7.2 Conversion for temperature

The factor F_T for temperature is determined by

$$F_T = e^{f_T(T_2 - T_1)}$$

where

f_T is the temperature conversion coefficient;

T_1 is the temperature of the first set of conditions;

T_2 is the temperature of the second set of conditions.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

32. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

EN ISO 6946 - Resistenza termica e trasmittanza termica - Metodo di calcolo

5.1 Resistenza termica di strati omogenei

I valori termici di progetto possono essere espressi sia sotto forma di conducibilità termica di progetto che di resistenza termica di progetto. Se è nota la conducibilità termica, determinare la resistenza termica dello strato con la formula:

$$R = \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

dove:

d è lo spessore dello strato di materiale nel componente;

λ è la conducibilità termica di progetto del materiale, calcolata in conformità alla ISO 10456 oppure ricavata da valori tabulati.

I produttori dei materiali, però, si scordano di citare (e di fornire i dati necessari) la norma 10456, che tratta dei valori di conducibilità dichiarati λ (DI LABORATORIO) e dei valori di PROGETTO.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

33. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Conducibilità dichiarata:

$$\lambda_{90,90} = \lambda_m + k s_\lambda = \text{conducibilità termica dichiarata (90\% frattile con livello di confidenza del 90\%)},$$

λ_m = conducibilità termica media dei valori misurati,

k = fattore funzionale del numero n di misurazioni disponibili,

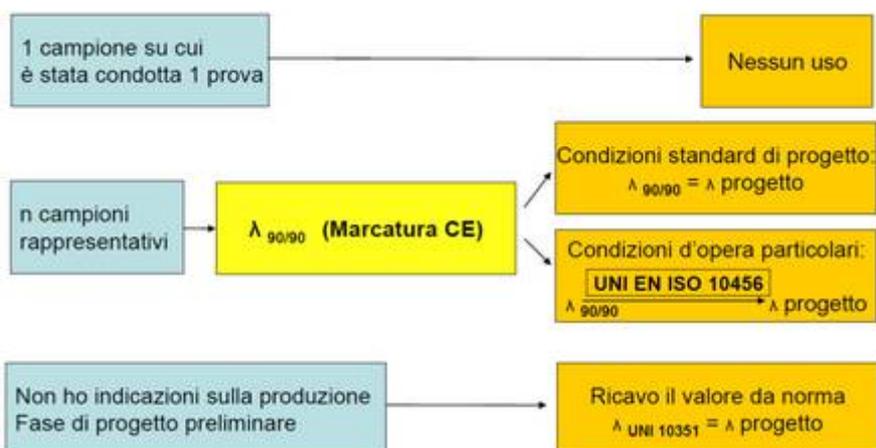
s_λ = deviazione standard delle n misurazioni disponibili:



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

34. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

35. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Format / size / formato / méret	mm	2515 x 615
Dicke / thickness / spessore / vastagság	mm	80
Stück / pieces / pezzi / darab		5
Paket / package / pacco / csomag	m ²	7,50
Bestell-Nr.		0393680
XPS-EN13164		
T1-CS(10\Y)250-DS(TH)-DLT(2)5-CC(2/1,5/50)100-WL(T)0,7-WD(V)3-MU10 ¹ -FT2		
$R_{D0} = 2,30 \text{ m}^2\text{K/W}$ $\lambda_{D0} = 0,036 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$		
Brandverhalten Klasse / fire class / classe del fuoco / Tűzállósági osztály = E		



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

36. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Esempio: pannello isolante per impianti radianti a pavimento con conducibilità termica dichiarata λ_D pari a $0,034 \text{ W/m}\cdot\text{K}$ (UNI EN 13163)

150 kPa (EN 826); reazione al fuoco: Euroclasse F (EN 13501-1) solo isolante: euroclasse E; rigidità dinamica apparente pari a $s'_{f1} = 112 \text{ MN/m}^3$ (UNI EN 29052-1), corrispondente a ca. 20 dB di riduzione del rumore da calpestio secondo UNI EN 12354-2 ($B^* = 140 \text{ Kg/m}^2$) (NB! solo per lo spessore 27 mm);

spessore: 27 mm, resistenza termica dichiarata $0,80 \text{ m}^2\text{K/W}$;

spessore: 44 mm, resistenza termica dichiarata $1,30 \text{ m}^2\text{K/W}$;

spessore: 60 mm, resistenza termica dichiarata $1,75 \text{ m}^2\text{K/W}$;

spessore: 74 mm, resistenza termica dichiarata $2,15 \text{ m}^2\text{K/W}$;

W/m^2 	10°C Temperatura sottostante garage aperto 1,25 m ² K/W Resistenza termica di progetto secondo UNI EN ISO 10456 (europlus-flex 44) alla conducibilità termica dichiarata λ_D del pannello è stato applicato il fattore correttivo $F_T = 1,034$ (UNI EN ISO 10456)
--	--



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

37. Parametri fisici

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Esempio: pannello o sandwich costituito da un componente isolante in schiuma poliuretanica, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con carta monobitumata, con conducibilità termica dichiarata λ_D pari a 0,024 W/m·K

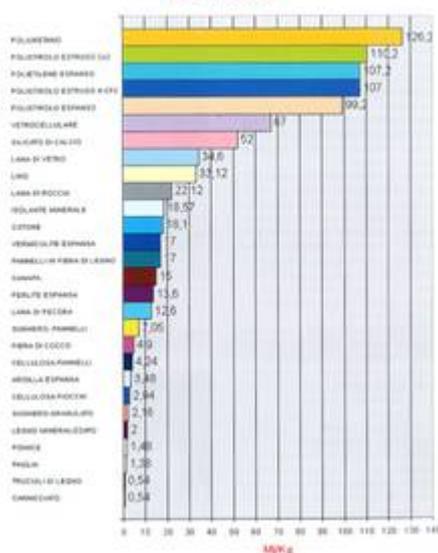
CARATTERISTICHE E PRESTAZIONI												
Isolamento Termico												
Caratteristica [Norma]	Descrizione	Simbolo [Unità di misura]	Valore									
			Per alcune caratteristiche varia in funzione dello spessore (mm)									
			20	30	40	50	60	70	80	90	100	-
Conducibilità Termica media iniziale [EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 10 °C	$\lambda_{60/10}$ [W/mk]	0,024									
Conducibilità Termica di Progetto [UNI EN 12667]	Valore determinato alla temperatura media di 20 °C e umidità relativa 50 %	λ_U [W/mk]	0,026								spessore 80 - 120	



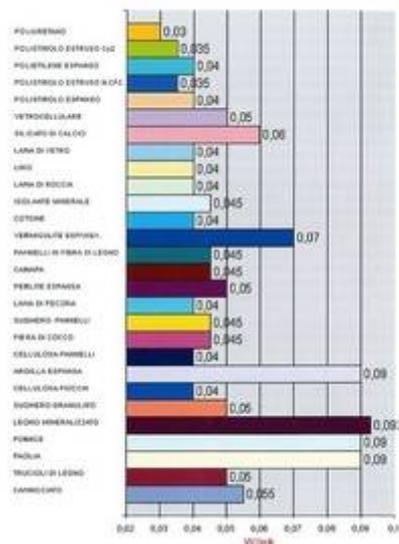
CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

38. Parametri fisici

Valutazione PEI (Dispendio Energia Primaria) tra materiali isolanti



Valori Conducibilità Termica



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 2 aprile 2009, n. 59
Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia

Art.2 – Definizioni

...

4. Trasmittanza termica periodica Y_{IE} (W/m^2K), è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore, definita e determinata secondo la norma UNI EN ISO 13786:2008 e successivi aggiornamenti

...

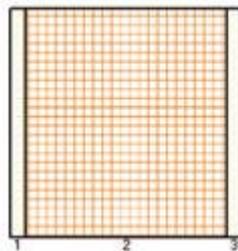
$$Y_{i,e} = f \times U_{\text{regime stazionario}}$$

f = fattore di attenuazione



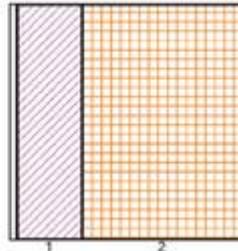
ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Caratteristiche parete senza isolamento a cappotto



Dati generali	
Spessore:	0,230 m
Massa superficiale:	198,00 kg/m ²
Resistenza:	0,8295 m ² K/W
Trasmittanza:	1,2055 W/m ² K
Parametri dinamici	
Fattore di attenuazione:	0,4500
Sfasamento:	7h 0'

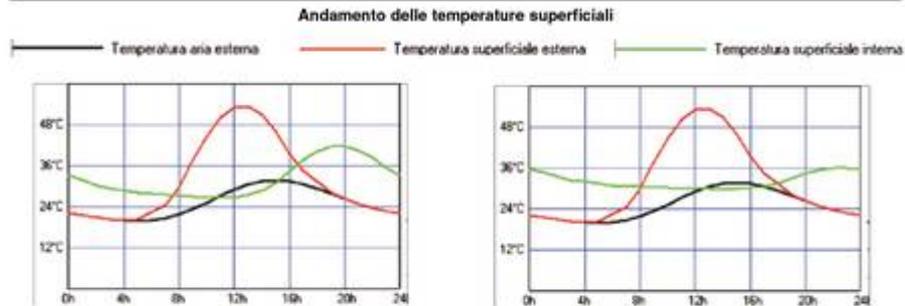
Caratteristiche parete con isolamento a cappotto



Dati generali	
Spessore:	0,295 m
Massa superficiale:	178,20 kg/m ²
Resistenza:	2,9181 m ² K/W
Trasmittanza:	0,3427 W/m ² K
Parametri dinamici	
Fattore di attenuazione:	0,1891
Sfasamento:	10h 18'



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici



L'isolamento a cappotto determina un maggiore sfasamento temporale (10 h 18' rispetto alle 7 h) e un coefficiente di attenuazione dell'onda termica pari al 19% rispetto al 45% della parete non isolata.



Calcolo di sfasamento e attenuazione dell'onda termica per componenti opachi (da ing. Sergio Mammi – ANIT)

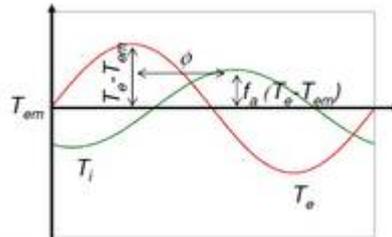
$$T_e(t) = T_{ae}(t) + \alpha I(t) / h_e$$

- | | | |
|---|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ $T_{ae}(t)$ temperatura dell'aria esterna all'ora t ▪ $I(t)$ irradianza solare all'ora t | } | UNI 10349 |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ h_e coefficiente superficiale di scambio termico | | |
| <ul style="list-style-type: none"> ▪ α coefficiente di assorbimento | { | Sup. chiara: $\alpha = 0.3$
Sup. media: $\alpha = 0.6$
Sup. scura: $\alpha = 0.9$ |



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

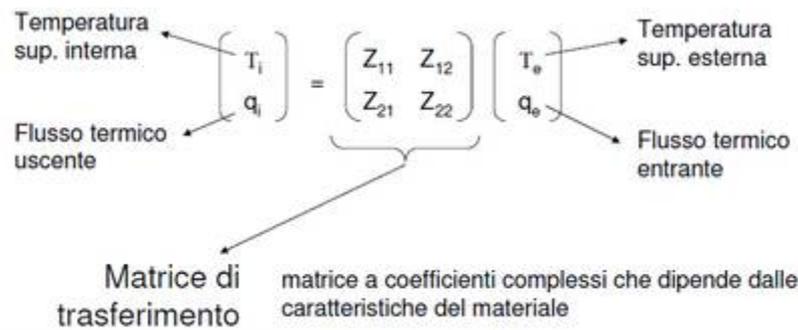
$$T_i(t) = f_a (T_e(t-\phi) - T_{em}) + T_{em}$$



- $T_e(t-\phi)$ temperatura superficiale esterna all'ora $t-\phi$
- T_{em} temperatura superficiale esterna media giornaliera
- ϕ sfasamento dell'onda termica in ore
- f_a fattore di attenuazione del flusso termico



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici



- Caratteristiche termiche dei materiali componenti la struttura:
- ρ densità
 - c calore specifico
 - s spessore
 - λ conduttività termica

$$\rho = \sqrt{\frac{\pi \cdot s^2 \cdot \rho \cdot c}{86400 \cdot \lambda}}$$



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}$$

Strato omogeneo

$$\begin{aligned} Z_{11} &= Z_{22} = \cosh(p+i \cdot p) \\ Z_{12} &= -\frac{s \cdot \sinh(p+i \cdot p)}{\lambda(p+i \cdot p)} \\ Z_{21} &= -\frac{\lambda \cdot (p+i \cdot p) \sinh(p+i \cdot p)}{s} \end{aligned}$$

Intercapedini d'aria e strati liminari

$$\begin{aligned} Z_{11} &= Z_{22} = 1 \\ Z_{12} &= -R \\ Z_{21} &= 0 \end{aligned}$$

resistenza

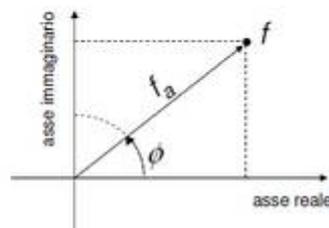
Multistrato $Z = Z_1 \cdot Z_2 \cdot K \cdot Z_n$



ISOLAMENTO TERMICO – parametri caratteristici

Coefficiente di attenuazione (complesso) $f = (U Z_{12})^{-1}$ Trasmittanza della parete

- Fattore di attenuazione $f_a = |f|$
- Sfasamento $\phi = \arg(f)$ (in ore)



Decreto Presidente della Repubblica 2.4.2009 n.59

Comma 18:

Per tutte le categorie di edifici, ..., ad eccezione, esclusivamente per le disposizioni di cui alla lettera b), delle categorie E.5, E.6, E.7 ed E.8, ..., **al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e di contenere la temperatura interna degli ambienti**, nel caso di edifici di nuova costruzione e nel caso di ristrutturazioni di edifici esistenti di cui all'articolo 3, comma 2, lettere a), b) e c), numero 1), del decreto legislativo, questo ultimo limitatamente alle ristrutturazioni totali:

...

b) in tutte le zone climatiche ad esclusione della F, per le località nelle quali il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale, nel mese di massima insolazione estiva sia maggiore o uguale a 290 W/m^2 :

1) relativamente a tutte le **pareti verticali opache con l'eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest/nord/nord-est, eseguire almeno una delle seguenti verifiche:**

il valore della massa superficiale M_{s1} , sia superiore a 230 kg/m^2 ;

il valore del modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a $0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

2) relativamente a tutte le **pareti opache orizzontali ed inclinate** che il valore del modulo della trasmittanza termica periodica sia inferiore a $0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$;

c) utilizzare al meglio le condizioni ambientali esterne e le caratteristiche distributive degli spazi per favorire la ventilazione naturale dell'edificio; nel caso che il ricorso a tale ventilazione non sia efficace, può prevedere l'impiego di sistemi di ventilazione meccanica (VMC)....



Decreto Presidente della Repubblica 2.4.2009 n.59

Mappa dei capoluoghi di provincia
con irradianza superiore a 290 W/m^2

BENESSERE ESTIVO DEGLI EDIFICI NUOVI
E RISTRUTTURATI INTEGRALMENTE

- Efficacia sistemi schermanti
- Verifiche sulle strutture (escluse le categorie E5, E6, E7, E8):
Zone climatiche con irradianza maggiore di 290 W/m^2 (esclusa la zona F)
 - Pareti verticali (escluse quelle a N, N/O, N/E)
verifiche alternative:
 - 1) massa superficiale $> 230 \text{ kg/m}^2$
 - 2) trasmittanza termica periodica $Y_{e1} < 0,12 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
 - Pareti opache orizzontali e inclinate: trasmittanza termica periodica $Y_{e1} < 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
- Efficacia ventilazione naturale o impiego di sistemi per la ventilazione meccanica
- Obbligo di sistemi schermanti esterni (escluse cat. E6, E8)



49. Normativa

NORME - QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE (allegato B, art.7 comma 2 D.M. 26.6.2009)

La metodologia di calcolo adottata dovrà garantire risultati conformi alle migliori regole tecniche, a tale requisito rispondono le normative UNI vigenti.

NORME PER LA DETERMINAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA DEL SISTEMA EDIFICIO/IMPIANTO:

UNI EN ISO 13790 Prestazione energetica degli edifici - Calcolo del fabbisogno di energia per il riscaldamento e il raffrescamento

NORME PER LA VENTILAZIONE:

UNI 10339 Impianti aeraulici a fini di benessere – Generalità, classificazione e requisiti – Regole per la richiesta d'offerta, l'offerta, l'ordine e la fornitura

UNI EN 13779 Ventilazione degli edifici non residenziali – Requisiti di prestazione per i sistemi di ventilazione e di climatizzazione

UNI EN 15242 Ventilazione degli edifici - Metodi di calcolo per la determinazione delle portate d'aria negli edifici, comprese le infiltrazioni

NORME PER LA CARATTERIZZAZIONE DELL'INVOLUCRO:

UNI EN ISO 6946 Componenti ed elementi per edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo

UNI EN ISO 10077-1 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure oscuranti – Calcolo della trasmittanza termica – Parte 1: Generalità



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

50. Normativa

NORME - QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE (D.M. 26.6.2009)

UNI EN ISO 10077-2 Prestazione termica di finestre, porte e chiusure – Calcolo della trasmittanza termica – Metodo numerico per i telai

UNI EN ISO 13786 Prestazione termica dei componenti per edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo

UNI EN ISO 13789 Prestazione termica degli edifici – Coefficienti di trasferimento del calore per trasmissione e ventilazione – Metodo di calcolo

UNI EN ISO 13370 Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo

UNI EN ISO 10211 Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Calcoli dettagliati

UNI EN ISO 14683 Ponti termici in edilizia – Coefficiente di trasmissione termica lineica – Metodi semplificati e valori di riferimento

UNI EN ISO 13788 Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale – Metodo di calcolo

UNI EN 13363-1 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 1: Metodo semplificato

UNI EN 13363-2 Dispositivi di protezione solare in combinazione con vetrate - Calcolo della trasmittanza solare e luminosa - Parte 2: Metodo di calcolo dettagliato

UNI 11235 Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione, il controllo e la manutenzione di coperture a verde



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

51. Normativa

NORME - QUADRO DI RIFERIMENTO NAZIONALE (D.M. 26.6.2009)

BANCHE DATI E NORME DI SUPPORTO

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

UNI 10351 Materiali da costruzione – Conduttività termica e permeabilità al vapore

UNI 10355 Murature e solai – Valori di resistenza termica e metodo di calcolo

UNI EN 410 Vetro per edilizia – Determinazione delle caratteristiche luminose e solari delle vetrate

UNI EN 673 Vetro per edilizia – Determinazione della trasmittanza termica – Metodo di calcolo

UNI EN ISO 7345 Isolamento termico – Grandezze fisiche e definizioni

UNI 8065 Trattamento dell'acqua negli impianti termici ad uso civile

UNI EN 303-5 Caldaie per riscaldamento - Caldaie per combustibili solidi, con alimentazione manuale e automatica, con una potenza termica nominale fino a 300 kW - Parte 5: Terminologia, requisiti, prove e marcatura



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

52. Normativa

PROCEDURA DI CALCOLO FONDAMENTALE - UNI/TS 11300

Per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (E_{p_i} , $E_{p_{acs}}$, $E_{p_{e,invol}}$...) si fa riferimento alle metodologie di calcolo definite dalla **specifiche tecniche della serie UNI/TS 11300 Prestazioni energetiche degli edifici** :

- a) UNI/TS 11300 – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale;
- b) UNI/TS 11300 – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali;
- c) UNI/TS 11300 – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva;
- d) UNI/TS 11300 – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione di acqua calda sanitaria.

NOTA: tutte le norme UNI sono a pagamento !!!



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

PROCEDIMENTO GENERALE DI CALCOLO

1. Definizione dello spazio riscaldato, delle zone e degli spazi non riscaldati
2. Calcolo dei coefficienti di dispersione termica
3. Definizione della temperatura di progetto e tipo di funzionamento
4. Definizione della durata della stagione di riscaldamento
5. Per ogni periodo calcolare le dispersioni termiche: $Q_{H,tr}$ e $Q_{H,ve}$
6. Calcolo degli apporti gratuiti di calore: interni Q_{int} e solari Q_{sol}
7. Calcolo del fattore di utilizzazione
8. Calcolo del Fabb. Ener. annuale per il riscaldamento e la produzione di a.c.s.
9. Calcolo del contributo da fonti rinnovabili
10. Calcolo del Fabb. Ener. Primaria necessario considerando il rendimento del generatore

RISULTATI

1. Energia annuale e mensile necessaria al riscaldamento e raffrescamento
2. Energia annuale e mensile utilizzata per il riscaldamento e raffrescamento
3. Energia utilizzata dagli ausiliari per il funzionamento dell'intero sistema (per il sistema di riscaldamento, raffrescamento e ventilazione)
4. Valori mensili dei diversi contributi all'interno del bilancio energetico (trasmissione, ventilazione, sorgenti interne e apporti solari)
5. Contributi dovuti alle fonti rinnovabili
6. Indici di prestazione energetica



PROCEDIMENTO GENERALE DI CALCOLO

Si tenga presente che in un calcolo rigoroso si devono prendere in considerazione i seguenti elementi:

- a) lo scambio termico per trasmissione tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente esterno;
- b) lo scambio termico per ventilazione naturale e meccanica;
- c) lo scambio termico per trasmissione e ventilazione tra zone adiacenti a temperatura diversa;
- d) gli apporti termici interni;
- e) gli apporti termici solari;
- f) l'accumulo del calore nella massa dell'edificio;
- g) l'eventuale controllo dell'umidità negli ambienti climatizzati;
- h) le modalità di emissione del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia;
- i) le modalità di distribuzione del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia;
- l) le modalità di accumulo del calore negli impianti termici e le corrispondenti perdite di energia;
- m) le modalità di generazione del calore e le corrispondenti perdite di energia;
- n) l'effetto di eventuali sistemi impiantistici per l'utilizzo di fonti rinnovabili di energia;
- o) l'influenza dei fenomeni dinamici attraverso l'uso di opportuni modelli di simulazione.



METODO DI CALCOLO – D.M. 26.6.2009 All.A comma 4

Sulla base delle finalità, dell'esperienza e delle opportunità offerte dalla certificazione energetica possono essere usate diverse metodologie di riferimento per la determinazione della prestazione energetica degli edifici, differenti per utilizzo e complessità. Sono pertanto considerati:

1. “Metodo calcolato di progetto”, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati di ingresso del progetto energetico dell'edificio come costruito e dei sistemi impiantistici a servizio dell'edificio come realizzati. Questo metodo è di riferimento per gli edifici di nuova costruzione e per quelli completamente ristrutturati, per la predisposizione dell'attestato di qualificazione energetica e della relazione tecnica di rispondenza del progetto alle prescrizioni per il contenimento dei consumi energetici, previsti ai sensi del decreto legislativo fermo restando le relative flessibilità.

Per questo metodo è obbligatorio l'uso di software certificato.



METODO DI CALCOLO – D.M. 26.6.2009 All.A comma 4

2. “Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio o standard”, che prevede la valutazione della prestazione energetica a partire dai dati di ingresso ricavati da indagini svolte direttamente sull'edificio esistente. In questo caso le modalità di approccio possono essere:

- i. mediante procedure di rilievo, anche strumentali, sull'edificio e/o sui dispositivi impiantistici effettuate secondo le normative tecniche di riferimento, previste dagli organismi normativi nazionali, europei e internazionali, o, in mancanza di tali norme dalla letteratura tecnico-scientifica;
- ii. per analogia costruttiva con altri edifici e sistemi impiantistici coevi, integrata da banche dati o abachi nazionali, regionali o locali;
- iii. sulla base dei principali dati climatici, tipologici, geometrici ed impiantistici (metodo semplificato “manuale” D.M. 26.06.2009).



57. Software di calcolo

SOFTWARE DI CALCOLO

Gli strumenti applicativi dei metodi di riferimento nazionali (cioè le specifiche tecniche della serie UNI-TS 11300) devono garantire che i valori degli indici di prestazione energetica, calcolati attraverso il loro utilizzo, abbiano uno scostamento massimo di più o meno il 5% rispetto ai corrispondenti parametri determinati con l'applicazione dei pertinenti sistemi di riferimento nazionali.

La predetta garanzia è fornita attraverso una verifica e dichiarazione resa da:

- CTI (per il calcolo degli indici di prestazione energetica dell'edificio per la climatizzazione invernale (EPI) e per la produzione dell'acqua calda sanitaria (EPacs), attuativo del "Metodo calcolato di progetto o di calcolo standardizzato)
- CNR, ENEA (Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio)

I suddetti enti rendono disponibili i sistemi di riferimento nazionali su cui svolgono le predette verifiche, che possono essere costituiti da raccolte di casi di studio o da fogli di calcolo o da altri strumenti che i predetti istituti ritengono idonei a garantire la qualità dei software commerciali.

L'utilizzo di altri metodi o procedure è disciplinato dal comma 27 dell'articolo 4 del DPR 2.4.2009 n.59:

"... l'utilizzo di altri metodi, procedure e specifiche tecniche sviluppati da organismi istituzionali nazionali, quali l'ENEA, le università o gli istituti del CNR, è possibile, motivandone l'uso nella relazione tecnica di progetto ..., purché i risultati conseguiti risultino equivalenti o conservativi rispetto a quelli ottenibili con i metodi di calcolo precedentemente detti ..."



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

58. Software di calcolo

SOFTWARE DI CALCOLO

Certificato di conformità ai sensi del D.lgs. 192/05 e s.m.i. di software per il calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici e degli impianti (dal 2 ottobre 2014)



GARANZIA DI CONFORMITÀ AL D.LGS. 192/2005
UNI-TS 11300
Parti 1 e 2:2014
3:2010, 4:2012 e CTI R14:2013
SOFTWARE
Denominazione software - Ditta
Data di rilascio
XXXX/2014
Comitato Termotecnico Italiano Energia e Ambiente - www.cti2000.it

Ragione Sociale	Software	N. Protocollo	N. Certificato
Acca Software S.p.A. Via M. Canova 8 - 83048 Martella (AV)	TerMus v.30 del 2.10.14	n. 43	n. 45
Edilclima S.r.l. Via Viviani 7 - 28021 Borgomanero (NO)	EC700 calcolo prestazioni energetiche degli edifici versione 6.0	n. 50	n. 40
Logical Soft S.r.l. Via Garbata 253 - 20033 Desio (MI)	TERMOLOG Epix 9 versione 2014.08	n. 51	n. 47
Namirial S.p.A. Via Caduti sul Lavoro 4 - 60019 Senigallia (AN)	NAMIRIAL TERMO V.3	n. 52	n. 48
Geo Network S.r.l. Via Mazzini 64 - 19038 Sorzana (SP)	Euclide Certificazione Energetica v. 6.01	n. 53	n. 49
MC4 Software Italia S.r.l. Via Pio VII 97 - 10135 Torino	MC4 Suite v. 2014-2.0	n. 54	n. 50
Italsoft Group S.p.A. Via Nazionale 154 - 35048 Stanghella (PD)	TERMKO-ONE v. 1	n. 55	n. 51
MC4 Software Italia S.r.l. Via Pio VII 97 - 10135 Torino	WWW.APS-ONLINE.IT v.2.0	n. 56	-
Blumatica s.r.l. Via Rosa Jemma 2 - 84001 Sottopaglia SA	Blumatica Energy release 6.0	n. 57	-
Aermac S.p.A. Via Roma 906 - 37040 Bevilacqua (VR)	Masterclima Impianti 11300 versione 2.00	n. 58	-
Analist Group S.r.l. Via Aldo Pire 10 - 83100 Avellino	TermiPlan var. 5.0 release 2015	n. 59	-
Tecnobit S.r.l. Via Scritto Sacchi 9 - 30061 Bassano del Grappa (VI)	Termo - CE versione 9.5	n. 60	-
Watts Industries Italia S.r.l. Via Benno 21 - 20853 Elbasano (AR)	STIMA10/TFM vers. 9.0	n. 61	-
Logical Soft S.r.l. Via Garbata 253 - 20033 Desio (MI)	TERMOLOG Epix 6 versione 2015.01	n. 62	-
MC4 Software Italia S.r.l. Via Pio VII 97 - 10135 Torino	Celesta 2.0	n. 63	-
-	-	-	-

<http://www.cti2000.it/index.php?controller=sezioni&action=show&subid=62>



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

59. Software di calcolo

Tabella riepilogativa sull'utilizzo delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche in relazione agli edifici interessati e ai servizi energetici da valutare ai fini della certificazione energetica

(*) La determinazione della prestazione energetica estiva dell'involucro edilizio è facoltativa nella certificazione di singole unità immobiliari ad uso residenziale di superficie utile inferiore o uguale a 200 mq. In assenza della predetta valutazione, all'edificio viene attribuita una qualità prestazionale energetica estiva dell'involucro edilizio corrispondente al livello "V" delle tabelle

	"Metodo di calcolo di progetto" (paragrafo 5.1)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 1)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 2)	"Metodo di calcolo da rilievo sull'edificio" (paragrafo 5.2 punto 3)
Edifici interessati	Tutte le tipologie di edifici nuovi ed esistenti	Tutte le tipologie di edifici esistenti	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 3000 m ²	Edifici residenziali esistenti con superficie utile inferiore o uguale a 1000 m ²
Prestazione invernale involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Metodo semplificato (Allegato 2)
Energia primaria prestazione invernale	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Metodo semplificato (Allegato 2)
Energia primaria prestazione acqua calda sanitaria	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Norme UNI/TS 11300 (esistenti)
Prestazione estiva involucro edilizio	Norme UNI/TS 11300	Norme UNI/TS 11300	DOCET (CNR-ENEA)	Norme UNI/TS 11300 o DOCET o metodologia paragrafo 6.2 (*)

Dal 2 ottobre 2014 NON è più possibile utilizzare il software gratuito DOCET per redigere i certificati energetici



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

60. Certificazione energetica in Italia

DEFINIZIONI (Decreto 22 novembre 2012, Modifica dell'Allegato A del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia)

fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale è la quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo;

indice di prestazione energetica EP parziale esprime il fabbisogno di energia primaria parziale riferito ad un singolo uso energetico dell'edificio (a titolo d'esempio: alla sola climatizzazione invernale e/o alla climatizzazione estiva e/o produzione di acqua calda per usi sanitari e/o illuminazione artificiale) riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo, espresso rispettivamente in kWh/m²anno o kWh/m³anno;

indice di prestazione energetica EP globale esprime il fabbisogno di energia primaria globale riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo riscaldato, espresso rispettivamente in kWh/m²anno o kWh/m³anno;

rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico è il rapporto tra il fabbisogno di energia termica utile per la climatizzazione invernale e l'energia primaria delle fonti energetiche, ivi compresa l'energia elettrica dei dispositivi ausiliari, calcolato con riferimento al periodo annuale di esercizio.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

VERIFICA DI EP_i

Calcolare l'indice di prestazione energetica

$$EP_i = \frac{Q}{S_{\text{utile}}}$$

[kWh/m²]

$$EP_i = \frac{Q}{V_{\text{riscaldato}}}$$

[kWh/m³]

Per edifici residenziali

Per tutti gli altri edifici



Verificare che tale parametro sia entro i limiti



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

Ai sensi del decreto la certificazione energetica **si applica a tutti gli edifici** delle categorie di cui al D.P.R 26.08.1993 n.412, **indipendentemente dalla presenza o meno di uno o più impianti tecnici esplicitamente o evidentemente dedicati ad uno dei servizi energetici di cui è previsto il calcolo delle prestazioni. Specifiche indicazioni per i calcolo della prestazione energetica di edifici non dotati di impianto di climatizzazione invernale e/o di produzione di acqua calda sanitaria sono riportate nell'allegato 1 del D.M. 26 giugno 2009. L'attestato di certificazione energetica vale dieci anni ed è aggiornato ad ogni intervento di ristrutturazione, edilizio e impiantistico, che modifica la prestazione energetica dell'edificio.**

La validità è confermata solo se sono rispettate le prescrizioni normative vigenti per le operazioni di controllo di efficienza energetica, compreso le eventuali conseguenze di adeguamento degli impianti di climatizzazione asserviti agli edifici. Nel caso di mancato rispetto delle predette disposizioni l'attestato di certificazione decade il 31 dicembre dell'anno successivo a quello in cui è prevista la prima scadenza non rispettata per le predette operazioni di controllo di efficienza energetica.



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

A titolo esemplificativo e non esaustivo, sono esclusi dalla applicazione, a meno delle porzioni eventualmente adibite ad uffici e assimilabili, purché scorporabili agli effetti dell'isolamento termico: box, cantine, autorimesse, parcheggi multipiano, depositi, strutture stagionali a protezione degli impianti sportivi e altri edifici a questi equiparabili in cui non è necessario garantire un comfort abitativo.

Sono altresì esclusi dall'obbligo di certificazione energetica al momento dei passaggi di proprietà:

- i ruderi**, previa esplicita dichiarazione di tale stato dell'edificio nell'atto notarile di trasferimento della proprietà;
- immobili venduti nello stato di «scheletro strutturale»**, cioè privi di tutte le pareti verticali esterne o di elementi dell'involucro edilizio, o **«al rustico»**, cioè privi delle rifiniture e degli impianti tecnologici, previa esplicita dichiarazione di tale stato dell'edificio nell'atto notarile di trasferimento della proprietà.



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI

La prestazione energetica complessiva dell'edificio è espressa attraverso l'indice di prestazione energetica globale EP_{gl}

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs} + EP_e + EP_{ill}$$



dove:

- EP_i : è l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale;
- EP_{acs} : l'indice di prestazione energetica per la produzione dell'acqua calda sanitaria;
- EP_e : l'indice di prestazione energetica per la climatizzazione estiva;
- EP_{ill} : l'indice di prestazione energetica per l'illuminazione artificiale.

Nel caso di edifici residenziali tutti gli indici sono espressi in kWh/m²anno.

Nel caso di altri edifici (residenze collettive, terziario, industria) tutti gli indici sono espressi in kWh/m³anno.



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI

Le “n” classi di riferimento, vedono i limiti inferiori determinati attraverso la seguente espressione:

$$EP_{gl} (CLASSE)_n = K_{1n} EPI_{L(2010)} + EP_{acs}_n + K_{2n} EPe_L + EP_{ill}_n$$

dove:

K_{1n} e K_{2n} sono dei parametri adimensionali;

$EPI_{L(2010)}$ è il limite massimo ammissibile dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale in vigore a partire dal 1° gennaio 2010.

Tabella 1.3 Valori limite, applicabili dal 1 gennaio 2010, dell'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale, espresso in kWh/m² anno

Rapporto di forma dell'edificio S/V	Zona climatica										
	A		B		C		D		E		F
	<i>fino a</i> 600 GG	<i>a</i> 601 GG	<i>a</i> 900 GG	<i>a</i> 901 GG	<i>a</i> 1400 GG	<i>a</i> 1401 GG	<i>a</i> 2100 GG	<i>a</i> 2101 GG	<i>a</i> 3000 GG	<i>oltre</i> 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	



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

I valori limite riportati nella tabella sono espressi in funzione della zona climatica, così come individuata all'articolo 2 del decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412, e del rapporto di forma dell'edificio S/V, dove:

- S, espressa in metri quadrati, è la superficie che delimita verso l'esterno (ovvero verso ambienti non dotati di impianto di riscaldamento), il volume riscaldato V;
- V è il volume lordo, espresso in metri cubi, delle parti di edificio riscaldate, definito dalle superfici che lo delimitano.

Per valori di S/V compresi nell'intervallo 0,2 - 0,9 e, analogamente, per gradi giorno (GG) intermedi ai limiti delle zone climatiche riportati in tabella si procede mediante interpolazione lineare. La formula utilizzata per l'interpolazione lineare è:

$$y = (y_2 - y_1) \frac{(x - x_1)}{(x_2 - x_1)} + y_1$$



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

METODOLOGIA DI CLASSIFICAZIONE DEGLI EDIFICI

La certificazione energetica è avviata limitando la valutazione dell'indice di prestazione EP ai servizi di climatizzazione invernale e produzione di acqua calda sanitaria. La precedente espressione diventa allora:

$$EP_{gl} = EP_i + EP_{acs}$$

$$EP_{gl} \text{ (CLASSE)}_n = K_{1n} EP_{iL(2010)} + EP_{acs_n}$$

Il sistema di classificazione nazionale, relativo alla climatizzazione invernale, è dunque definito sulla base dei limiti massimi ammissibili del corrispondente indice di prestazione energetica in vigore a partire dal 1° gennaio 2010 ($EP_{iL(2010)}$), di cui alle tabelle 1.3 e 2.3 dell'allegato C al decreto legislativo 192/2005, ed è quindi parametrato al rapporto di forma dell'edificio e ai gradi giorno della località dove lo stesso è ubicato.



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CLASSI ENERGETICHE DELLA PRESTAZIONE PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE EP_i

$\text{Classe Ai}^+ < 0,25 EP_{iL(2010)}$
$0,25 EP_{iL(2010)} \leq \text{Classe Ai} < 0,50 EP_{iL(2010)}$
$0,50 EP_{iL(2010)} \leq \text{Classe Bi} < 0,75 EP_{iL(2010)}$
$0,75 EP_{iL(2010)} \leq \text{Classe Ci} < 1,00 EP_{iL(2010)}$
$1,00 EP_{iL(2010)} \leq \text{Classe Di} < 1,25 EP_{iL(2010)}$
$1,25 EP_{iL(2010)} \leq \text{Classe Ei} < 1,75 EP_{iL(2010)}$
$1,75 EP_{iL(2010)} \leq \text{Classe Fi} < 2,50 EP_{iL(2010)}$
$\text{Classe Gi} \geq 2,50 EP_{iL(2010)}$



69. Certificazione energetica in Italia

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CLASSI ENERGETICHE DELLA PRESTAZIONE PER LA PREPARAZIONE DELL'ACQUA CALDA PER USI IGIENICI E SANITARI EP_{acs}

Classe A _{acs} < 9 kWh/m ² anno
9 kWh/m ² anno ≤ Classe B _{acs} < 12 kWh/m ² anno
12 kWh/m ² anno ≤ Classe C _{acs} < 18 kWh/m ² anno
18 kWh/m ² anno ≤ Classe D _{acs} < 21 kWh/m ² anno
21 kWh/m ² anno ≤ Classe E _{acs} < 24 kWh/m ² anno
24 kWh/m ² anno ≤ Classe F _{acs} < 30 kWh/m ² anno
Classe G _{acs} ≥ 30 kWh/m ² anno



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

70. Certificazione energetica in Italia

LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA CERTIFICAZIONE ENERGETICA

SCALA DI CLASSI ENERGETICHE PER LA VALUTAZIONE DELLA PRESTAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO EP_{gl}

Classe A _{gl} + < 0,25 EP _{gl} (2010) + 9 kWh/m ² anno
0,25 EP _{gl} (2010) + 9 kWh/m ² anno ≤ Classe A _{gl} < 0,50 EP _{gl} (2010) + 9 kWh/m ² anno
0,50 EP _{gl} (2010) + 9 kWh/m ² anno ≤ Classe B _{gl} < 0,75 EP _{gl} (2010) + 12 kWh/m ² anno
0,75 EP _{gl} (2010) + 12 kWh/m ² anno ≤ Classe C _{gl} < 1,00 EP _{gl} (2010) + 18 kWh/m ² anno
1,00 EP _{gl} (2010) + 18 kWh/m ² anno ≤ Classe D _{gl} < 1,25 EP _{gl} (2010) + 21 kWh/m ² anno
1,25 EP _{gl} (2010) + 21 kWh/m ² anno ≤ Classe E _{gl} < 1,75 EP _{gl} (2010) + 24 kWh/m ² anno
1,75 EP _{gl} (2010) + 24 kWh/m ² anno ≤ Classe F _{gl} < 2,50 EP _{gl} (2010) + 30 kWh/m ² anno
Classe G _{gl} ≥ 2,50 EP _{gl} (2010) + 30 kWh/m ² anno



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it



Ordine
degli
INGEGNERI



Ordini degli Ingegneri della Provincia di Udine – Commissione Mista
Università degli Studi di Udine
Consorzio Friuli Formazione

CORSI DI DEONTOLOGIA E PRATICA PROFESSIONALE
Incontri di orientamento alla preparazione dell'esame
di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere
SETTORE INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE
CALCOLO DELL'ENERGIA PRIMARIA

ing. Stefano Barbina

Udine, 14 maggio 2015



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

2. Calcolo

Metodologie di calcolo

Per le metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici si adottano le seguenti norme tecniche nazionali e loro successive modificazioni:

UNI/TS 11300 – 1 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI/TS 11300 – 2 Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria, per la ventilazione e per l'illuminazione in edifici non residenziali

UNI/TS 11300 - 3) Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 3: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva

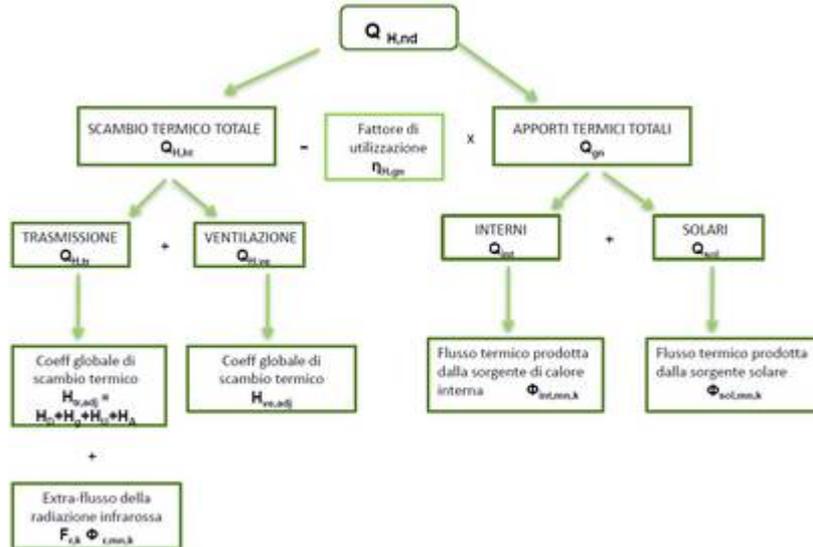
UNI/TS 11300 - 4) Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 4: Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per riscaldamento di ambienti e preparazione acqua calda sanitaria



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

3. Calcolo

Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

4. Calcolo

PROCEDIMENTO

Fabbisogno di energia termica per il riscaldamento

Si definisce come fabbisogno ideale di energia termica per il riscaldamento $Q_{H,nd}$ l'energia richiesta per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto (20°C) calcolata per ogni zona dell'edificio per ogni mese:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,ht} - \eta_{H,gn} \times Q_{gn} \quad [\text{kWh}]$$

$$Q_{H,nd} = (Q_{H,tr} + Q_{H,ve}) - \eta_{H,gn} \times (Q_{int} + Q_{sol}) \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{H,nd}$ è il fabbisogno di energia termica dell'edificio per riscaldamento [kWh]

$Q_{H,ht}$ è lo scambio termico totale nel caso di riscaldamento [kWh]

$Q_{H,tr}$ è lo scambio termico per trasmissione nel caso di riscaldamento [kWh]

$Q_{H,ve}$ è lo scambio termico per ventilazione nel caso di riscaldamento [kWh]

Q_{gn} sono gli apporti totali di energia termica [kWh]

Q_{int} sono gli apporti di energia termica dovuti a sorgenti interne [kWh]

Q_{sol} sono gli apporti di energia termica dovuti alla radiazione solare [kWh]

$\eta_{H,gn}$ è il fattore di utilizzazione degli apporti termici



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

5. Calcolo

PROCEDIMENTO

Calcolo degli scambi termici per trasmissione

Si calcola per ogni mese del periodo di riscaldamento lo scambio termico per trasmissione:

$$Q_{H, tr} = H_{tr, adj} \times (\theta_{int, set, H} - \theta_e) \times t + (\sum_k F_{r, k} \Phi_{r, mn, k}) \times t \quad [\text{kWh}]$$

$H_{tr, adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno [W/K]

$\theta_{int, set, H}$ è la temperatura interna di regolazione per riscaldamento della zona considerata [°C]

θ_e è la temperatura media mensile dell'ambiente esterno come da norma UNI 10349 [°C]

t è la durata del mese considerato in ore [h]

$F_{r, k}$ è il fattore di forma tra il componente edilizio k -esimo e la volta celeste

$\Phi_{r, mn, k}$ è l'extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste dal componente edilizio k -esimo mediato sul tempo [W]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

6. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente globale di scambio termico per trasmissione

verso l'area esterna, verso il terreno, verso altre zone climatizzate e non, si ricava come:

$$H_{tr, adj} = H_D + H_g + H_U + H_A \quad [\text{W/K}]$$

H_D è il coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno;

H_g è il coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno;

H_U è il coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati;

H_A è il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa

I coefficienti di scambio termico si calcolano come riportato nella UNI EN ISO 13789.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

7. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno

Il coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno è calcolato sulla base di quanto riportato nella norma UNI EN ISO 13789. Esso è dato dalla somma delle dispersioni:

- attraverso le strutture opache
- attraverso le strutture vetrate
- dovute ai ponti termici lineari

$$H_D = H_{D,o} + H_{D,f} \quad H_{D,o} = \sum U_{c,k} A_{c,k} + \sum \Psi_k l_k + \sum X_j \quad [W/K]$$

$H_{D,o}$ è il coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso superfici opache

$U_{c,k}$ è la trasmittanza termica del k -esimo componente dell'involucro edilizio [W/m^2K]

$A_{c,k}$ è l'area del componente opaco [m^2]

Ψ_k è la trasmittanza termica lineica del k -esimo ponte termico lineare presa da prospetti o cataloghi redatti in conformità alla UNI EN ISO 14683 o calcolata secondo UNI EN ISO 10211 [W/mK]

l_k è la lunghezza lungo la quale si applica il ponte termico lineare [m]

X_j è la trasmittanza termica puntuale del ponte termico puntuale j , calcolata secondo la UNI EN ISO 10211 in W/K (trascurabile)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

8. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno

La UNI EN ISO 14683 fornisce i valori di progetto di Ψ basati su tre sistemi di valutazione delle dimensioni dell'edificio:

Ψ_i dimensioni interne, misurate tra le superfici interne finite di ogni ambiente in un edificio (escluso lo spessore delle partizioni interne)

Ψ_{oi} dimensioni interne totali, misurate tra le superfici interne finite di ogni ambiente in un edificio (incluso lo spessore delle partizioni interne)

Ψ_e dimensioni esterne, misurate tra le superfici esterne finite degli elementi esterni dell'edificio

Per gli edifici esistenti o nuovi, secondo quanto indicato nella norma UNI/TS 11300-1, è ammesso l'uso di metodi di calcolo manuali oppure attraverso l'uso di atlanti di ponti termici conformi alla UNI EN ISO 14683.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

9. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente di scambio termico diretto per trasmissione verso l'ambiente esterno

$$H_D = H_{D,o} + H_{D,f} \qquad H_{D,f} = \sum_k A_{w,k} U_{f,k} \qquad [W/K]$$

$H_{D,f}$ è il coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso superfici trasparenti

$U_{f,k}$ è la trasmittanza termica del k-esimo componente trasparente $[W/m^2K]$

$A_{w,k}$ è l'area del componente trasparente $[m^2]$

La trasmittanza termica del k-esimo componente trasparente si calcola con la UNI EN ISO 10077:

$$U = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum l_g \Psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

A_g e A_f sono l'area della parte vetrata e del telaio $[m^2]$

U_g e U_f sono le trasmittanze della parte vetrata e del telaio $[W/m^2K]$

Ψ_g è la trasmittanza termica lineare dovuta agli effetti termici combinati della vetrata, del distanziatore e del telaio $[W/mK]$

l_g è la lunghezza del telaio $[m]$



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

10. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente di scambio termico stazionario per trasmissione verso il terreno

Il calcolo rigoroso deve essere fatto secondo la UNI EN ISO 13370, nei casi di pavimenti controterra, pavimenti su intercapedine, pavimenti su piani interrati riscaldati, pavimenti su piani interrati non riscaldati.

Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, il coefficiente di accoppiamento termico in regime stazionario è calcolato come:

$$H_g = A \times U_f \times b_{tr,g} \qquad [W/K]$$

A è l'area dell'elemento di pavimento $[m^2]$

U_f è la trasmittanza termica della parte sospesa del pavimento (tra l'ambiente interno e lo spazio sottopavimento) $[W/m^2K]$

esempio di valori del fattore $b_{tr,g}$:

Fattore di correzione $b_{tr,g}$

Ambiente confinante	$b_{tr,g}$
Pavimento controterra	0,45
Parete controterra	0,45
Pavimento su vespaio aerato	0,80



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

11. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati

Il calcolo rigoroso deve essere fatto secondo la UNI EN ISO 13789, conoscendo il coefficiente di trasferimento del calore diretto tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato, e il coefficiente di trasferimento del calore tra l'ambiente non climatizzato e l'ambiente esterno, Per gli edifici esistenti, in assenza di dati di progetto attendibili o comunque di informazioni più precise, il coefficiente di accoppiamento termico è calcolato come:

$$H_U = A_{iu} \times U_{s,iu} \times b_{tr,x} \quad [W/K]$$

A_{iu} è l'area del componente edilizio verso l'ambiente non climatizzato [m^2]

$U_{s,iu}$ è la trasmittanza termica del componente edilizio verso l'ambiente non climatizzato (tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente non climatizzato) [W/m^2K]

$b_{tr,x}$ può essere assunto come $b_{tr,U}$ del prospetto 7 della norma UNI/TS 11300-1

$$b_{tr,U} = H_{ue} / (H_{ue} + H_{iu})$$

H_{ue} = coefficiente di scambio tra ambiente non climatizzato e ambiente esterno

H_{iu} = coefficiente di scambio tra ambiente climatizzato e ambiente non climatizzato



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

12. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente di scambio termico per trasmissione attraverso gli ambienti non climatizzati

Fattore di correzione $b_{tr,x}$

Ambiente confinante	$b_{tr,x}$
Ambiente	
- con una parete esterna	0,4
- senza serramenti esterni e con almeno due pareti esterne	0,5
- con serramenti esterni e con almeno due pareti esterne (per esempio autorimesse)	0,6
- con tre pareti esterne (per esempio vani scala esterni)	0,8
Piano interrato o seminterrato	
- senza finestre o serramenti esterni	0,5
- con finestre o serramenti esterni	0,8
Sottotetto	
- tasso di ventilazione del sottotetto elevato (per esempio tetti ricoperti con tegole o altri materiali di copertura discontinua) senza rivestimento con feltro o assito	1,0
- altro tetto non isolato	0,9
- tetto isolato	0,7
Aree interne di circolazione (senza muri esterni e con tasso di ricambio d'aria minore di $0,5 \text{ h}^{-1}$)	0,0



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

13. Calcolo

PROCEDIMENTO

Scambio termico per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa

Il coefficiente di scambio termico per trasmissione verso altre zone climatizzate a temperatura diversa è definito nel paragrafo 7 della norma UNI EN ISO 13789:2008 come:

$$H_A = b H_{ia} \quad b = \frac{\theta_i - \theta_a}{\theta_i - \theta_e}$$

H_{ia} è il coefficiente diretto di scambio termico tra l'ambiente climatizzato e l'ambiente a diversa temperatura [W/K]

θ_i è la temperatura interna dell'edificio in esame [°C]

θ_a è la temperatura dell'edificio adiacente [°C]

θ_e è la temperatura esterna media mensile [°C]

nota: il valore b può essere negativo



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

14. Calcolo

PROCEDIMENTO

Extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t + (\sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k}) \times t \quad [\text{kWh}]$$

Il calcolo dell'extra flusso termico per radiazione infrarossa verso la volta celeste è effettuato secondo quanto riportato nella UNI EN ISO 13790 adottando le seguenti ipotesi:

$$\Phi_{r,mn,k} = R_{se} \times U_{c,k} \times A_{c,k} \times h_r \times \Delta\theta_{er} \quad [\text{W}]$$

R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna dell'elemento, determinata secondo la ISO UNI EN ISO 6946 (inverso del coefficiente lineare)

$U_{c,k}$ è la trasmittanza termica dell'elemento [W/m²K]

$A_{c,k}$ è l'area proiettata dell'elemento [m²]

h_r è il coefficiente di scambio termico per irraggiamento esterno [W/m²K]

$\Delta\theta_{er}$ è la differenza media tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura apparente del cielo

$F_{r,k}$ è il fattore di forma tra l'elemento edilizio e la volta celeste (1 per copertura orizzontale non ombreggiata, 0,5 per parete verticale non ombreggiata)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

15. Calcolo

PROCEDIMENTO

Extra flusso termico dovuto alla radiazione infrarossa verso la volta celeste

$$h_r = 4 \varepsilon \sigma (\theta_{ss} + 273)^3$$

ε è l'emissività relativa alla radiazione infrarossa della superficie esterna

ε 0,9 per strutture opache $\varepsilon = 0,837$ per i vetri

σ è la costante di Stefan-Boltzmann $5,67 \times 10^{-8} [W/(m^2 K^4)]$

θ_{ss} è la media aritmetica della temperatura della superficie e della temperatura della volta celeste [°C]

Ad una prima approssimazione h_r può essere posto uguale a $5\varepsilon [W/(m^2 K)]$, che corrisponde ad una temperatura media di 10 °C.

Quando la temperatura della volta celeste non è disponibile dai dati climatici, la differenza media $\Delta\theta_{er}$ tra la temperatura dell'aria esterna e la temperatura della volta celeste dovrebbe essere assunta pari a 9 K nelle aree sub-polari, 13 K ai tropici e 11 K nelle zone intermedie.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

16. Calcolo

PROCEDIMENTO

Scambio termico per ventilazione

Per ciascun mese del periodo di riscaldamento, gli scambi termici per ventilazione si calcolano come:

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t \quad [kWh]$$

$H_{ve,adj}$ è il coefficiente globale di scambio termico per ventilazione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura tra interno ed esterno [W/K]

$\theta_{int,set,H}$ è la temperatura interna di regolazione per il riscaldamento della zona considerata [°C]

θ_e è la temperatura media mensile dell'ambiente esterno come da norma UNI 10349 [°C]

t è la durata del mese considerato in ore [h]

La normativa prevede i ricambi d'aria dipendenti dall'occupazione dei locali e dalla loro destinazione d'uso in maniera tale da garantire un'adeguata qualità dell'aria.

Si rimanda alle norme UNI EN ISO 13789 e UNI EN ISO 13790.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

17. Calcolo

PROCEDIMENTO

Scambio termico per ventilazione

Il coefficiente globale di scambio termico per ventilazione della zona considerata, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno-esterno, si ricava come:

$$H_{ve,adj} = \rho_a c_a \times (\sum_k b_{ve,k} q_{ve,k,mn}) \quad [W/K]$$

$\rho_a c_a$ è la capacità termica volumica dell'aria, pari a 1200 [J/m³ K]

$b_{ve,k}$ è il fattore di correzione della temperatura per il flusso d'aria k-esimo ($b_{ve,k} \neq 1$ se la temperatura di mandata non è uguale alla temperatura dell'ambiente esterno, come nel caso di pre-riscaldamento, pre-raffrescamento o di recupero termico dell'aria di ventilazione)

$q_{ve,k,mn}$ è la portata mediata sul tempo del flusso d'aria k-esimo [m³/h]

$$q_{ve,k,mn} = f_{ve,t,k} \times q_{ve,k}$$

$f_{ve,t,k}$ è la frazione di tempo in cui si verifica il flusso d'aria k-esimo

$q_{ve,k}$ è la portata sul tempo del flusso d'aria k-esimo.

per gli edifici residenziali si assume $q_{ve,k} = n \times V_{netto}$
con $n=0,3$ vol/h e $V_{netto} = 70\%$ del volume lordo



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

18. Calcolo

PROCEDIMENTO

Apporti gratuiti interni

Il contributo dei carichi interni è valutato nella seguente modo:

$$Q_{int} = \{ \sum_k \Phi_{int,mn,k} \} \times t + \{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{int,mn,u,l} \} \times t \quad [kWh]$$

$\Phi_{int,mn,k}$ è il flusso termico prodotto dalla k-esima sorgente di calore interna, mediato sul tempo [W]

$\Phi_{int,mn,u,l}$ è il flusso termico prodotto dalla l-esima sorgente di calore interna nell'ambiente non climatizzato adiacente u mediato sul tempo [W]

$b_{tr,l}$ è il fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente la sorgente di calore interna l-esima

t è la durata del mese considerato in ore [h]

Per gli edifici di categoria E.1 (1) e E.1 (2) (abitazioni), aventi superficie utile di pavimento A_f minore o uguale a 120 m², il valore globale degli apporti interni espresso in W è ricavato come: $\Phi_{int} = 7,987 \times A_f - 0,0353 \times A_f \times A_f$

Per superficie utile di pavimento maggiore di 120 m² il valore di Φ_{int} è pari a 450 W



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

19. Calcolo

PROCEDIMENTO

Apporti termici solari

Gli apporti di calore solari derivano dall'irraggiamento medio della località interessata, dall'orientamento della superficie, dagli ombreggiamenti, dalle caratteristiche di assorbimento delle superfici; per ogni zona dell'edificio e per ogni mese, gli apporti termici si calcolano come:

$$Q_{sol} = \left\{ \sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right\} \times t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) \Phi_{sol,mn,u,l} \right\} \times t \quad [\text{kWh}]$$

$\Phi_{sol,mn,k}$ è il flusso termico k -esimo di origine solare, mediato sul tempo [W]

$\Phi_{sol,mn,u,l}$ è il flusso termico l -esimo di origine solare nell'ambiente non climatizzato adiacente u , mediato sul tempo [W]

$b_{tr,l}$ è il fattore di riduzione per l'ambiente non climatizzato avente il flusso termico l -esimo di origine solare

t è la durata del mese considerato in ore [h]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

20. Calcolo

PROCEDIMENTO

Apporti termici solari

Il flusso termico k -esimo di origine solare si calcola con la seguente formula:

$$\Phi_{sol,k} = F_{sh,ob,k} \times A_{sol,k} \times I_{sol,k}$$

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

$A_{sol,k}$ è l'area di captazione solare effettiva della superficie k -esima con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale, nella zona o ambiente considerato [m²]

$I_{sol,k}$ è l'irradianza solare media mensile, sulla superficie k -esima, con dato orientamento e angolo d'inclinazione sul piano orizzontale [W/m²]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

21. Calcolo

PROCEDIMENTO

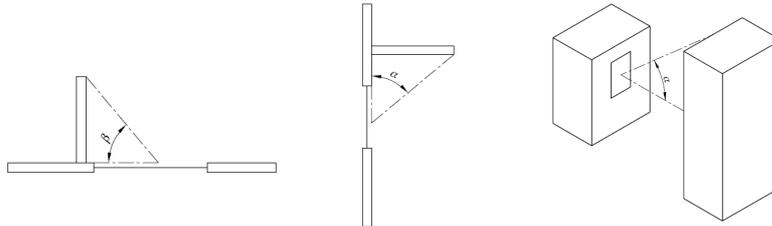
Apporti termici solari

Fattore di riduzione per ombreggiatura relativo ad elementi esterni per l'area di captazione solare effettiva della superficie k-esima

I valori dei fattori di ombreggiatura dipendono dalla latitudine, dall'orientamento dell'elemento ombreggiato, dal periodo di riscaldamento considerato e dalle caratteristiche geometriche degli elementi ombreggianti.

Tali caratteristiche sono descritte da un parametro angolare

(p.to 14.4 della UNI/TS 11300-1)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

22. Calcolo

PROCEDIMENTO

Apporti termici solari

Area di captazione solare:

$$A_{sol,k} = A_{sol,k,w} + A_{sol,k,c} \quad [m^2]$$

$A_{sol,k,w}$ è l'area di captazione solare effettiva di un componente vetrato $[m^2]$

$A_{sol,k,c}$ è l'area di captazione solare effettiva di un componente opaco $[m^2]$

Gli apporti solari che giungono all'interno attraverso una vetrata dipendono, oltre dal tipo di vetro, anche dalla struttura del componente e dall'efficacia di eventuali schermature (es. tende, tapparelle). La norma richiede il calcolo di una superficie equivalente chiamata area di captazione solare effettiva.

$$A_{sol,k,w} = F_{sh,gl} g_{gl} (1-F_F) A_{w,p} \quad [m^2] \quad g_{gl} = F_w \times g_{gl,n}$$

$F_{sh,gl}$ è il fattore di riduzione degli apporti solari relativo all'utilizzo di schermature mobili

g_{gl} è la trasmittanza di energia solare della parte trasparente del componente

F_w è il fattore di esposizione

$g_{gl,n}$ è la trasmittanza di energia solare totale per incidenza normale

F_F è il rapporto tra l'area del telaio e l'area totale del serramento

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



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

23. Calcolo

PROCEDIMENTO

Apporti termici solari

L'area di captazione solare effettiva della parete opaca dell'involucro edilizio dipende dal colore del componente:

$$A_{sol,k,c} = a_{sol} \times R_{se} \times U_c \times A_c$$

a_{sol} è il fattore di assorbimento solare del componente opaco

R_{se} è la resistenza termica superficiale esterna del componente opaco [m^2K/W]

U_c è la trasmittanza termica del componente opaco [W/m^2K]

A_c è l'area proiettata del componente opaco [m^2]

esempio di fattore di assorbimento :

$a_{sol} = 0,3$ per colore chiaro della superficie esterna

$a_{sol} = 0,6$ per colore medio della superficie esterna

$a_{sol} = 0,9$ per colore scuro della superficie esterna



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

24. Calcolo

PROCEDIMENTO

Fattore di utilizzazione degli apporti termici

Il fattore di utilizzazione degli apporti termici per il calcolo del fabbisogno di riscaldamento si calcola come:

$$\eta_{H,gn} = (1 - v_H^{a_H}) / (1 - v_H^{a_H+1}) \quad \text{se } v_H > 0 \text{ e } v_H \neq 1$$

$$\eta_{H,gn} = a_H / (a_H + 1) \quad \text{se } v_H = 1$$

$$a_H = a_{H,0} + \tau / \tau_{H,0} \quad v_H = Q_{gn} / Q_{H,ht}$$

$Q_{H,ht}$ è lo scambio termico totale (trasmissione + ventilazione) [kWh]

Q_{gn} sono gli apporti termici totali (somma dei contributi interni e solari) [kWh]

τ è la costante di tempo della zona termica, espressa in ore, calcolata come rapporto tra la capacità termica interna della zona termica considerata (C_m) e il suo coefficiente globale di scambio termico

Con riferimento al periodo di calcolo mensile si può assumere $a_{H,0} = 1$ e $\tau_{H,0} = 15$ h

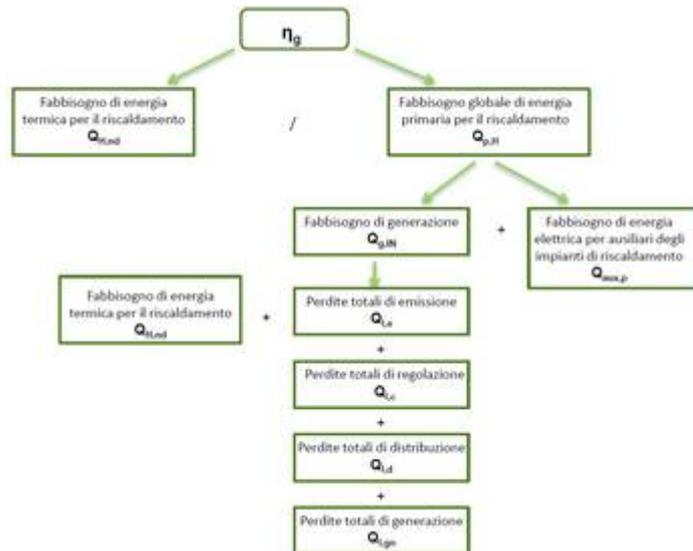
$$\tau = (C_m / 3600) / (H_{tr,adj} + H_{ve,adj})$$

C_m è la capacità termica interna in kJ/m^2K determinata secondo le caratteristiche costruttive dei componenti edilizi (prospetto 22 della UNI/TS 11300-1)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

Rendimento medio stagionale



PROCEDIMENTO

Fabbisogno termico di energia utile

Una volta calcolati tutti i contributi necessari, si passa a calcolare il fabbisogno di energia utile nei due regimi di funzionamento continuo ed intermittente.

regime di funzionamento continuo: la temperatura è uguale al valore di set-point per tutto l'arco della giornata;

regime di funzionamento con intermittenza giornaliera: caratterizzato da una temperatura di attenuazione giornaliera, durata in ore del periodo di attenuazione giornaliera, sistema di regolazione della temperatura interna (termostato ambiente o regolazione con centrale climatica...).

27. Calcolo

PROCEDIMENTO

Rendimento medio stagionale

Il rendimento medio stagionale è il rapporto tra il fabbisogno di energia termica per il riscaldamento invernale e l'energia sviluppata dalle fonti energetiche. Il D.M. 26/06/2009 "Linee guida nazionali per la certificazione degli edifici" prevede che, a partire dalle prestazioni dell'involucro edilizio, si calcoli mediante la norma UNI/TS 11300-2 la prestazione del sistema edilizio-impianto in relazione allo specifico impianto installato. La prestazione energetica dell'edificio è misurata tramite il rendimento medio stagionale dell'impianto di riscaldamento:

$$\eta_g = Q_{H,nd} / Q_{p,H}$$

$Q_{H,nd}$ è il fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento [kWh]

$Q_{p,H}$ è il fabbisogno globale di energia primaria per riscaldamento [kWh]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

28. Calcolo

PROCEDIMENTO

Fabbisogno di energia primaria per il riscaldamento

Il fabbisogno globale di energia primaria è dato da:

$$Q_{p,H} = Q_{gn,IN} + Q_{aux,p} \quad [kWh]$$

$Q_{gn,IN}$ è il fabbisogno di generazione [kWh]

$Q_{aux,p}$ il fabbisogno di energia elettrica per ausiliari degli impianti di riscaldamento [kWh]

Il fabbisogno di generazione è definito è dato da:

$$Q_{gn,IN} = Q_{H,nd} + Q_{l,e} + Q_{l,c} + Q_{l,d} + Q_{l,gn}$$

$Q_{H,nd}$ è il fabbisogno di energia termica utile per riscaldamento [kWh]

$Q_{l,e}$ sono le perdite totali di emissione [kWh]

$Q_{l,c}$ sono le perdite totali di regolazione [kWh]

$Q_{l,d}$ sono le perdite totali di distribuzione [kWh]

$Q_{l,gn}$ sono le perdite totali di generazione [kWh]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

29. Calcolo

PROCEDIMENTO

Sottosistema di emissione

I sistemi di emissione dell'energia termica sviluppata dal generatore possono essere diversi, ognuno con un rendimento diverso a seconda della tipologia. Il contributo delle perdite di emissione $Q_{l,e}$ è calcolato sulla base del rendimento di emissione η_e :

$$Q_{l,e} = Q_{H,nd} \times (1 - \eta_e) / \eta_e \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{H,nd}$ è il fabbisogno di energia utile per riscaldamento (ideale netto) [kWh]

η_e è il rendimento di emissione (prospetto 17-18-19 UNI/TS 11300-2)

Per coprire le perdite di emissione il sistema deve soddisfare il fabbisogno (di emissione) totale:

$$Q_{e,IN} = Q_{H,nd} + Q_{l,e} \quad [\text{kWh}]$$



30. Calcolo

PROCEDIMENTO

Sottosistema di regolazione

Il rendimento di regolazione è un parametro che esprime la deviazione tra la quantità di energia richiesta in condizioni reali rispetto a quelle ideali. Il contributo delle perdite di emissione $Q_{l,c}$ è calcolato sulla base del rendimento di regolazione η_c :

$$Q_{l,c} = Q_{e,IN} \times (1 - \eta_c) / \eta_c \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{e,IN}$ è il fabbisogno di emissione [kWh]

η_c è il rendimento di regolazione (prospetto 20 UNI/TS 11300-2)

Per coprire le perdite di regolazione il sistema deve soddisfare il fabbisogno totale (di regolazione):

$$Q_{c,IN} = Q_{e,IN} + Q_{l,c} \quad [\text{kWh}]$$



31. Calcolo

PROCEDIMENTO

Sottosistema di distribuzione

Le perdite di distribuzione $Q_{l,d}$ vengono calcolate sulla base del rendimento di distribuzione η_d applicato al fabbisogno di regolazione $Q_{c,IN}$ secondo la formula:

$$Q_{l,d} = Q_{c,IN} \times (1 - \eta_d) / \eta_d \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{c,IN}$ è il fabbisogno di regolazione [kWh]

η_d è il rendimento di distribuzione (prospetti da 21 a 24 UNI/TS 11300-2)

Per coprire le perdite di distribuzione il sistema deve soddisfare il fabbisogno totale (di distribuzione):

$$Q_{d,IN} = Q_{c,IN} + Q_{l,d} \quad [\text{kWh}]$$

Nel caso d'edificio di nuova costruzione è obbligatorio calcolare le perdite del sottosistema di distribuzione con il metodo analitico. Di conseguenza risulta in questo caso non corretto il ricorso a dati precalcolati. Si deve descrivere pertanto il percorso totale dei vari tubi del sistema di alimentazione (p.to 6.4 UNI/TS 11300-2)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

32. Calcolo

PROCEDIMENTO

Sottosistema di generazione

Le perdite di generazione tengono conto delle caratteristiche del generatore e delle sue modalità di utilizzo, e vengono calcolate sulla base del rendimento di generazione η_{gn} applicato al fabbisogno di distribuzione $Q_{d,IN}$ secondo la formula:

$$Q_{l,gn} = Q_{d,IN} \times (1 - \eta_{gn}) / \eta_{gn} \quad [\text{kWh}]$$

$Q_{d,IN}$ è il fabbisogno di distribuzione [kWh]

η_{gn} è il rendimento di generazione (prospetti da 25 a 29 UNI/TS 11300-2)

Per coprire le perdite di generazione il sistema deve soddisfare il fabbisogno totale (di generazione):

$$Q_{gn,IN} = Q_{d,IN} + Q_{l,gn} \quad [\text{kWh}]$$



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

33. Calcolo

PROCEDIMENTO

Fabbisogno di energia elettrica per ausiliari degli impianti di riscaldamento

Il fabbisogno totale è dato da:

$$Q_{H,aux} = Q_{aux,e} + Q_{aux,d} + Q_{aux,gn} \text{ [Wh/periodo considerato]}$$

$Q_{aux,e}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di emissione

$Q_{aux,d}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di distribuzione

$Q_{aux,gn}$ è il fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari del sottosistema di generazione



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

34. Calcolo

PROCEDIMENTO

Fabbisogno di energia primaria per riscaldamento

Una volta calcolate le perdite di generazione si definisce il fabbisogno di energia in ingresso al generatore che insieme all'energia primaria richiesta dagli ausiliari elettrici contribuisce a determinare il fabbisogno di energia primaria.

$$Q = Q_{gn,IN} + (Q_{aux,e} + Q_{aux,d} + Q_{aux,gn}) / \eta_{sen}$$

$Q_{gn,IN}$ è l'energia in ingresso al sistema di generazione

$Q_{aux,e}$ è l'energia elettrica necessaria agli ausiliari elettrici del sistema di emissione

$Q_{aux,d}$ è l'energia elettrica necessaria agli ausiliari elettrici del sistema di distribuzione

$Q_{aux,gn}$ è l'energia elettrica necessaria agli ausiliari elettrici del sistema di generazione

η_{sen} è il rendimento del servizio elettrico nazionale



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

PROCEDIMENTO

Indice di prestazione energetica

Il fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale è la quantità di energia primaria globalmente richiesta, nel corso di un anno, per mantenere negli ambienti riscaldati la temperatura di progetto, in regime di attivazione continuo.

L'indice di prestazione energetica EP esprime il fabbisogno di energia primaria riferito ad un singolo uso energetico dell'edificio (a titolo d'esempio: alla sola climatizzazione invernale e/o alla climatizzazione estiva e/o produzione di acqua calda per usi sanitari e/o illuminazione artificiale) riferito all'unità di superficie utile o di volume lordo, espresso rispettivamente in kWh/m²anno o kWh/m³anno.



PROCEDIMENTO

Metodo semplificato di cui alle Linee Guida Nazionali (allegato 2)

L'indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale da attribuire all'appartamento per la sua certificazione energetica (EPi) può essere ricavato come:

$$EP_i = \frac{(Q_h / A_{pav})}{\eta_g} \quad [kWh/m^2 anno]$$

Q_h è il fabbisogno di energia termica dell'edificio [kWh]

A_{pav} è la superficie utile calpestabile [m²]

η_g è il rendimento globale medio stagionale

Il fabbisogno di energia termica Q_h è dato da:

$$Q_h = 0,024 \cdot GG \cdot (H_T + H_V) - f_x \cdot (Q_s + Q_i) \quad [kWh]$$

GG sono i gradi giorno della città nella quale viene ubicato l'edificio

H_T il coefficiente globale di scambio termico per trasmissione, corretto per tenere conto della differenza di temperatura interno - esterno di ciascuna superficie disperdente [W/k]

H_V è il coefficiente globale di scambio termico per ventilazione [W/k]

f_x è il coefficiente di utilizzazione degli apporti gratuiti assunto pari a 0,95

Q_s sono gli apporti solari attraverso i componenti di involucro trasparenti (MJ)

Q_i sono gli apporti gratuiti interni (MJ)



37. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente globale di scambio termico per trasmissione

$$H_T = \sum_1^n S_i \cdot U_i \cdot b_{tr,i} \quad [W/K]$$

S_i sono le superfici esterne che racchiudono il volume lordo riscaldato. Non si considerano le superfici verso altri ambienti riscaldati alla stessa temperatura [m^2]

U_i è la trasmittanza termica della struttura [W/m^2K]

Nell'impossibilità di reperire le stratigrafie delle pareti opache e delle caratteristiche degli infissi possono essere adottati i valori riportati nella norma UNI-TS 11300-1

$b_{tr,i}$ è fattore di correzione dello scambio termico verso ambienti non climatizzati o verso il terreno (adimensionale)

I valori del coefficiente $b_{tr,i}$ si ricavano:

- per superfici disperdenti verso ambienti non riscaldati: Prospetto 5 UNI/TS 11300-1
- per superfici disperdenti verso il terreno: Prospetto 6 UNI/TS 11300-1



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

38. Calcolo

PROCEDIMENTO

Coefficiente globale di scambio termico per ventilazione

$$H_V = 0,34 \cdot n \cdot V_{netto} \quad [W/K]$$

n numero di ricambi d'aria pari a 0,3 vol/h

V_{netto} è il volume netto dell'ambiente climatizzato (se non è noto: 70% del volume lordo)

Apporti solari attraverso i componenti di involucro trasparente

$$Q_s = 0,2 \cdot \sum_{esposiz.} I_{sol,i} \cdot S_{serr,i}$$

0,2 è un coefficiente di riduzione che tiene conto del fattore solare degli elementi trasparenti e degli ombreggiamenti medi

$I_{sol,i}$ è l'irradianza totale stagionale (nel periodo di riscaldamento) sul piano verticale, per ciascuna esposizione [kWh/m^2]

$S_{serr,i}$ è la superficie del serramento [m^2]

Il valore $I_{sol,i}$ si calcola come sommatoria dei valori di irradianza media mensile sul piano verticale riportati nella UNI 10349, estesa ai mesi della stagione di riscaldamento. Per i mesi non completamente ricompresi nella stagione di riscaldamento (es. ottobre ed aprile per la zona E) si utilizza un valore di irradianza pari alla quota parte del mese



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

PROCEDIMENTO

Apporti gratuiti interni

$$Q_i = (\Phi_{int} \cdot A_{pav} \cdot h) / 1000 \quad [kWh]$$

Φ_{int} sono gli apporti gratuiti interni, valore convenzionale assunto pari a 4 W/m² per edifici residenziali

A_{pav} è la superficie utile calpestabile [m²]

h sono il numero di ore della stagione di riscaldamento

Rendimento globale medio stagionale

$$\eta_g = \eta_e \times \eta_{rg} \times \eta_d \times \eta_{gn}$$

η_e è il rendimento di emissione (prospetti UNI/TS 11300-2)

η_{rg} è il rendimento di regolazione (prospetti UNI/TS 11300-2)

η_d è il rendimento di distribuzione (prospetti UNI/TS 11300-2)

η_{gn} è il rendimento di generazione (prospetti UNI/TS 11300-2)





Ordine
degli
INGEGNERI



Ordini degli Ingegneri della Provincia di Udine – Commissione Mista
Università degli Studi di Udine
Consorzio Friuli Formazione

CORSI DI DEONTOLOGIA E PRATICA PROFESSIONALE

Incontri di orientamento alla preparazione dell'esame
di stato per l'abilitazione alla professione di ingegnere

SETTORE INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

ESEMPIO DI CASA EFFICIENTE

ing. Stefano Barbina

Udine, 14 maggio 2015



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

2. Certificato energetico

Modello TIPO di attestato energetico



Esistono molti modelli di attestato energetico, diversi da quello nazionale
per le regioni o provincie autonome che hanno adottato proprie procedure



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

3. Certificato energetico



Certificato energetico



Certificato energetico

Efficienza energetica dell'edificio

Prodotto	Consumo	Emisive
Prodotto di energia	CO ₂	CO ₂
Prodotto	Consumo	Emisive
Prodotto di energia	CO ₂	CO ₂

Indicatore di prestazione energetica
 Classe energetica: A
 Consumo energetico: 15 kWh/m²/anno
 Emissioni di CO₂: 2,5 kg CO₂/m²/anno



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

4. Certificato energetico



Attestato di PRESTAZIONE ENERGETICA

Regione Lombardia

Indicatore di prestazione energetica	Valore	Classe
Consumo energetico (kWh/m ² /anno)	15	A
Emissioni di CO ₂ (kg CO ₂ /m ² /anno)	2,5	A



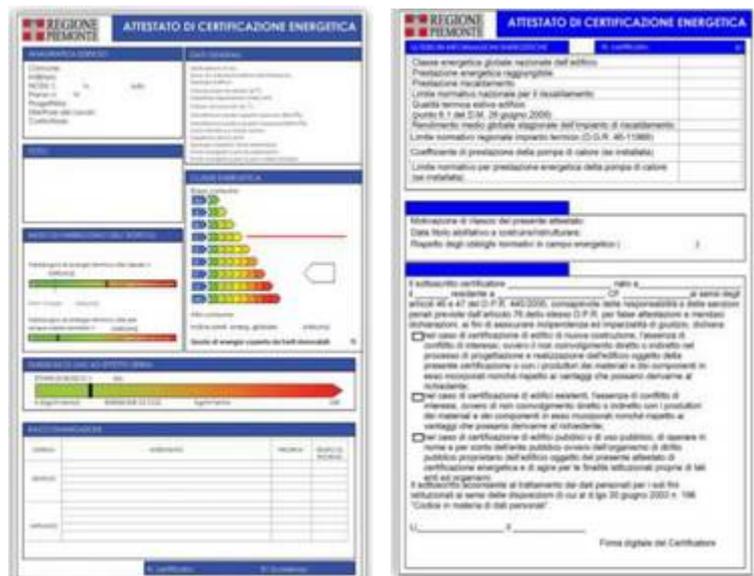
CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

5. Certificato energetico



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

6. Certificato energetico



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

7. Certificato energetico

The image displays two pages of an Italian Energy Performance Certificate (APE) form. The left page is the header section, titled 'ATTESTATO DI PRESTAZIONE ENERGETICA'. It includes a logo for 'Gruppo' and a color-coded energy scale from A+ (green) to G (red). The right page contains various data entry fields for building characteristics and energy consumption, including sections for 'DATI GENERALI', 'DATI STRUTTURALI', 'DATI ENERGETICI', and 'DATI ECONOMICI'.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

8. Certificato energetico

The image displays two pages of an Italian Energy Performance Certificate (APE) form. The left page is the header section, titled 'ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA'. It includes a logo for 'Gruppo' and a color-coded energy scale from A+ (green) to G (red). The right page contains various data entry fields for building characteristics and energy consumption, including sections for 'DATI GENERALI', 'DATI STRUTTURALI', 'DATI ENERGETICI', and 'DATI ECONOMICI'.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

9. Certificato energetico



Regione Sicilia



Regione Liguria



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

10. Certificato energetico

Regione Friuli Venezia Giulia



Indirizzo	CA	CL	CO	CS	CV	GO	UD
INFORMAZIONI GENERALI							
TECNICHE DI RINNOVABILI E SOSTENIBILI							
CLASSIFICAZIONE ENERGETICA ED AMBIENTALE							
DATI PER STAZIONI ENERGETICHE PARZIALI							
NOTE							
INFORMAZIONI							
PROGETTAZIONE							
CONSTRUTTORE							
DATI DI INIZIO LAVORI							



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

11. Friburgo

Quartiere Vauban - Passivhaus

Consumo massimo: 15 kWh/m²a



Vauban, Friburgo: la città ecologica esiste



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

12. Hannover

Quartiere Kronsberg - Hannover



- 140 ettari – 6.000 appartamenti per 15.000 abitanti
3.000 realizzati al 2000.
- Infrastrutture: 3 scuole, chiesa, centro commerciale, culturale,
medico, negozi, caffè, ristoranti, sale ritrovo.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

13. Hannover

Quartiere Kronsberg

Fabbisogno massimo ammesso = 55 kWh/m²a



Trasmissione pareti esterne | 0.15 W/m²K
 Trasmissione finestre | 1.1 – 1.3 W/m²K
 Trasmissione coperture | 0.20 W/m²K
 Trasmissione basamenti | 0.20 W/m²K

Niedrigenergiehaue






Misure ad alta efficienza

- Isolamento ottimizzato di tutti i componenti dell'involucro s = 14-28 cm
- Materiali naturali ed eco-compatibili
- Elettrodomestici a basso consumo energetico
- Progettazione solare passiva – serre
- Riciclaggio acque luride per usi domestici
- Recupero acqua piovana per irrigazione del verde
- Regolazione meccanica dei ricambi d'aria con recupero di calore




**Costo di costruzione
990 - 1240 €/m²**



CP Ingegneria Consulting Engineers
 Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
 www.gruppocp.it – eng@gruppocp.it

14. Hannover

Quartiere Kronsberg

Fabbisogno massimo ammesso = 55 kWh/m²a



Trasmissione pareti esterne | 0.20 W/m²K
 Trasmissione finestre | 1.2 W/m²K
 Trasmissione coperture | 0.20 W/m²K
 Trasmissione basamenti | 0.15 W/m²K

Microclima





Misure ad alta efficienza

- Isolamento ottimizzato di tutti i componenti s = 25 cm
- Zona microclimatica interna per accumulare calore
- Solai con sistema "Thermodeck"
- Copertura a tre strati meccanici regolabili
- Riciclaggio acque luride per usi domestici
- Recupero acqua piovana per irrigazione del verde
- Regolazione dei ricambi d'aria con recupero di calore
- Collettori solari che forniscono il 50% dell'acqua calda

Costo di costruzione 1000 - 1280 €/m²



CP Ingegneria Consulting Engineers
 Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
 www.gruppocp.it – eng@gruppocp.it

15. Bolzano

La certificazione Casa Clima di Bolzano



Informazione



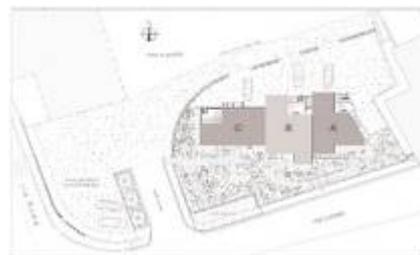
CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

16. Progetto 2004 Gemona del Friuli (UD)

Comune di Gemona del Friuli (UD)

Caratteristiche:

- Orientamento
- Struttura portante in legno
- Involucro edilizio isolato
- Serramenti termoisolanti
- Impianto solare termico
- Riscaldamento a pannelli radianti



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

17. Struttura in legno

ORDINANZA 3274 D.P.C.M. 20 marzo 2003

(Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 105 del 8-5-2003 Suppl. Ordinario n. 72)

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica

L'ordinanza del presidente del Consiglio dei ministri n. 3274 è stata modificata con la n. 3431/2005 (pubblicata sulla «Gazzetta Ufficiale» del 10 maggio 2005, n. 107 S.O. n. 85) che ha colmato un vuoto normativo che penalizzava inutilmente le strutture di legno.

Le strutture di legno correttamente progettate e realizzate garantiscono una sicurezza e una durabilità eccezionali. Leggero, dissipativo, rinnovabile e riciclabile, il legno si propone sotto forma di materiali ingegnerizzati e certificati, che garantiscono sicurezza ed economicità nel pieno rispetto dei requisiti della direttiva 89/106/Cee «Prodotti da costruzione».

Al verificarsi di un evento sismico le strutture di legno offrono notevoli vantaggi: masse contenute, elevata deformabilità, buona capacità di dissipare energia.

Gli edifici a struttura di legno, e in modo particolare quelli realizzati con il sistema «a telaio e pannelli», presentano un ottimo comportamento al sisma anche per altri due motivi: un comportamento a «scatola chiusa» e la presenza di chiodi o viti che collegano gli elementi portanti di legno massiccio o lamellare con i pannelli.

NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

(D.M. 14.01.2008 Gazzetta Ufficiale n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ordinario n.30)

ISTRUZIONI PER L'APPLICAZIONE DELLE NUOVE N.T.C.

(Circolare 02.02.2009 n.617)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

18. Struttura in legno

Tappe dell'evoluzione tecnico-normativa per le costruzioni in legno

- 1909 Il R.D. n. 193 promulgato a seguito del terremoto di Messina cita la «muratura animata», costituita da intelaiature in legno riempite da muratura, come il più tipico ed efficace sistema antisismico, e il solo ammesso per edifici multipiano (la muratura ordinaria è ammessa solo per edifici a un piano)
- 1916-1935 Vari decreti definiscono meglio le azioni sismiche e forniscono istruzioni relative ai «nuovi sistemi costruttivi» (cemento armato e strutture metalliche)
- 1962 La legge n. 1684 prescrive che le costruzioni in legno sono ammissibili solo previo «motivato nulla osta» del Genio Civile
- 1974 La legge n. 64 richiede l'emanazione di specifiche regole tecniche per i vari materiali (ma per il legno ciò non è mai avvenuto)
- 1996 Vengono adottati con DM LL.PP. gli Eurocodici 2 e 3, per il calcolo delle strutture in calcestruzzo armato e acciaio. L'Eurocodice 5 (legno) non riceve analogo trattamento. Inizia presso il ministero LL.PP. il lavoro di una specifica commissione incaricata della redazione delle «Norme tecniche italiane per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni di legno» (in acronimo «Nicole») di tipo cogente anziché volontaria come gli Eurocodici
- 2002 La bozza di «Nicole» è pronta e, acquisito il parere favorevole del CNR, va in votazione al Consiglio superiore dei Lavori pubblici in attesa di essere pubblicata come decreto ministeriale
- 2003 L'OPCM n. 3274 cita gli edifici a struttura di legno tra i sistemi costruttivi ammessi in zona sismica
- 2007 Bozza definitiva delle «Norme tecniche per le costruzioni»: alcuni capitoli sono interamente dedicati alla progettazione in legno (regole pratiche e tecniche di controllo, tipologie di legno utilizzabile - legno massiccio, lamellare, pannelli - vari elementi di collegamento, disciplina della durabilità dei prodotti e le procedure di qualificazione)
- 2008 Con la pubblicazione in Gazzetta Ufficiale delle nuove «Norme Tecniche per le Costruzioni» (Supplemento n. 30 alla G.U. n.29 del 4 febbraio 2008), il legno entra a pieno titolo nella rosa dei materiali edili per usi strutturali.
D.M. 6 maggio 2008 «Integrazione al D.M. 14.01.2008 di approvazione delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni» (G.U. n. 153 del 2 luglio 2008): approvazione del capitolo 11.7 e della tabelle 4.4.III



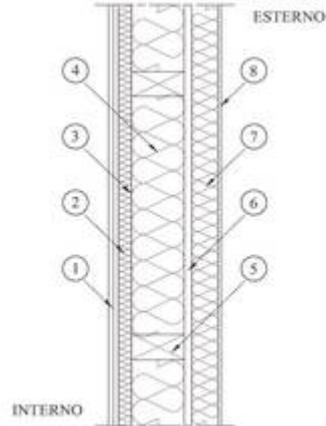
CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

19. Stratigrafia parete

Stratigrafia delle pareti esterne:

1. Due lastre di cartongesso
2. Isolante in fibra di legno (2÷3 cm)
3. Barriera vapore
4. Isolante in fibra di legno (12 cm)
5. Montante in legno
6. Pannello OSB (18 mm)
7. Isolante in sughero (6 cm)
8. Intonaco per cappotto

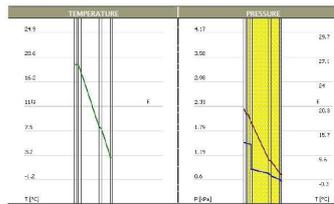
Trasmittanza: 0,17 W/mqK



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

20. Stratigrafia parete

STRUTTURA: 04_PARETE TIPO



STRUTTURA "LEGGERA" REALE - CARATTERISTICHE TERMICHE E DINAMICHE			
SIMBOLO	DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
X_{1i}	Capacità termica areica lato interno	[kJ/(m²·K)]	19,56
X_{1e}	Capacità termica areica lato esterno	[kJ/(m²·K)]	17,89
T	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	s	86600
$ F_{w,eff} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m²·K)]	0,042
U_j	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m²·K)]	0,17
f_0	Fattore di smorzamento	-	0,24
$t_{d,j}$	Ritardo o Time shift	h	9,92
M_u	Massa superficiale	[kg/m²]	25,79

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	α	λ	μ	λ_{eff}	ν	ρT	T_1	F_0	β	β_{eff}	β_{eff}	β_{eff}	β_{eff}	β_{eff}	β_{eff}
Aria ambiente							20	0,02								
Strato intonaco esterno							0,180	0,4	19,8	2,72						
Termoisolante in cartongesso	750	1,2	0,04	0	0,04	0,002	0,1	19,2	0,21	0	0,1	0,02	0,02	0,02	1,49	0,24
Barriera di impermeabilizzazione	750	1,2	0,04	0	0,04	0,002	0,1	19,2	0,21	0	0,1	0,02	0,02	0,02	1,49	0,24
Fibra di legno tipo Stocco Fib	50	0	0,028	0	0,028	0,028	0,8	17,6	2	1	0,8	0,02	1,09	1,49	0,1	0,22
Costruz. tipo Wallst	180	0,1	0,2	0	0,2	0,001	0	17,8	2	8500	18,7	0,8	0,19	0,88	0,1	0,22
Fibra di legno tipo Stocco Fib	50	0	0,028	0	0,028	0,028	0,8	17,6	2	1	0,8	0,02	1,09	1,49	0,1	0,22
Termoisolante in cartongesso	750	1,2	0,04	0	0,04	0,002	0,1	19,2	0,21	0	0,1	0,02	0,02	0,02	1,49	0,24
Intonaco tipo Stocco Fib	150	0,8	0,02	0	0,02	0,001	0,1	17,4	0,1	0,1	0,1	0,02	0,02	0,02	1,49	0,24
Intonaco esterno per cappotto	1300	0,7	0,2	0	0,2	0,001	0,1	17,1	0,1	0,1	0,1	0,02	0,02	0,02	1,49	0,24
Spazio termico esterno							0,040	0,1	1,8	0,73						
TOTALE							6,174								11,002	19,91
Trasmittanza termica	36 (inf) 4,02		0,170													
Incremento di colonna (ICD)	36 (inf) 4,02		0,170													
Ammortamento	36 (inf) 4,02		0,170													
Trasmittanza standard	36 (inf) 4,02		0,170													

CONFRONTO CON I VALORI LIMITI			
Valore limite dalla struttura	0,170	0,170	0,170
Valore limite dalla trasmissione	0,170	0,170	0,170

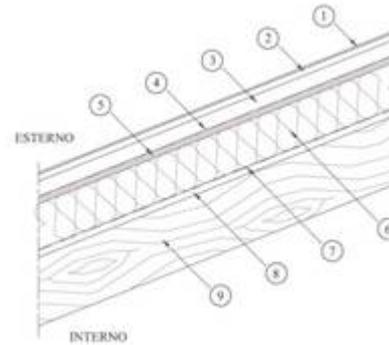


CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

21. Stratigrafia copertura

Stratigrafia della copertura:

1. Lamiera d'acciaio
2. Pannello OSB (18 mm)
3. Intercapedine (ventilazione)
4. Guaina sottotegola
5. Isolante in fibra di legno (19 mm)
6. Isolante in fibra di legno (12 cm)
7. Barriera vapore
8. Perline in abete (2 cm)
9. Puntoni copertura



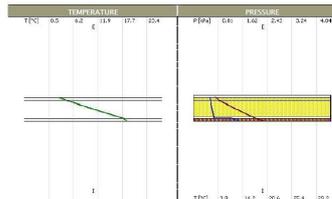
Trasmittanza: 0,29 W/mqK



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

22. Stratigrafia copertura

STRUTTURA: 10_COPERTURA



STRUTTURA "LEGGERA" REALE - CARATTERISTICHE TERMICHE E DINAMICHE			
SIMBOLO	DESCRIZIONE	UNITA'	VALORE
X_{1i}	Capacità termica areica lato interno	[R_1] (m ² ·K)	80,24
X_{1e}	Capacità termica areica lato esterno	[R_1] (m ² ·K)	17,84
T	Periodo per il calcolo dei parametri dinamici	s	8000
$ Y_{fac,12} $	Trasmittanza termica periodica	[W/(m ² ·K)]	0,185
U_i	Trasmittanza termica in regime stazionario	[W/(m ² ·K)]	0,29
f_i	Fattore di smorzamento	-	0,64
$t_{d,i}$	Ritardo o Time shift	h	0,28
$M_{s,i}$	Massa superficiale	[kg/m ²]	26,18

STRATIGRAFIA																
Descrizione materiale	D	ρ	λ	μ	h ₀	r	αT	TF	ρ ₀	ρ	β ₀	αP	2D	ρ ₀	CT	CTD
Aria ambiente								20	1,21							
Strato lamiera interno						0,100	0,4	18,3	2,25					0		
Alaba-Puntone perpendicolare	400	5	0,12	0	0,11	0,187	0,6	18	2,05	80	6,4	0,21	9,05	1,8	0,7	12,81
Guaina tipo Watline	185	6,0	0,2	0	0,2	0,005	0	18	2,05	1500	18,7	0,82	0,19	0,85	0,3	0,22
Fibra di legno Steico Top	120	12	0,043	0	0,041	2,791	13,3	4,9	0,84	9	3,7	0,11	14,40	0,17	0,3	16,89
Fibra di legno Steico Standard	120	12	0,03	0	0,027	2,826	13	7,3	0,74	9	3,7	0,02	4,87	0,18	0,3	4,85
Guaina tipo Perma forte	200	6,1	0,2	0	0,2	0,005	0	18	2,05	9	0	0	0,26	0,58	1,3	0,13
Strato lamiera esterno						0,040	0,2	0,6	0,73							
TOTALE						0,408							18,133			15,88
Trasmittanza termica	SW (m ² ·K)		0,287													
Incremento di sicurezza (SND)	SW (m ² ·K)		0,287													
Accoppiamento																
Trasmittanza allentata	SW (m ² ·K)		0,287													

CONFRONTO CON I VALORI LIMITE		
La struttura spicca a 80 kg/m ²		Conoscenza Incompleta
Trasmittanza a parete termica normale (U)	0,287	SW (m ² ·K)
Valore limite della trasmittanza	0,090	SW (m ² ·K)



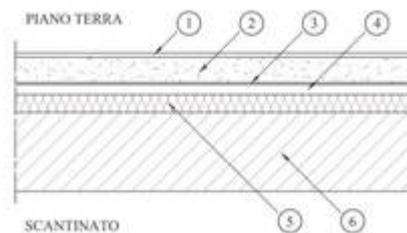
CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

23. Stratigrafia pavimento

Stratigrafia del solaio piano terra:

1. Pavimento in piastrelle
2. Caldana e impianto di riscaldamento a pavimento (6,5 cm)
3. Lastra fermaclips
4. Pannello isolante (2,5 cm)
5. Isolante in sughero (4,5 cm)
6. Solaio in laterocemento (20 cm)

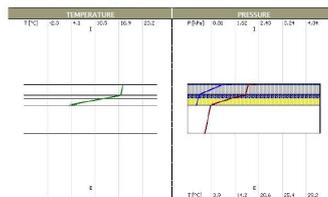
Trasmittanza: 0,38 W/mqK



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

24. Stratigrafia pavimento

STRUTTURA: 07_SOLAIO PIANO TERRA



STRATIGRAFIA																	
Descrizione materiale	d	λ	ρ	m	λ _a	α	αT	TR	Pa	f	R _a	αP	DR	P ₀	CT	CTL	
Area ambiente								20	0,02								
Strato limitare esterno							0,170	1,8	19,7	0,14							
Piastrelle in ceramica	2000	1	1	0	1	0,010	0,1	18,1	2,08	200	19,7	0,04	20,00	1,17	0,04	18,39	
Sottofondo in c.a. magro	2000	0,8	0,85	0	0,005	0,005	0,5	17,5	1,89	50	14,8	0,77	149,00	0,4	0,04	116,18	
Lastra EuroThermi Fermaclips	400	0,8	0,12	0	0,02	0,040	0,8	17,2	1,89	5	0,7	0	3,28	0,4	0,24	2,82	
Pannello EuroThermi Isolante	100	0,03	0,03	0	0,04	0,010	4,8	13,8	1,49	5	0,2	0,02	3,00	0,10	0,1	3,18	
Isolante in sughero	90	0,04	0,04	0	0,015	1,118	9	3,8	0,79	10	0,4	0,04	4,00	0,1	0,1	3,60	
Solaio in laterocemento	120	0,04	0,04	0	0,015	0,440	0,2	0,3	0,6	9	0,8	0,1	205,00	0	0,01	121,70	
Strato limitare interno							0,040	0,1	0,1	0,6							
TOTALE							0,418						499,8			272,99	
Trasmittanza termica		[W/m²·K]		0,388													
Incremento di sicurezza (SND)		[W/m²·K]		0,388													
Amplificazione		[W/m²·K]		0,388													
Trasmittanza adiabatica		[W/m²·K]		0,388													
CONFRONTO CON I VALORI LIMITI																	
La struttura è in conformità con il D.M. 19/02/2005										Obiettivo limite							
Trasmittanza termica										0,110							
Incremento di sicurezza (SND)										0,110							
Valore limite della trasmittanza										0,110							



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

25. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

26. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

27. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

28. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

29. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

30. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

31. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

32. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

33. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

34. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

35. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

36. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

37. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

38. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

39. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

40. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

41. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

42. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

43. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

44. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

45. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

46. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

47. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

48. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

49. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

50. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

51. Immagine



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

52. Fase di calcolo

Utilizzando i dati ricavati dal progetto del 2004 (superfici, altezze dei vani, tipologia dei serramenti, la stratigrafia delle pareti e le loro caratteristiche termiche, tipo di impianto termico) sono stati applicati i due metodi di certificazione energetica

CASACLIMA e BEST CLASS (al fine di valutarne la differenza) come argomento per una Tesi di laurea presso l'Università degli Studi di Udine, Facoltà di Ingegneria Civile, Dipartimento di energetica e Macchine, nella sessione del giugno 2007.

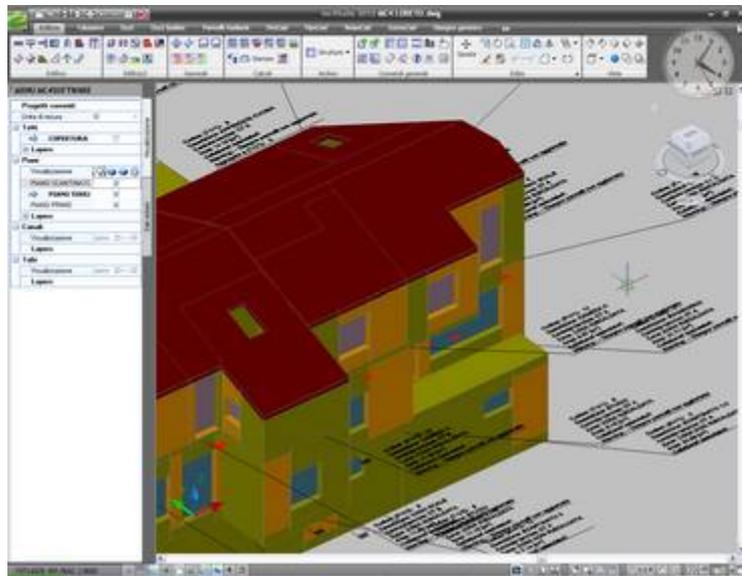
Nel 2010 è stato utilizzato un software parametrico specifico per la progettazione termotecnica e le verifiche termiche (**MC4 HVAC Suite**) al fine di una valutazione energetica «test» per il protocollo VEA nell'ambito di una esercitazione durante il corso regionale per l'abilitazione alla certificazione energetica/ambientale.

Nel 2013 sono stati installati pannelli fotovoltaici ed è stato redatto un attestato di certificazione energetica (secondo il D.M. 26.6.2009 Linee Guida per la Certificazione energetica) ufficiale per l'edificio.



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

53. Fase di calcolo



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

54. Dati relativi all'edificio

Caratteristiche dimensionali

SUPERFICI E VOLUMI DI OGNI CENTRALE				
Descrizione	S. Utile	S. Lorda	V. Lordo	S _c /V _L
	[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ⁻¹]
Centrale: CT A	115,80	371,48	442,07	0,84

Centrale: CT A

Periodo di riscaldamento dal 15/Ottobre al 15/Aprile			
Zone servite	Superficie calpestabile [m ²]	Superficie netta disperdente [m ²]	Volume netto riscaldato [m ³]
ZONA RISCALDATA	115,80	290,58	335,57
Totale Centrale	115,80	290,58	335,57

Verifica dei consumi previsti

Indice di prestazione energetica per la climatizzazione invernale

DESCRIZIONE	VALORE	U.M.
Metodo di calcolo utilizzato	UNI EN ISO 13790	
Valore di progetto	45,72	[kWh/m ² anno]
Valore limite riportato nell'allegato C del D.lgs 311/06	94,89	[kWh/m ² anno]
Fabbisogno di combustibile:		
FERROLI ECONCEPT 15	532,6896	[Nm ³ /anno]
Fabbisogno di energia elettrica da rete	0,00	[kWh/anno]
Fabbisogno di energia elettrica da produzione locale	428,42	[kWh/anno]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

55. Dati relativi all'edificio

SOTTOSISTEMA DI PRODUZIONE (UNI/TS 11300-2:2008)

Dati generali della centrale		
DEFINIZIONE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Numero di generatori		1
Centrale termica per produzione di	Riscaldamento ed a.c.s.	
Posizione della centrale	Interna	
Temperatura di mandata del fluido vettore	40	[°C]
Temperatura di ritorno del fluido vettore	30	[°C]
Azionamento della pompa del circuito primario	Intermittente	
Funzionamento della pompa di circolazione	Pompa a velocità costante	
Numero di generatori		1
Tipo	Generatori a condensazione modulanti	
Modello	FERROLI ECONCEPT 15	
Combustibile	Metano	
Potenza nominale utile del sistema di produzione	16,20	[kW]
Rendimento al 100% di Pn	105,90	
Rendimento al 30 % di Pn	109,30	
Fluido vettore	ACQUA	
Potenza nominale del focolare	15,30	[kW]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

56. Dati relativi all'edificio

Pannelli solari termici

Dati del Collettore solare		
DEFINIZIONE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Produttore	Sonnenkraft Vertriebs GmbH	
Modello	Sonnenkraft IDMK25	
Tipo	Collettore PIANO	
Portata volumetrica	0,10	[l/h]
Area netta del collettore	2,28	[m²]
Numero di moduli	5	
Area netta del macrocollettore	11,40	[m²]

GENERATORE PARZIALE Pannelli a tetto

DATI DEI MODULI FOTOVOLTAICI								
Costruttore	Modello	Tipo di modulo	$A_{p,0,01}$	K_{pv}	$W_{p,0,01}$	Tipo di integrazione	f_{pv}	η_{pv}
-	-	-	[m²]	[kW _p /m²]	[kW _p]	-	-	-
	XPark XG60P-240	Pannello policristallino	1,62	0,130	0,24	Moduli ventilati	0,8	12



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

57. Risultati

RIEPILOGO PER UNITA' IMMOBILIARE

Unità immobiliare: UI A					
Cod.	Descrizione	Temp. [°C]	Volume [m³]	Disp. + Vent. [W]	
(S-U1)- 10	VANO SCALE	20,0	23,08		
(S-U1)- 12	Lavanderia	20,0	23,14		
(S-U1)- 9	CANTINA	20,0	19,24		
(S-U1)- 13	RIPOSTIGLIO	20,0	57,18		
(S-U1)- 11	STIRERIA	20,0	18,03		
(T-U1)- 7	VANO SCALE	20,0	10,33		
(T-U1)- 1	SOGGIORNO	20,0	58,61		772
(T-U1)- 2	BAGNO	20,0	9,50		186
(T-U1)- 5	STUDIO	20,0	21,86		292
(T-U1)- 4	VANO SCALE	20,0	10,31		72
(T-U1)- 3	CUCINA	20,0	71,57		1.415
(P-U1)- 9	CAMERA A	20,0	37,67		503
(P-U1)- 10	BAGNO	20,0	17,63		359
(P-U1)- 8	CORRIDOIO	20,0	40,18		349
(P-U1)- 11	CAMERA B	20,0	43,51		713
(P-U1)- 12	CAMERA C	20,0	24,74		337
Totale unità immobiliare:			486,57	4.997	



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

58. Risultati

Calcolo del fabbisogno di Energia Primaria e del Rendimento Globale Stagionale

Calcola Stampa attestati di legge

Sistema edificio impianti Risultati

Centrali termiche

- CT A
- CT B
- CT C

Dati utili per il calcolo del EPI

Volume netto [m³]	335.508	fts = Fabbisogno totale stagionale [kWh]	20061.766
Superficie utile netta [m²]	115.801	N = Numero di giorni di riscaldamento	183.000
Volume lordo [m³]	442.058	ΔTm = Diff. Temperatura media stagionale [°C]	13.648
Superficie lorda [m²]	371.485	Etag = Rendimento medio stagionale	130.606
S/V [1/m]	6,845		
Gradi giorno	2488		

Calcolo FEN **Calcolo EPI**

$FEN = fts / (GG * Vol)$ $EPI = fts / (3,6 * S)$

Risultati di calcolo

FEN	17.331	[kWh/m³ g°C]	
EPI	45.724	< EP _{lim}	94.893 [kWh/m² anno] Verificato
EP _{acc}	3.817	[kWh/m² anno]	
EP _{envol}	11.371	< EP _{envol,lim}	30.000 [kWh/m² anno] Verificato

Test OK Annulla Applica Help



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

59. Risultati

Risultati finali - indicatori di progetto

DEFINIZIONE	SIMBOLO	VALORE	UNITA' DI MISURA
Fabbisogno annuo di energia primaria non rinnovabile per la climatizzazione invernale.	Q_{NOREN}	5.735,64	[kWh/anno]
Fabbisogno annuo di energia primaria non rinnovabile per la produzione di a.c.s.	$Q_{NOREN,ACS}$	2.020,09	[kWh/anno]
Fabbisogno annuo di energia primaria non rinnovabile totale.	Q_{NOREN}	7.755,73	[kWh/anno]
Energia primaria rinnovabile per la climatizzazione invernale.	Q_{REN}	1.833,73	[kWh/anno]
Energia primaria rinnovabile per la produzione di a.c.s.	$Q_{REN,ACS}$	2.060,37	[kWh/anno]
Energia primaria rinnovabile totale.	Q_{REN}	3.894,10	[kWh/anno]
Superficie utile servita dalla centrale.	S	115,80	[m ²]
Volume lordo riscaldato.	V	442,07	[m ³]
Numero di giorni del periodo di riscaldamento	NG	183	[g]
Differenza di temperatura media stagionale	Δ_{TMC}	13,65	[°C]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

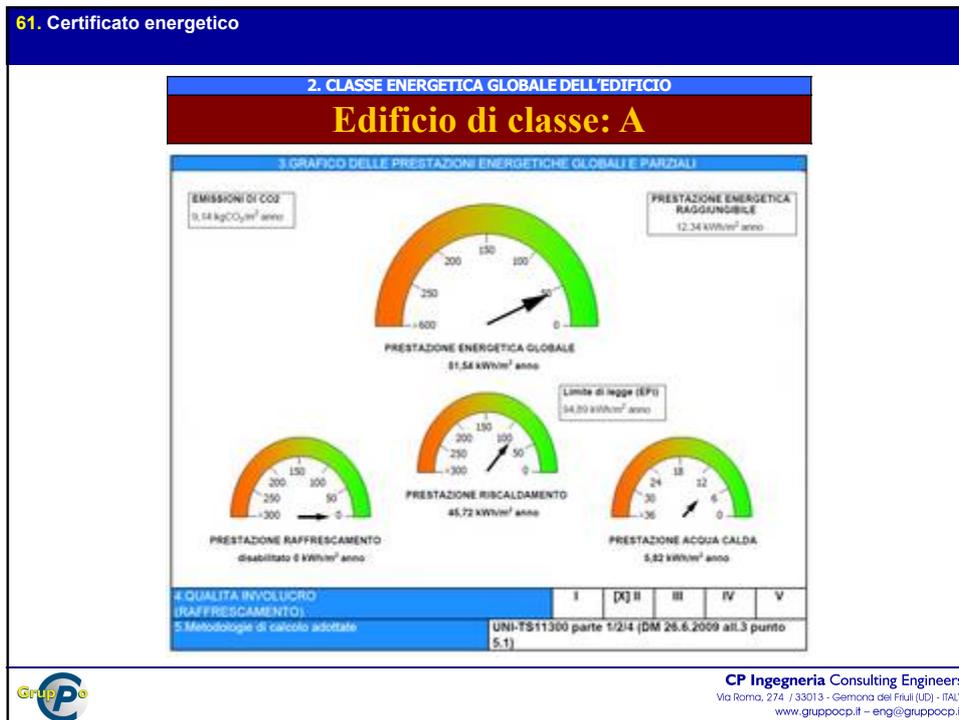
60. Risultati

Fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale.	EP	45,72	[kWh/m ² anno]
Valore limite del fabbisogno annuo di energia primaria per la climatizzazione invernale.	EP _{lim}	94,89	[kWh/m ² anno]
Quota di energia rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria	QR _{acs}	50,49	[%]
Valore limite della quota di energia rinnovabile per la produzione di acqua calda sanitaria	QR _{acs,lim}	50,00	[%]
Quota di energia rinnovabile totale	QR	33,43	[%]
Valore limite della quota di energia rinnovabile totale	QR _{lim}	20,00	[%]
Potenza elettrica installata	P	2,88	[kW]
Valore limite della potenza elettrica installata	P _{lim}	3,29	[kW]
Fabbisogno annuo di energia primaria totale.	EP _{tot}	51,54	[kWh/m ² anno]
Valore limite del fabbisogno annuo di energia primaria totale.	EP _{tot,lim}	109,34	[kWh/m ² anno]



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

61. Certificato energetico



62. Certificato energetico

ALLEGATO 6 (Allegato A, paragrafo 8)

6. RACCOMANDAZIONI

Interventi	Prestazione Energetica/Classe a valle del singolo intervento	Tempo di ritorno(anni)
1) Instal. pompa di calore	12,34 / A+	9

PRESTAZIONE ENERGETICA RAGGIUNGIBILE⁽²⁾	12,34 / A+ kWh/m ² anno	9 (<10 anni)
---	------------------------------------	--------------

7. CLASSIFICAZIONE ENERGETICA GLOBALE DELL'EDIFICIO

SERVIZI ENERGETICI INCLUSI NELLA CLASSIFICAZIONE	Riscaldamento <input checked="" type="checkbox"/>	Raffrescamento disattivato	Acqua calda sanitaria <input checked="" type="checkbox"/>
---	---	----------------------------	---

10. EDIFICIO

Tipologia edilizia	Fabbricato isolato singolo			Foto dell'edificio
Tipologia costruttiva	Struttura prefabbricata in legno			
Anno di costruzione	2006	Numero di appartamenti	1	
Volume lordo riscaldato V (m ³)	442,07	Superficie utile S (m ²)	115,80	
Superficie disperdente S (m ²)	371,49	Zona climatica/GG	E / 2488	
Rapporto S/V	0.840	Destinazione d'uso	E. 1(1)	

CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

63. Certificato energetico

11. IMPIANTI				
Riscaldamento	Anno di installazione	2007	Tipologia	Caldaia a condensazione****
	Potenza nominale (kW)	15,30	Combustibile	Metano
Acqua calda sanitaria	Anno di installazione	2007	Tipologia	Caldaia a condensazione****
	Potenza nominale (kW)	15,30	Combustibile	Metano
Raffrescamento	Anno di installazione		Tipologia	
	Potenza nominale (kW)		Combustibile	
Solare termico	Anno di installazione	2007	Tipologia	Pannelli piani
	Energia annuale prodotta	2.106,90 kWh _t		
Solare fotovoltaico	Anno di installazione	2013	Tipologia	Silicio multicristallino
	Energia annuale prodotta	822,10 kWh _e		



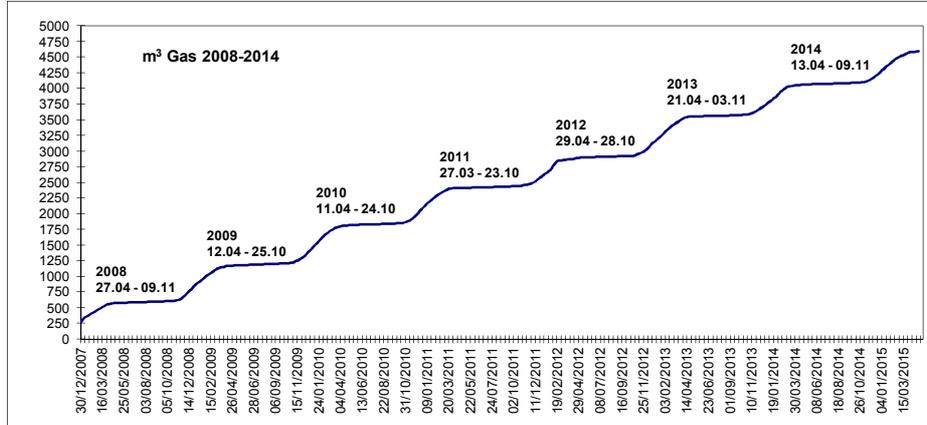
CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

64. Certificato energetico



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

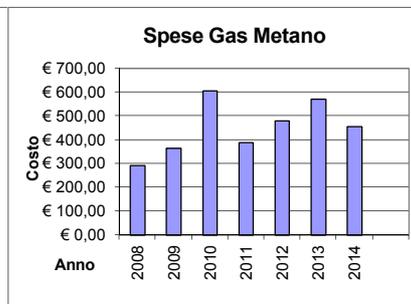
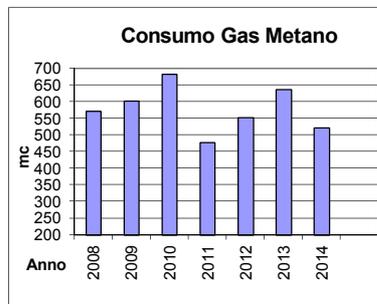
65. Consumi reali gas



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

66. Consumi reali gas

Anno solare	Media [€/mc]	Risc+acs [mc]	Costo periodo	Giorni impianto	Divisi in giorni	Cucina [mc]	Costo periodo	Giorni cucina	Giorni "sole"
2008	€ 0,5100	487	€ 248,37	164	111+53	84	€ 42,86	366	202
2009	€ 0,6035	514	€ 310,29	163	95+68	88	€ 53,03	365	202
2010	€ 0,8859	600	€ 531,80	170	101+69	82	€ 72,75	365	195
2011	€ 0,8133	399	€ 324,21	142	79+63	79	€ 64,56	365	223
2012	€ 0,8669	468	€ 405,51	171	106+65	84	€ 73,02	366	195
2013	€ 0,8951	557	€ 498,19	163	104+59	80	€ 71,97	365	202
2014	€ 0,8739	438	€ 382,40	149	96+53	83	€ 72,92	365	216
medie	€ 0,7784	495	€ 385,82	160	-	83	€ 64,44	-	205



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

67. Link utili

ALCUNI LINK UTILI

<http://efficienzaenergetica.acs.enea.it>
<http://www.fire-italia.it>
<http://www.agenziacasaclima.it>
<http://www.docet.itc.cnr.it>
<http://www.sacert.eu>
<http://www.anit.it/leggi/termica/nazionali>
<http://efficienzaenergetica.blogspot.com>
<http://www.condomini.altervista.org/DetrazioneEnergetica.htm>
<http://www.rinnovabili.it/efficienza-energetica>
<http://www.certificazionienergetiche.it>
<http://www.nextville.it>
<http://www.certificatorienergetici.it/>
<http://www.casaclima.com/>
http://www.edilportale.com/news/certificazione_energetica_edifici
<http://www.cti2000.it>
<http://www.cti2000.eu>
<http://www.rw-buildingschool.it/strumenti/normativa>
<http://www.aresfvg.it/>
<http://www.mygreenbuildings.org/>
<http://www.enforce-ee.eu/ita/>



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

68. Link utili

ALCUNI LINK UTILI

Software gratuiti:

MASTERCLIMA LT

<http://www.masterclima.info/>

(software gratuito completo limitato alla certificazione energetica degli edifici)

CERTIFICARE 1.0

<http://http://www.intellienergia.com/download.html>

(foglio di calcolo a cura di Intellienergia, Spin-Off ad elevato valore tecnico-scientifico promosso e partecipato dall'Università degli Studi di Roma Tor Vergata: non fa riferimento a fonti energetiche rinnovabili).

FOGLI DI CALCOLO

<http://www.mygreenbuildings.org/guide-fogli-excel-gratis-risparmio-energetico.html> (fogli excel per il calcolo delle proprietà termiche dei componenti edilizi, calcolo indici comfort termico, calcolo indici di prestazione energetica limite, calcolo risparmio energetico a seguito di interventi di riqualificazione)



CP Ingegneria Consulting Engineers
Via Roma, 274 / 33013 - Gemona del Friuli (UD) - ITALY
www.gruppocp.it - eng@gruppocp.it

LA CASA DEL FUTURO E' PASSIVA

