

La certificazione energetica degli edifici Stato dell'arte e prospettive future

UNI/TS 11300:2014, novità e modifiche nel calcolo del fabbisogno energetico degli edifici

Paolo Baggio – DICAM - Univ. di Trento



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI TRENTO

Dipartimento di Ingegneria Civile,
Ambientale e Meccanica



UNI/TS 11300

La prima serie è stata pubblicata tra il maggio 2008 ed il maggio 2012

- **UNI/TS 11300 – 1** Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- **UNI/TS 11300 - 2** Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria.
- **UNI/TS 11300 - 3** Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione estiva
- **UNI/TS 11300 - 4** Prestazioni energetiche degli edifici – Utilizzo di energie rinnovabili e di altri metodi di generazione per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda sanitaria

UNI/TS 11300

Nell'ottobre del 2014 sono state pubblicate le versioni aggiornate:

- **UNI/TS 11300 – 1** Prestazioni energetiche degli edifici – Determinazione del fabbisogno di energia dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale
- **UNI/TS 11300 - 2** Prestazioni energetiche degli edifici – 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/TR 11552 Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici Parametri termofisici**

UNI/TS 11300 – 1:2014

Prestazioni energetiche degli edifici –
Determinazione del fabbisogno di energia
dell'edificio per la climatizzazione estiva ed
invernale

UNI/TS 11300-1:2014

Nuove Definizioni:

- **edificio: involucro + impianto**
- **fabbricato: involucro**

UNI/TS 11300-1:2014 – Proc. calcolo

p.to 5.2.1 Scambi energia termica

Calcolo degli scambi di energia termica

Per ogni zona termica dell'edificio e per ogni mese o frazione di mese, gli scambi di energia termica si calcolano con le seguenti equazioni⁵⁾:

- Nel caso di riscaldamento:

$$Q_{H,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \times t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) F_{r,l} \Phi_{r,mn,u,l} \right\} \times t - Q_{sol,op} \quad (3)$$

$$Q_{H,ve} = H_{ve,adj} \times (\theta_{int,set,H} - \theta_e) \times t \quad (4)$$

- Nel caso di raffreddamento:

$$Q_{C,tr} = H_{tr,adj} \times (\theta_{int,set,C} - \theta_e) \times t + \left\{ \sum_k F_{r,k} \Phi_{r,mn,k} \right\} \times t + \left\{ \sum_l (1 - b_{tr,l}) F_{r,l} \Phi_{r,mn,u,l} \right\} \times t - Q_{sol,op} \quad (5)$$

$$Q_{C,ve} = H_{ve,adj} \times (\theta_{int,set,C} - \theta_e) \times t \quad (6)$$

L'extraflusso verso la volta celeste va considerato anche per i locali non riscaldati

Gli apporti solari attraverso le pareti opache ($Q_{sol,op}$) vanno in diminuzione delle perdite

UNI/TS 11300-1:2014 – Proc. calcolo

p.to 5.3 Umidificazione e deumidificazione

Se è presente un impianto di raffrescamento o di climatizzazione che controlla l'umidità dell'aria, per ogni zona termica dell'edificio e per ogni mese, i fabbisogni di energia termica latente per umidificazione, $Q_{H,hum,nd}$, e deumidificazione, $Q_{C,dhum,nd}$, si calcolano come:

$$Q_{H,hum,nd} = - \min [0 ; Q_{wv,int} - Q_{H,wv,ve}]$$

$$Q_{C,dhum,nd} = \max [0 ; Q_{wv,int} - Q_{C,wv,ve}]$$

$Q_{wv,int}$ = entalpia dovuta agli apporti interni

$Q_{H,hum,nd}$ e $Q_{C,dhum,nd}$ = entalpia introdotta nell'ambiente per infiltrazioni, aerazione e/o ventilazione, rispettivamente, nel periodo invernale ed estivo

UNI/TS 11300-1:2014 – Componenti opachi

p.to 11.1.1 Componenti opachi

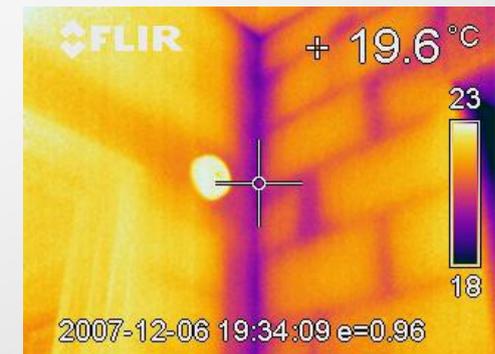
- non è più lecito indicare “a occhio” le proprietà termofisiche dei componenti ma va **sempre indicata l'origine dei dati nella relazione di calcolo**
- le proprietà termofisiche dei materiali omogenei vanno ricavate dalle certificazioni relative alla marcatura CE (se disponibili) e corrette secondo UNI EN ISO 10456 oppure dai dati di progetto forniti da UNI EN ISO 10456, UNI 10351 o UNI EN 1745;
- le resistenze termiche di murature e solai vanno ricavate dalle certificazioni relative alla marcatura CE (ove disponibili) oppure da UNI 10355 o secondo UNI EN 1745;
- le resistenze superficiali e quelle delle intercapedini vanno ricavate secondo UNI EN 6946;
- per gli edifici esistenti si può usare l'abaco della UNI/TR 11552. Sono state eliminate l'appendice con le componenti opache (ex app. A) e l'abaco delle strutture (ex app. B)

Le strutture edilizie

La **resistenza termica di progetto** (o conduttività termica equivalente) va determinata secondo la UNI EN 1745:2012, e normalmente dovrebbe essere resa disponibile dal produttore.

Ma occorre verificare che disegno, proprietà dei materiali impiegati (densità del mattone, caratteristiche della malta e dell'argilla più o meno alleggerita, etc. conduttività termica) corrispondano a quelle effettivamente utilizzati.

I cassonetti vanno valutati come i ponti termici secondo la UNI EN ISO 10211 Per i cassonetti isolati si assume una trasmittanza termica di 1 $W/(m^2 K)$, per i cassonetti non isolati una trasmittanza termica di 6 $W/(m^2 K)$.



UNI/TS 11300-1:2014 – Ponti termici

p.to 11.1.3 Ponti termici

Si è riscontrata la tendenza a “**forzare**” comunque nelle categorie presenti nell'appendice A i ponti termici presenti nell'edificio in esame (anche se sono diversi !).

La UNI/TS 11300-1:2014 **vieta** espressamente l'utilizzazione della tabella A.

E' necessario ricorrere a metodi più accurati:

- metodi numerici secondo UNI EN ISO 10211:2008
- atlanti di ponti termici pre-calcolati con metodi affidabili.
- opzione vantaggiosa: meno perdite !

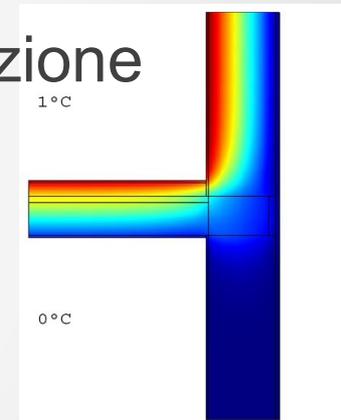


Table A2 (continued)

Dimensions in mm; linear thermal transmittance in W/(m·K)

Intermediate floors	Lightweight wall (including lightweight masonry and timber frame walls)	Insulating layer	Slab/joiner	Window frame
<p>IP1</p> $Y_{e1} = 0.00$ $Y_{e2} = 0.00$ $Y_{e3} = 0.10$	<p>IP2</p> $Y_{e1} = 0.90$ $Y_{e2} = 0.95$ $Y_{e3} = 1.05$	<p>IP3</p> $Y_{e1} = 0.90$ $Y_{e2} = 0.90$ $Y_{e3} = 1.00$	<p>IP4</p> $Y_{e1} = 0.70$ $Y_{e2} = 0.70$ $Y_{e3} = 0.80$	
<p>IP5</p> $Y_{e1} = 0.60$ $Y_{e2} = 0.60$ $Y_{e3} = 0.65$	<p>IP6</p> $Y_{e1} = 0.90$ $Y_{e2} = 0.90$ $Y_{e3} = 1.00$	<p>IP7</p> $Y_{e1} = 0.70$ $Y_{e2} = 0.70$ $Y_{e3} = 0.80$	<p>IP8</p> $Y_{e1} = 0.70$ $Y_{e2} = 0.70$ $Y_{e3} = 0.80$	

P. Baggio - UNI/TS 11300

UNI/TS 11300-1:2014 – Ventilazione

p.to 12 Ventilazione

Nella valutazione si distingue tra:

- ventilazione di “riferimento“ :

utilizzata per il calcolo della prestazione termica del fabbricato (si fa convenzionalmente riferimento alla semplice aerazione naturale in condizioni standard);

- ventilazione "effettiva":

utilizzata per il calcolo della prestazione energetica dell'edificio (si considera la ventilazione effettiva e l'eventuale presenza dell'impianto di ventilazione meccanica)

Nel caso in cui non vi sia alcun impianto di ventilazione, la ventilazione "effettiva" coincide con la ventilazione di “riferimento”

UNI/TS 11300-1:2014 – Ventilazione

p.to 12 Ventilazione

Rispetto all'edizione 2008, il calcolo diventa molto più articolato e complesso. Vanno presi in considerazione:

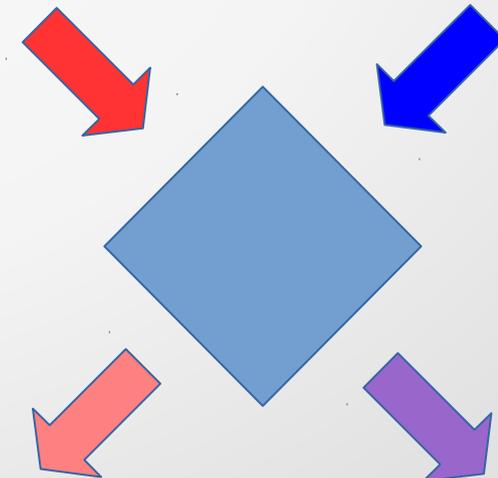
- infiltrazioni d'aria (calcolate in funzione di n_{50})
- profili di utilizzo (in funzione della categoria di edificio) e orari di funzionamento.
- efficienza di regolazione dell'impianto (portata fissa o variabile, sensori CO₂ o vapore)
- recuperatori di calore

Scambiatori recupero termico

La criticità maggiore riguarda la valutazione dell'efficienza nelle condizioni d'uso reali dello scambiatore di calore aria-aria utilizzato per il recupero termico.

La prestazione dello scambiatore per il recupero del calore dipende da:

- portate dei fluidi caldo e freddo (rapporto tra portata d'aria immessa ed espulsa)
- tipologia di scambiatore (a flussi incrociati, in controcorrente, rotativo)
- presenza di fenomeni di condensazione.



Efficienza recupero

efficienze:

Le efficienze termiche e igrometriche sono definite sul lato di alimentazione dell'aria nel modo seguente:

$$\eta_t = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

$$\eta_x = \frac{X_{22} - X_{21}}{X_{11} - X_{21}}$$

norma UNI EN 308:1998

ingresso aria espulsa (11)

ingresso aria rinnovo (21)

RECUPERATORE

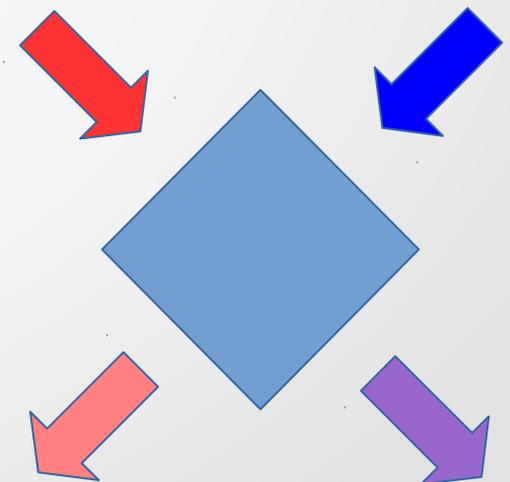
uscita aria rinnovo (22)

uscita aria espulsa (12)

Funzionamento Recuperatori (1/3)

I recuperatori di calore andrebbero provati secondo le indicazioni della norma UNI EN 308:1998:

- 7 combinazioni di portata diverse (3 bilanciate e 4 sbilanciate)
- $t_{2,1}$ (aria rinnovo) = 5 °C e $t_{1,1}$ (aria espulsa) = 25 °C
- due diversi valori della temperatura di bulbo bagnato, uno <14 °C e l'altro pari a 18 °C
(la seconda condizione sicuramente tale da causare condensazione all'interno dello scambiatore con conseguente scambio di calore latente)

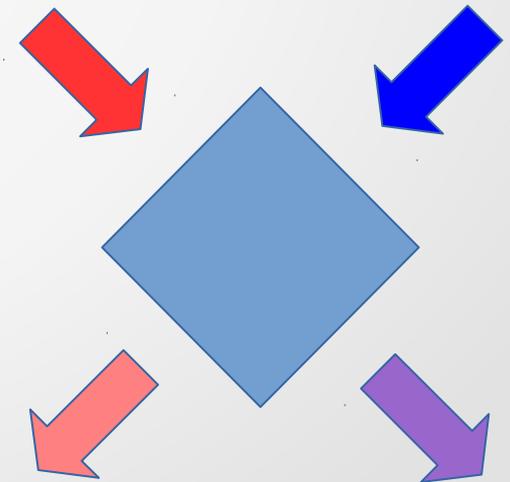


Funzionamento Recuperatori (2/3)

Non è sempre facile ottenere dai produttori il rapporto di prova completo né determinare le prestazioni nelle effettive condizioni di funzionamento.

L'efficienza del recuperatore nelle effettive condizioni operative è diversa (usualmente minore) rispetto a quella nominale per due motivi:

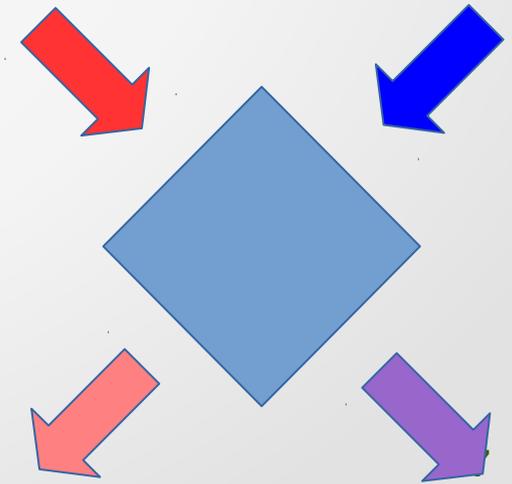
- le portate d'aria differiscono da quelle nominali
- l'influenza degli scambi latenti è differente a causa della diversa temperatura esterna.



Funzionamento Recuperatori (3/3)

Per questo motivo l'**Appendice F della UNI/TS 11300-1:2014** prescrive che venga effettuata l'interpolazione lineare tra i valori risultanti dai certificati di prova secondo UNI EN 308:2008 e *“in assenza di altri valori di efficienza termica del recuperatore per portate diverse da quella nominale e quando la portata circolante è diversa da quella nominale, **si assume come rendimento termico effettivo quello alla portata nominale ridotto di dieci punti percentuali**”*.

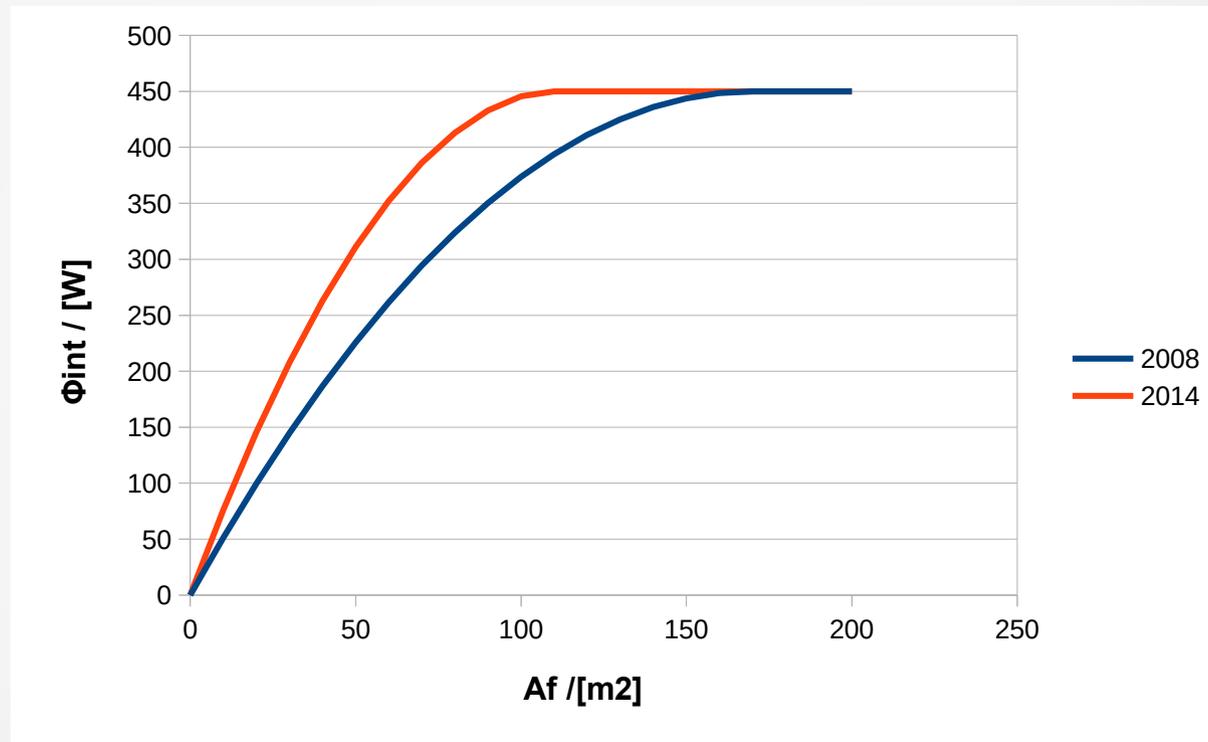
Un altro aspetto, che verrà ripreso in seguito riguarda il computo dell'energia elettrica consumata dal ventilatore del recuperatore.



UNI/TS 11300-1:2014 – Apporti interni

p.to 13 Apporti termici interni

Sono stati leggermente modificati i valori per gli edifici residenziali (il max resta 450 W):



Vengono inoltre indicati i **carichi interni LATENTI** dovuti agli occupanti e alle apparecchiature

UNI/TS 11300-1:2014 – Apporti solari

p.to 14 Apporti termici solari

Viene affinata la procedura di calcolo degli apporti solari. Ad esempio, il fattore di correzione della trasmittanza solare, uguale a 0,9 nell'edizione 2008, va ricavato dalla seguente tabella:

prospetto 20 Fattore di esposizione, F_w

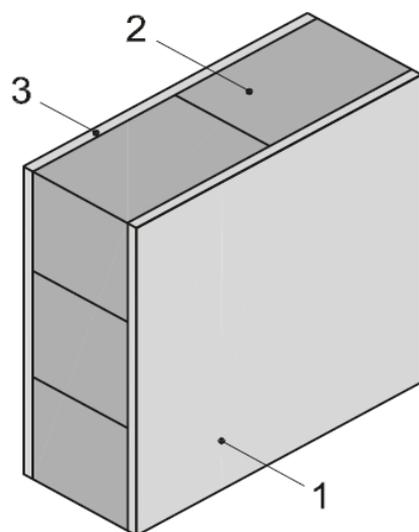
Mese	Vetro singolo				Doppio vetri				Triplo vetro			
	S	E/O	N	Orizz.	S	E/O	N	Orizz.	S	E/O	N	Orizz.
Gen.	0,984	0,902	0,932	0,876	0,978	0,861	0,901	0,812	0,972	0,833	0,880	0,770
Feb.	0,967	0,923	0,932	0,902	0,950	0,890	0,901	0,851	0,937	0,868	0,880	0,817
Mar.	0,933	0,932	0,931	0,931	0,897	0,904	0,901	0,895	0,872	0,884	0,879	0,871
Apr.	0,888	0,938	0,921	0,949	0,833	0,912	0,890	0,923	0,796	0,894	0,868	0,906
Mag.	0,852	0,941	0,895	0,955	0,787	0,916	0,854	0,933	0,747	0,898	0,828	0,918
Giu.	0,838	0,941	0,877	0,955	0,770	0,915	0,831	0,934	0,731	0,898	0,802	0,920
Lug.	0,835	0,941	0,877	0,956	0,766	0,915	0,831	0,935	0,724	0,898	0,801	0,921
Ago.	0,861	0,940	0,905	0,952	0,797	0,915	0,870	0,928	0,756	0,898	0,846	0,912
Set.	0,911	0,935	0,930	0,940	0,865	0,907	0,899	0,909	0,833	0,888	0,877	0,887
Ott.	0,957	0,925	0,931	0,912	0,933	0,894	0,900	0,865	0,915	0,872	0,878	0,833
Nov.	0,981	0,912	0,931	0,880	0,971	0,876	0,901	0,818	0,964	0,851	0,879	0,776
Dic.	0,987	0,903	0,932	0,858	0,982	0,862	0,901	0,789	0,977	0,834	0,880	0,744

UNI/TR 11552 2:2014

Abaco delle strutture costituenti l'involucro opaco degli edifici - Parametri termofisici

UNI/TR 11552 2:2014

MCO05 - Muratura in blocchi pieni di calcestruzzo cellulare



Strato	d [cm]	ρ [kg/m ³]	c [J/(kg K)]	λ [W/m K]	R [m ² K/W]
1 Intonaco interno	1	1400	1000	0,700	-
2 Blocchi pieni	24-40	500	1000	0,150	-
3 Intonaco esterno	2	1800	1000	0,900	-

Descrizione (spessori in cm)	U [W/(m ² K)]	κ_i [kJ/(m ² K)]	Y_{ie} [W/(m ² K)]
1 - 24 - 2	0,55	36,7	0,229
1 - 30 - 2	0,45	34,8	0,118
1 - 40 - 2	0,35	33,3	0,039

UNI/TS 11300 – 2:2014

**Prestazioni energetiche degli edifici –
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 – 2:2014

Va identificata la destinazione d'uso:

D1) sistema fabbricato-impianto per sola destinazione residenziale;

D2) sistema fabbricato-impianto per unica tipologia di destinazione non residenziale;

D3) sistema fabbricato-impianto comprendente porzioni di involucro a destinazioni residenziale e non residenziali;

D4) sistema fabbricato-impianto comprendenti porzioni a destinazioni non residenziali di diversa tipologia.

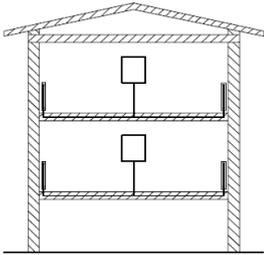
Si deve, inoltre, distinguere tra:

- unità immobiliare di fabbricato unifamiliare, di fabbricato o di porzione di fabbricato collettivo;

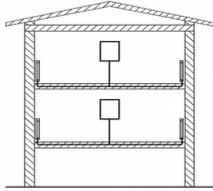
- zona termica ossia porzione di un involucro edilizio con caratteristiche che richiedano particolari condizioni

UNI/TS 11300 – 2:2014 Perdite

- p.to 6.2 Sottosistemi di emissione: sono stati modificati alcuni valori di rendimento; per i radiatori il rendimento viene riferito ad una temp. di mandata di 55 °C (e va corretto in base alla effettiva temperatura di mandata)
- p.to 6.3 Sottosistemi di regolazione: sono stati modificati alcuni rendimenti incrementando quelli delle regolazioni PID e proporzionali a banda stretta.
- p.to 6.4 Sottosistemi di distribuzione: approccio simile alla versione 2008 ma molto più articolato. Anche la correzione per la temp. di mandata diventa più accurata ed **umentano i casi in cui è necessario utilizzare il metodo analitico dell'Appendice A.**

IMPIANTI AUTONOMI				
	Isolamento distribuzione			
	Legge 10/91 Periodo di realizzazione dopo il 1993	Discreto Periodo di realizzazione 1993-1977	Medio Periodo di realizzazione 1976-1961	Insufficiente Periodo di realizzazione prima del 1961
	0,990	0,980	0,969	0,958

ediz. 2008

		ediz. 2014	
1. Impianti autonomi con generatore unifamiliare in edificio condominiale		Isolamento della rete di distribuzione orizzontale	
I valori sono applicabili solo qualora le tubazioni corrano interamente all'interno della zona riscaldata, come nel caso di generatore interno all'appartamento		A	E
Impianto autonomo a piano intermedio		0,99	0,99
Impianto autonomo a piano terreno su ambienti non riscaldati e terreno con distribuzione monotubo		0,96	0,95
Impianto autonomo a piano terreno su ambienti non riscaldati e terreno con distribuzione a collettori		0,94	0,93
Nota È escluso il caso su esterno o su pilotis; in tali casi si ricorra a metodi analitici.			

2. Impianti autonomi in edificio singolo (1 piano)		Isolamento della rete di distribuzione orizzontale			
		A	B	C	D
2.1	Tubazioni correnti nel cantinato in vista	0,964	0,95	0,92	0,873
2.2	Tubazioni incassate a pavimento con distribuzione monotubo	0,975	0,965	0,955	0,935
2.3	Tubazioni incassate a pavimento con distribuzione a collettori	0,97	0,96	0,94	0,92

P. Baggio - UNI/TS

UNI/TS 11300 – 2:2014 Generazione

Non è più possibile da parte del progettista **scegliere** **“liberamente”** la metodologia di calcolo (in modo da migliorare la riproducibilità dei risultati):

- A1 progetto → Appendice B
 - A2 Standard (certificazione esistente) → Appendice B (ammesso uso valori precalcolati in assenza di dati)
 - A3 Adattata all'utenza (diagnosi energ.) → Appendice B
- Viene introdotta l'Appendice E “Calcolo della prestazione energetica di edifici non dotati di impianto di climatizzazione invernale e/o di produzione di acqua calda sanitaria”
- Vengono introdotti i generatori di calore ad effetto Joule (basati su resistenze elettriche)

UNI/TS 11300 – 2:2014 Impianti ad aria

- E' stata introdotta una nuova appendice (Appendice C) che fornisce informazioni molto dettagliate sul calcolo del fabbisogno di energia primaria degli impianti aeraulici.
- Le perdite dei sottosistemi di distribuzione (canali) vanno calcolate secondo quanto indicato nell'appendice A
- Vanno calcolati i fabbisogni di energia dovuti ai sistemi di umidificazione e deumidificazione



UNI/TS 11300 – 2:2014 Impianti ad aria

- Occorre calcolare accuratamente le portate d'aria distribuite (**sia per la climatizzazione che per la ventilazione**) correggendole per tener conto delle perdite di massa nelle condotte.
- Il fabbisogno di energia primaria dovuto ai consumi elettrici dei ventilatori va calcolato a partire dalle portate corrette sulla base dei dati certificati dal produttore o di misure in situ degli assorbimenti di energia elettrica.
- Per gli edifici residenziali gli estrattori dai bagni e dalle cucine con funzionamento saltuario non vengono considerati impianti di ventilazione



Consumi elettrici ventilazione (1/2)

Un'interpretazione **(molto) discutibile** della UNI/TS 11300-2:2008 aveva portato a **non** includere nel calcolo del fabbisogno di energia elettrica degli ausiliari i consumi dei ventilatori dei recuperatori di calore (falsando le effettive prestazioni).

La nuova edizione della UNI/TS 11300-1:2014 **richiede esplicitamente** di calcolare i consumi elettrici dovuti agli ausiliari del sistema di ventilazione meccanica, a cui è dedicata l'appendice C.



Consumi elettrici ventilazione (2/2)

Esempio:

Potenza ventilatori: $Wv_{e,el,adj} = 150 \text{ W}$

Fatt. efficienza regolaz. ventilaz, mecc.: $FC_{ve,adj} = 0,48$

Durata periodo di riscaldamento: 4400 ore

Consumi di energia primaria pari a :

$$E_{pV} = 2,174 \times 0,150 \text{ kW} \times 0,48 \times 4400 \text{ h} = 688,7 \text{ kWh}$$

(2,174 = fatt. conv. energia primaria dell'energia elettrica)

Per un appartamento di 100 m^2 sono **6,9 kWh m⁻²** **Sufficienti a perdere una classe!**

UNI/TS 11300 – 2:2014 – **Acqua Calda San.**

p.to 7

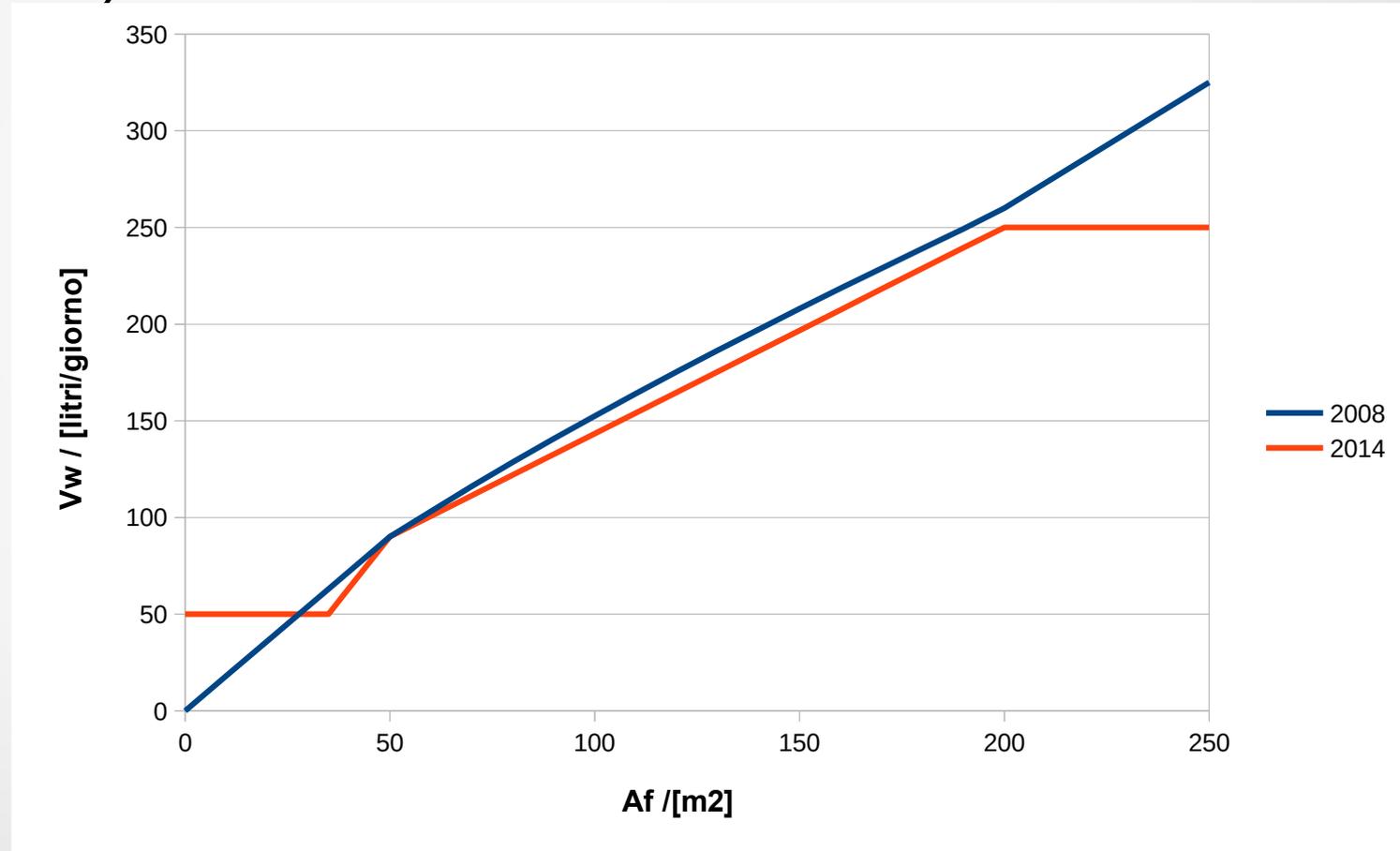
Fabbisogni di energia per Acqua Calda Sanitaria

- La temperatura di acquedotto non è più pari a 15°C ma alla media annua delle temperature mensili.
- Leggermente modificati alcuni valori di consumi di acqua calda per edifici non residenziali con aumento dei casi considerati.
- Rendimento di erogazione portato dal 95% al 100%
- Piccole modifiche con aumento casi considerati per gli impianti con ricircolo
- Chiarito che non si calcola fabbisogno di energia per ciclo antilegionella e ricambio acqua piscine pubbliche ma che vanno indicati in relazione i provvedimenti adottati in proposito

UNI/TS 11300 – 2:2014 – Acqua Calda San.

p.to 7.1.2 Volume di acqua richiesto per edifici residenziali

Sono stati leggermente modificati i valori per gli edifici residenziali (max 250 litri/giorno)



UNI/TS 11300 – 2:2014 - Illuminazione

Appendice D Fabbisogni di energia per l'illuminazione

La determinazione del fabbisogno di energia elettrica per illuminazione si effettua solo per edifici a destinazione d'uso non residenziale.

L'appendice D riprende la metodologia di calcolo prevista dalla norma UNI EN 15193 alla quale si rimanda per le valutazioni di tipo A3 (Adattata all'utenza)

Grazie per l'attenzione !