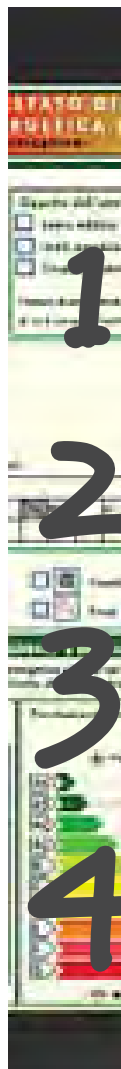




# CORSO TECNICO-PRATICO CALCOLO PRESTAZIONE ENERGETICA EDIFICI

Giovedì 27 Ottobre 2016  
Ing. Sonia Subazzoli



## Programma della giornata

1

### ESERCITAZIONE SUL SISTEMA EDIFICIO-IMPIANTO

Esempio di calcolo della prestazione energetica di un sistema edificio-impianto con il software Termo: ripasso dell'inserimento delle caratteristiche dell'involucro edilizio, inserimento dell'impianto di climatizzazione invernale

2

### LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Calcolo del fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria, calcolo del fabbisogno netto e calcolo dei rendimenti impiantistici

3

### INTERVENTI MIGLIORATIVI E ANALISI COSTI/BENEFICI

Interventi migliorativi del sistema edificio-impianto e valutazioni economiche degli investimenti: valutazione costi/benefici e stima dei tempi di ritorno dell'investimento

4

### VENTILAZIONE E ILLUMINAZIONE

Calcolo della ventilazione con il software. Calcolo del fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione degli ambienti interni e delle zone esterne introdotto nell'Appendice D della UNI TS 11300-2:2014



# CASO DI STUDIO

## Edificio oggetto dell'esercitazione



EDIFICIO DI NUOVA COSTRUZIONE

nome, indirizzo e CF della proprietà dell'edificio **EDEN COSTRUZIONI SpA C.F 01010101888**

indirizzo dell'immobile e dati catastali **MONTEGRIDOLFO (RN)**

anno di costruzione **2008**

destinazione d'uso **RESIDENZIALE**

tipologia edilizia **VEDI MATERIALE ALLEGATO**

struttura portante **CA**

strutture opache orizzontali e verticali **VEDI MATERIALE ALLEGATO**

finestre: tipo vetri tipo telaio **VETRI BASSO EMISSIVI 4/12/4 CON ARGON, TELAIO LEGNO (VEDI MATERIALE ALLEGATO MODELLO CLIMAPLUS ULTRA N ARCADIA) DI SPESSORE MEDIO 10 cm**

tipo generatore calore **IMPIANTO CENTRALIZZATO CON CONTABILIZZATORE PER SINGOLA UNITA' (CALDAIA DA MATERIALE ALLEGATO)**

anno di installazione generatore calore **2008**

tipo combustibile e potenza generatore **METANO**

tipo distribuzione **ORIZZONTALE**

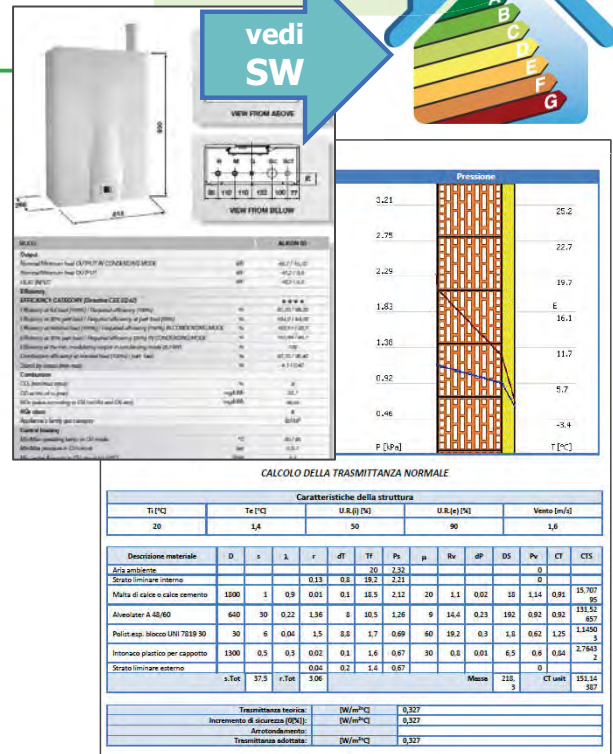
tipo terminali **PANNELLI RADIANTI ISOLATI A PAVIMENTO**

tipo regolazione **PER SINGOLO AMBIENTE**

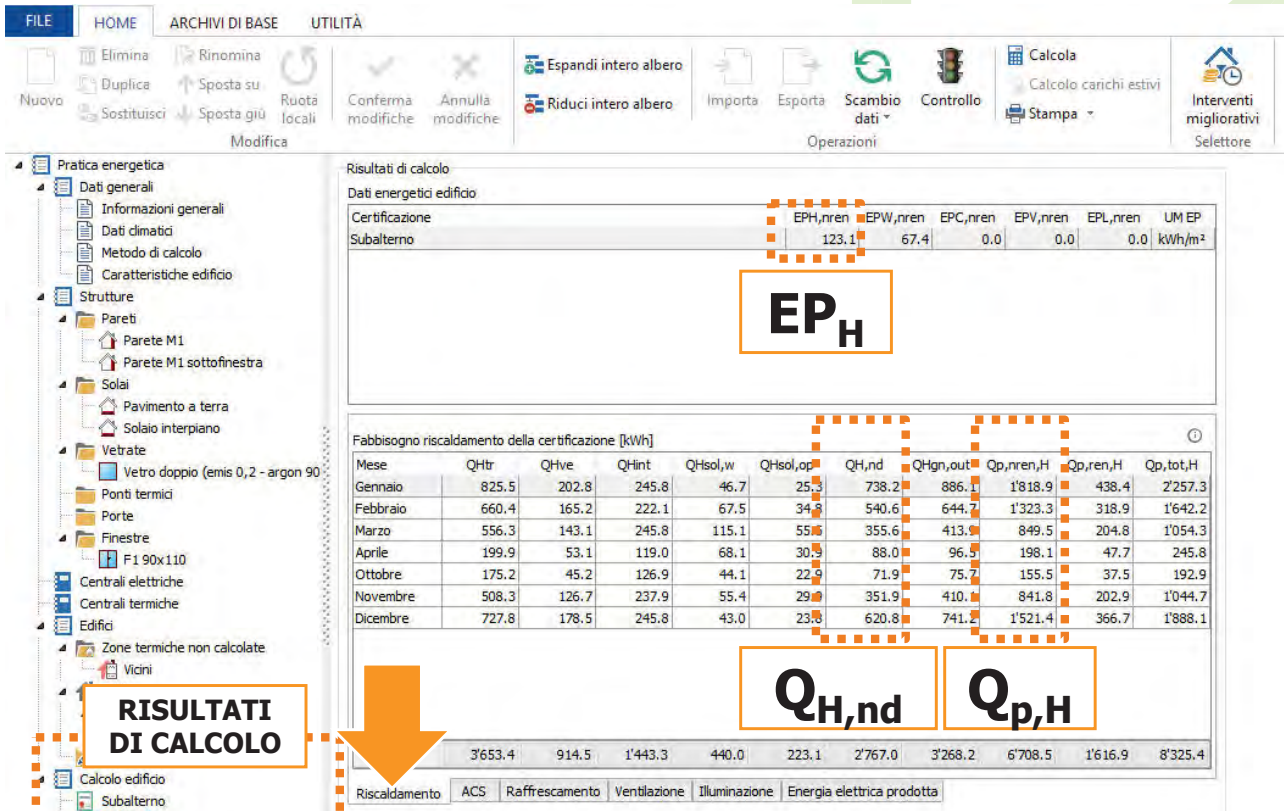
produzione **ACS SISTEMA COMBINATO RISCALDAMENTO + ACS**

eventuali sistemi di automazione e fonti rinnovabili **NESSUNO**

eventuali locali o zone non scaldate **VANO SCALA, GARAGE, SOTTOTETTO**



# IL SOFTWARE TERMO



# IL SOFTWARE TERMO

**RISULTATI DI CALCOLO**

Certificazione						
	EPH,nren	EPW,nren	EPc,nren	EPV,nren	EPL,nren	UM EP
Subalterno	123,4	67,9	0,0	0,0	0,0	kWh/m <sup>2</sup>

Fabbisogno acqua calda sanitaria della certificazione [kWh]					
Mese	QW	QWgn,out	Qp,nren,W	Qp,ren,W	Qp,tot,W
Gennaio	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Febbraio	86.0	122.8	281.7	67.9	349.6
Marzo	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Aprile	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Maggio	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Giugno	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Luglio	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Agosto	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Settembre	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Ottobre	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
Novembre	92.1	131.6	301.8	72.8	374.6
Dicembre	95.2	136.0	311.9	75.2	387.1
<b>Totale</b>	<b>1'120.5</b>	<b>1'600.8</b>	<b>3'672.4</b>	<b>885.1</b>	<b>4'557.5</b>

**EP<sub>w</sub>**

**Q<sub>w</sub>**      **Q<sub>p,w</sub>**

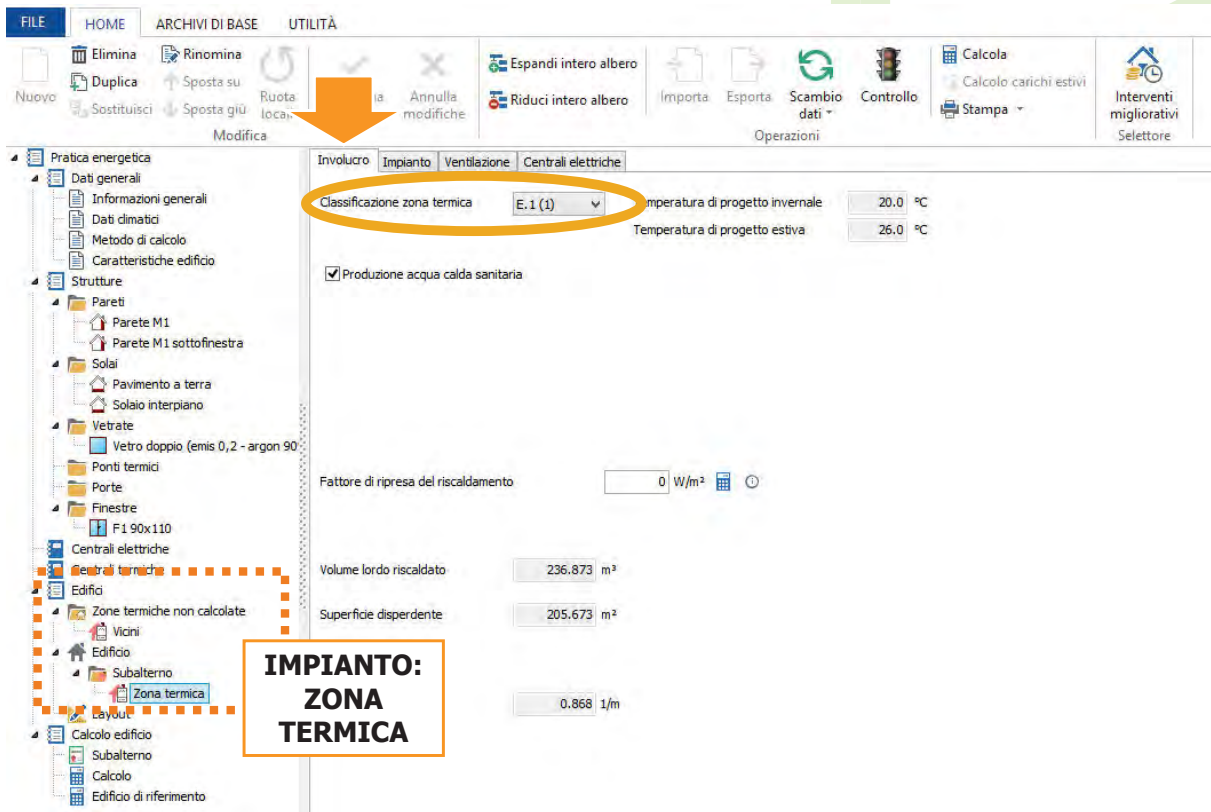
Giovedì 27 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN 7/90

# IL SOFTWARE TERMO

**IMPIANTO: CENTRALI TERMICHE**

Giovedì 27 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN 8/90

# IL SOFTWARE TERMO



## PROCEDURA DI CALCOLO

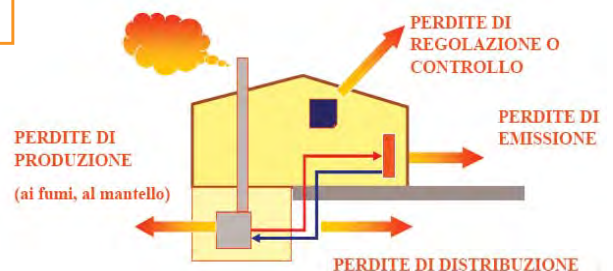
### Sottosistemi che compongono l'impianto termico

Ai fini del calcolo, gli impianti si considerano suddivisi nei seguenti sottosistemi:

- sottosistema di **emissione** (sottosistema di erogazione per acs)
- sottosistema di **regolazione** dell'emissione di calore in ambiente (non c'è per acs)
- sottosistema di **distribuzione**
- eventuale sottosistema di **accumulo**
- sottosistema di **generazione**

**IMPIANTO:  
CENTRALI  
TERMICHE**

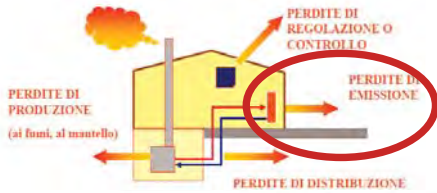
**IMPIANTO:  
ZONA  
TERMICA**



# SOTTOSISTEMA DI EMISSIONE

## Perdite e rendimenti del sottosistema

UNI TS 11300-2:2014, 6.2



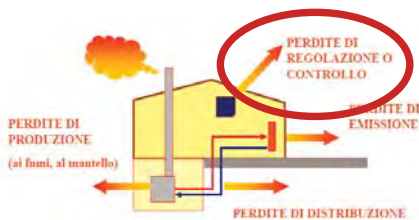
prospetto 17 Rendimenti di emissione in locali con altezza fino a 4 m

Tipologia di terminale	Carico termico medio annuo <sup>a)</sup> [W/m <sup>3</sup> ]		
	<= 4	4-10	>10
Radiatori su parete esterna isolata <sup>1)</sup>	0,98	0,97	0,95
Radiatori su parete interna	0,96	0,95	0,92
Ventilconvettori <sup>2)</sup> (valori riferiti a $t_{media}$ acqua = 45 °C)	0,96	0,95	0,94
Termoconvettori	0,94	0,93	0,92
Bocchette in sistemi ad aria calda <sup>3)</sup>	0,94	0,92	0,90
Pannelli annegati a pavimento	0,99	0,98	0,97
Pannelli annegati a soffitto	0,97	0,95	0,93
Pannelli a parete	0,97	0,95	0,93
Riscaldatori ad infrarossi	0,99	0,98	0,97

# SOTTOSISTEMA DI REGOLAZIONE

## Perdite e rendimenti del sottosistema

UNI TS 11300-2:2014, 6.3

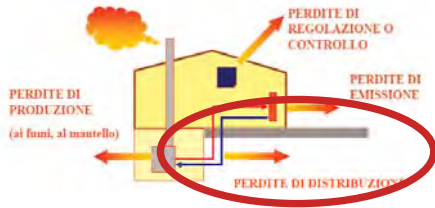


Tipo di regolazione	Caratteristiche della regolazione	Sistemi a bassa inerzia termica	Sistemi ad elevata inerzia termica	
		Radiatori, convettori, strisce radianti ed aria calda	Pannelli integrati nelle strutture edilizie e disaccoppiati termicamente	Pannelli annegati nelle strutture edilizie e non disaccoppiati termicamente
Solo Climatica (compensazione con sonda esterna) $K - (0,6 \eta_a \gamma)^{0,5}$		K = 1	K = 0,98	K = 0,94
Solo di zona	On-off	0,93	0,91	0,87
	P banda prop. 2 °C	0,94	0,92	0,88
	P banda prop. 1 °C	0,97	0,95	0,91
	P banda prop. 0,5 °C	0,98	0,96	0,92
	PI o PID	0,99	0,97	0,93
Solo per singolo ambiente	On off	0,94	0,92	0,88
	P banda prop. 2 °C	0,95	0,93	0,89
	P banda prop. 1 °C	0,98	0,97	0,95
	P banda prop. 0,5 °C	0,99	0,98	0,96
	PI o PID	0,995	0,99	0,97

# SOTTOSISTEMA DI DISTRIBUZIONE

## Perdite e rendimenti del sottosistema

UNI TS 11300-2:2014, 6.4



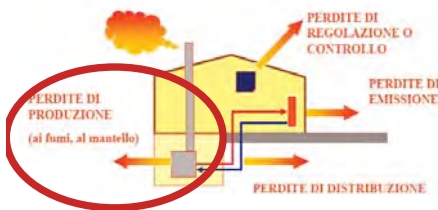
1. Impianti autonomi con generatore unifamiliare in edificio condominiale	Isolamento della rete di distribuzione orizzontale	
	A	E
I valori sono applicabili solo qualora le tubazioni corrano interamente all'interno della zona riscaldata, come nel caso di generatore interno all'appartamento		
Impianto 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.

# SOTTOSISTEMA DI GENERAZIONE

## Perdite e rendimenti del sottosistema

UNI TS 11300-2:2014, 6.6



### Generatori di calore a camera stagna tipo C per impianti autonomi classificati \*\*\* (3 stelle)

Valore di base	F1			F2	F4
	1	2	4		
93	0	-2	-5	-4	-1

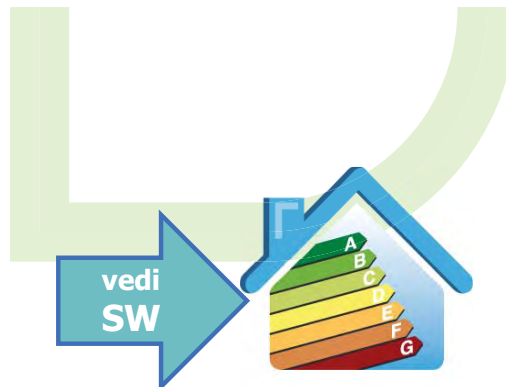
Nota:

valore di base riferito a: caldaia a tre stelle, sovradimensionamento 1 riferito al minimo di modulazione, installazione all'interno, camino alto meno di 10 m, temperatura di mandata in condizioni di progetto <65 °C.

# CASO DI STUDIO

## Prova 1: caldaia "tradizionale" + radiatori

### MINI EOLO 24



# CASO DI STUDIO

## Prova 1: caldaia "tradizionale" + radiatori

### MINI EOLO 24

#### DATI TECNICI.

Portata termica nominale	kW (kcal/h)	25,6 (22051)
Portata termica minima sanitario	kW (kcal/h)	8,3 (7117)
Portata termica minima riscaldamento	kW (kcal/h)	10,5 (9057)
Potenza termica nominale (utile)	kW (kcal/h)	24,0 (20640)
Potenza termica minima sanitario (utile)	kW (kcal/h)	7,2 (6192)
Potenza termica minima riscaldamento (utile)	kW (kcal/h)	9,3 (7998)
Rendimento termico utile alla potenza nominale	%	93,6
Rendimento termico utile al carico del 30% della potenza nominale	%	90,3
Perdita di calore al mantello con bruciatore On/Off	%	0,80 / 0,60
Perdita di calore al camino con bruciatore On/Off	%	5,60 / 0,06
Pressione max. d'esercizio circuito riscaldamento	bar	3
Temperatura max. d'esercizio circuito riscaldamento	°C	90
Temperatura regolabile riscaldamento	°C	35 - 85
Vaso d'espansione impianto volume totale	l	4,0
Pre carica vaso d'espansione	bar	1
Contenuto d'acqua del generatore	l	2,5
Prevalenza disponibile con portata 1000 l/h	kPa (m c.a.)	24,52 (2,5)
Potenza termica utile produzione acqua calda	kW (kcal/h)	24,0 (20640)
Temperatura regolabile acqua calda sanitaria	°C	30 - 60





# CASO DI STUDIO

## Prova 2: caldaia centralizzata condensazione + radiatori

MODEL		ALKON 50
<b>Output</b>		
Nominal/Minimum heat OUTPUT IN CONDENSING MODE	kW	49,7 / 10,12
Nominal/Minimum heat OUTPUT	kW	47,2 / 8,8
HEAT INPUT	kW	48,5 / 9,3
<b>Efficiency</b>		
<b>EFFICIENCY CATEGORY (Directive CEE 92/42)</b>		★★★★
Efficiency at full load (100%) / Required efficiency (100%)	%	97,33 / 96,35
Efficiency at 30% part load / Required efficiency at part load (30%)	%	104,2 / 94,02
Efficiency at nominal load (100%) / Required efficiency (100%) IN CONDENSING MODE	%	102,51 / 92,7
Efficiency at 30% part load / Required efficiency (30%) IN CONDENSING MODE	%	107,69 / 98,7
Efficiency at the min. modulating output in condensing mode (8,8 kW)	%	109
Combustion efficiency at nominal load (100%) / part load	%	97,75 / 98,42
Stand-by losses (min-max)	%	4,1 / 0,42
<b>Electrical supply</b>		
Maximum absorbed power	W	87
Electrical supply / power consumption	V/Hz	230/50
Electrical protection	IP	X4D

Giovedì 27 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

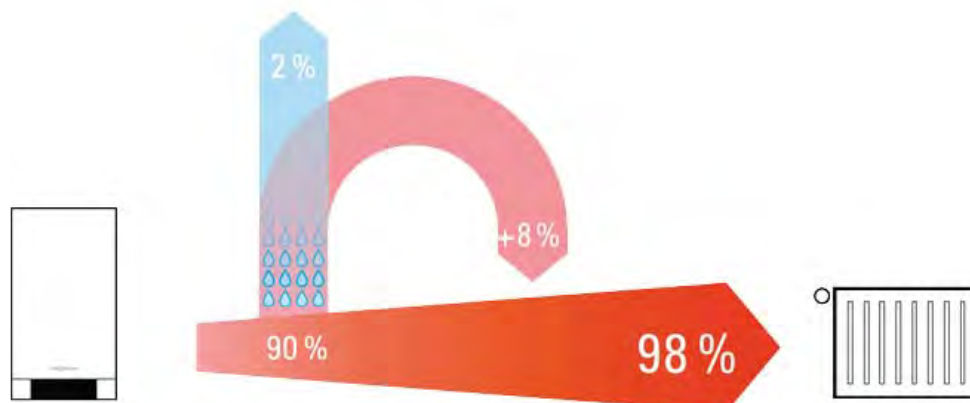
19/90

# CASO DI STUDIO

## Prova 2: caldaia centralizzata condensazione + radiatori

La caldaia a condensazione sfrutta efficacemente il calore derivante dalla combustione di gas o gasolio, in quanto utilizza anche l'energia termica latente del vapore acqueo contenuto nei gas di combustione e la trasforma in energia termica supplementare che viene ceduta all'impianto di riscaldamento. Lo scambiatore di calore, infatti raffredda a tal punto i gas di scarico, prima della fuoriuscita dal camino, che il vapore acqueo in essi contenuti condensa.

Questo produce ulteriore calore che consente alle caldaie a condensazione di raggiungere molto elevati con grande risparmio di energia e delle emissioni di CO<sub>2</sub>

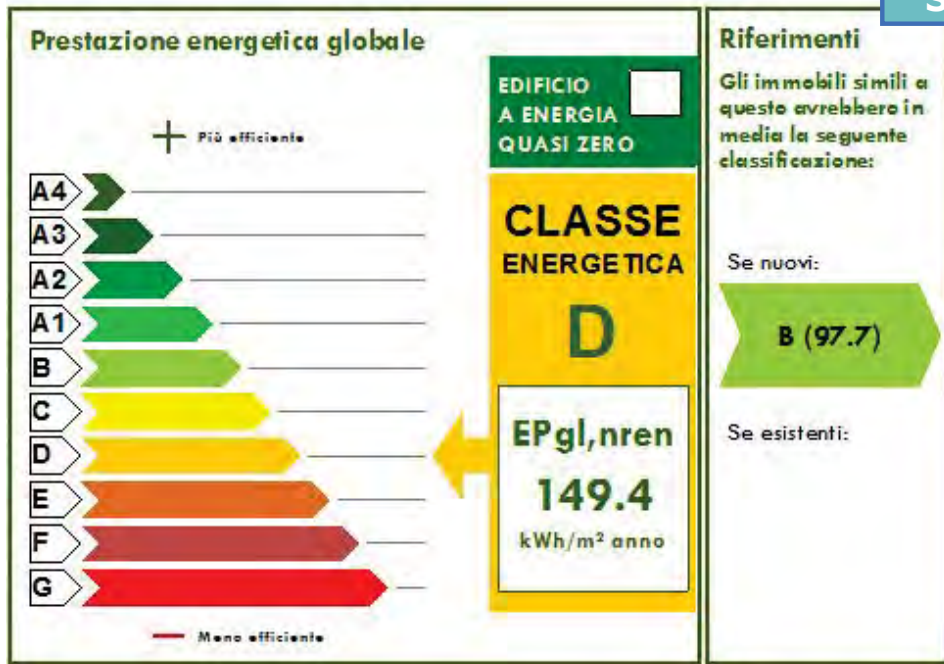


Giovedì 27 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN

20/90

# CASO DI STUDIO

## Prova 2: caldaia centralizzata condensazione + radiatori



vedi SW



# CASO DI STUDIO

## Prova 3: caldaia centralizzata condensazione + pannelli radianti

**EDIFICIO DI NUOVA COSTRUZIONE**

nome, indirizzo e CF della proprietà dell'edificio **EDEN COSTRUZIONI SpA C.F 01010101888**

indirizzo dell'immobile e dati catastali **MONTEGRIDOLFO (RN)**

anno di costruzione **2008**

destinazione d'uso **RESIDENZIALE**

tipologia edilizia **VEDI MATERIALE ALLEGATO**

struttura portante **CA**

strutture opache orizzontali e verticali **VEDI MATERIALE ALLEGATO**

finestre: tipo vetri tipo telaio **VETRI BASSO EMISSIVI 4/12/4 CON ARGON, TELAIO LEGNO (VEDI MATERIALE ALLEGATO MODELLO CLIMAPLUS ULTRA N ARCADIA) DI SPESSORE MEDIO 10 cm**

tipo generatore calore **IMPIANTO CENTRALIZZATO CON CONTABILIZZATORE PER SINGOLA UNITA' (CALDAIA DA MATERIALE ALLEGATO)**

anno di installazione generatore calore **2008**

tipo combustibile e potenza generatore **METANO**

tipo distribuzione **ORIZZONTALE**

tipo terminali **PANNELLI RADIANTI ISOLATI A PAVIMENTO**

tipo regolazione **PER SINGOLO AMBIENTE**

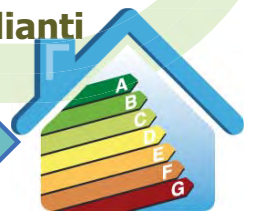
produzione **ACS SISTEMA COMBINATO RISCALDAMENTO + ACS**

eventuali sistemi di automazione e fonti rinnovabili **NESSUNO**

eventuali locali o zone non scaldate **VANO SCALA, GARAGE, SOTTOTETTO**



vedi SW



# CASO DI STUDIO

## Prova 3: caldaia centralizzata condensazione + pannelli radianti

I **pannelli radianti** sono costituiti da circuiti realizzati con tubi tipicamente in materiale plastico, inseriti all'interno di strutture come pavimenti, soffitti e pareti.

Il loro principio di funzionamento si basa sulla **circolazione di acqua calda a bassa temperatura** all'interno dei circuiti, i quali estendendosi su superfici molto elevate scambiano per convezione ed irraggiamento grandi quantità di calore con l'aria degli ambienti riscaldati.



## VANTAGGI

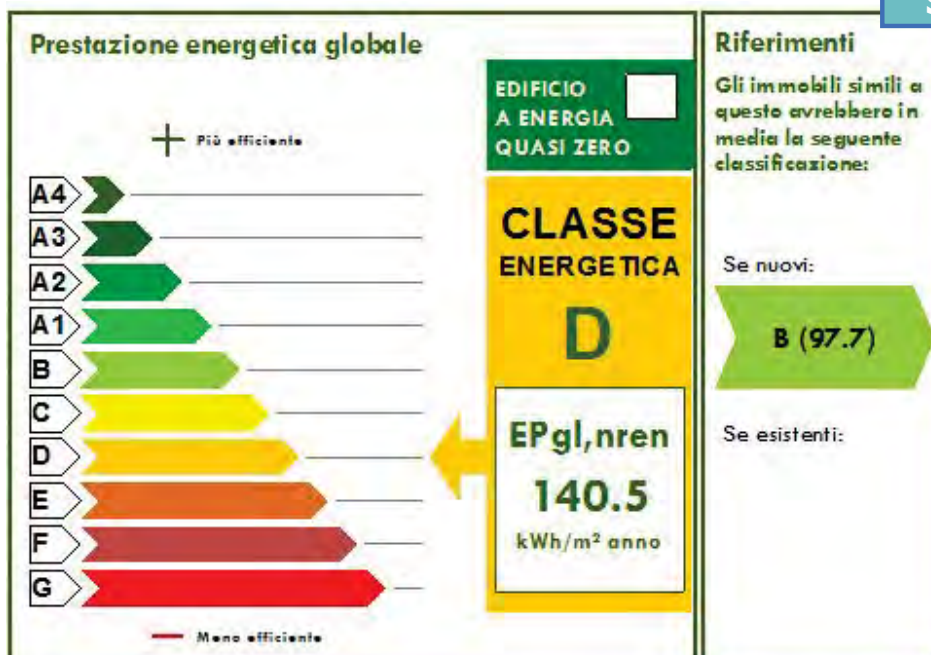
**Benessere termico:** temperatura media radiante ottimale e uniforme

**Risparmio energetico:** dovuto all'utilizzo di un fluido termovettore a bassa temperatura e all'impiego di sistemi di produzione del calore a basso impatto ambientale

**Architettura:** maggiori spazi interni a disposizione

# CASO DI STUDIO

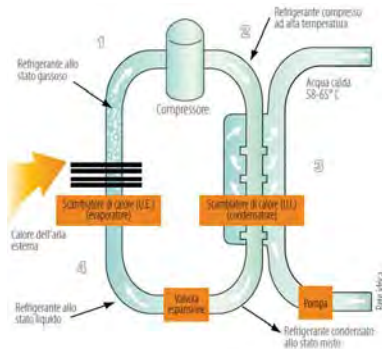
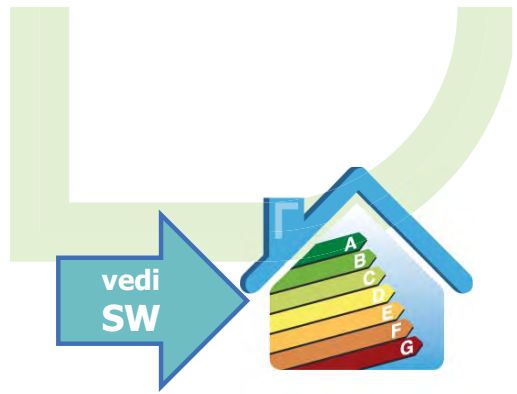
## Prova 3: caldaia centralizzata condensazione + pannelli radianti



# CASO DI STUDIO

## Prova 4: Pompe di calore

La **pompa di calore** è una macchina in grado di trasferire energia termica da una sorgente a temperatura più bassa ad una sorgente a temperatura più alta, utilizzando differenti forme di energia elettrica.



L'unità estrae calore dall'aria esterna per convogliarlo all'interno degli ambienti. Il passaggio dell'energia naturale all'unità interna avviene attraverso il refrigerante che circola in un sistema chiuso di tubazioni frigorifere. L'unità interna riscalda l'acqua che circola nel circuito collegato ai corpi scaldanti. Allo stesso tempo, costituisce un serbatoio d'acqua che, grazie all'ausilio di uno scambiatore di calore integrato nell'unità, provvede alla produzione di acqua calda sanitaria.



# CASO DI STUDIO

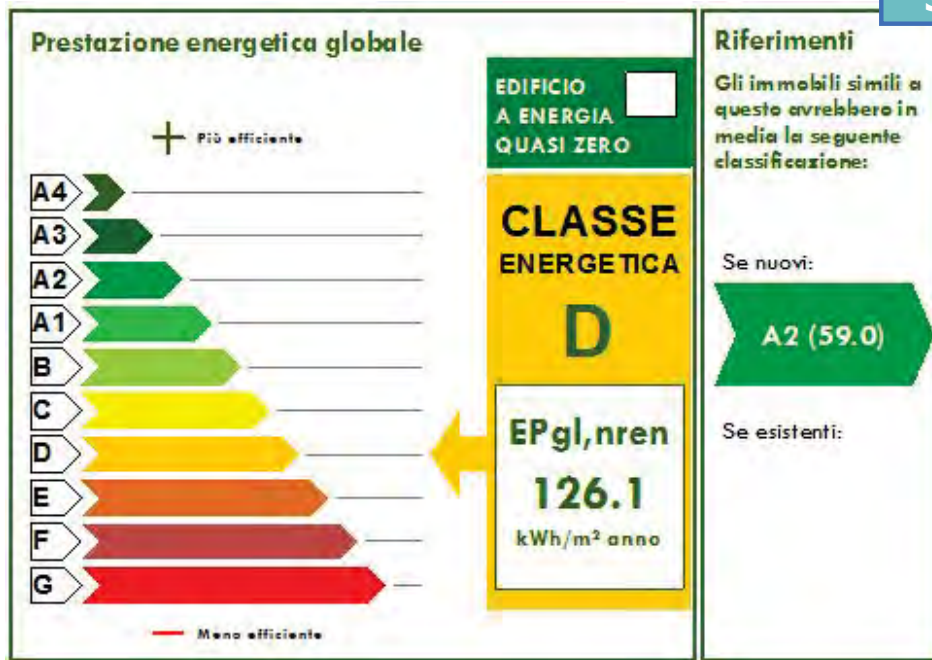
## Prova 4: Pompe di calore

### Dati tecnici

Modello			8 kW	11 kW	16 kW
Unità interna (modulo idronico - scambiatore di calore)			HMA 100V1	HMA 100V1	HMS 140VA1
Serbatoio di accumulo			Integrato nel modulo idronico interno	Integrato nel modulo idronico interno	HT30 (solo per riscaldamento) - MT300 e MT500 (risc. + acqua sanitaria)
Unità esterna			FDCW 71VNX-A	FDCW 100VNX-A	FDCW 140VNX-A
Alimentazione unità esterna				1-230V 50Hz	
Riscaldamento	A7/W35	kW	8,3 (2,0÷8,3)	9,2 (3,5÷10,0)	16,0 (4,2÷16,0)
Potenza nominale	A-7/W35	kW	7,3	8,0	12,3
	A7/W45	kW	8,0 (3,0÷8,0)	9,0 (3,5÷11,0)	16,0 (5,8÷16,0)
Riscaldamento	A7/W35	kW	2,03	2,15	3,81
Assorbimento elettrico	A-7/W35	kW	2,81	2,84	4,71
	A7/W45	kW	2,40	2,62	4,83
	A7/W35	W/W	4,08	4,28	4,20
COP	A-7/W35	W/W	2,60	2,82	2,61
	A7/W45	W/W	3,33	3,44	3,31
SCOP	W35	W/W	3,78	4,18	4,20
Efficienza stagionale riscaldamento (ns) - Average climate			151,0%	167,0%	168,0%
Classe efficienza energetica stagionale riscaldamento			A++	A++	A++
SCOP	W55	W/W	3,03	3,20	3,38
Efficienza stagionale riscaldamento (ns) - Average climate			121,0%	128,0%	135,0%
Classe efficienza energetica stagionale riscaldamento			A+	A++	A++
Classe efficienza energetica ACS			A	A	A
Taglia ciclo ACS (tapping size)			XL	XL	XXL
Raffrescamento Potenza nominale	A35/W18	kW	10,7 (2,7÷10,7)	11,0 (3,3÷12,0)	16,5 (5,2÷16,5)
	A35/W7	kW	7,1 (2,0÷7,1)	8,0 (3,0÷9,0)	11,8 (3,1÷11,8)
Raffrescamento Assorbimento elettrico	A35/W18	kW	3,19	3,04	4,36
	A35/W7	kW	2,65	2,85	4,45
EER	A35/W18	W/W	3,35	3,62	3,78
	A35/W7	W/W	2,68	2,81	2,65
Produttività acqua calda sanitaria	spillamento 12 litri/min	litri equivalenti	270	270	vedere accumuli separati
	spillamento 16 litri/min	litri	200	200	
Limite di funzionamento (temperatura ambiente)		risc.		-20÷43°C <sup>1</sup>	
		raff.		15÷43°C	
Limite di funzionamento (temperatura dell'acqua)		risc.		25÷58°C (65°C con resistenza elettrica ausiliaria)	
		raff.		7÷25°C	
Lunghezza massima delle tubazioni frigorifere		m		30	
Massima differenza in altezza tra ULE e UL		m		7	

# CASO DI STUDIO

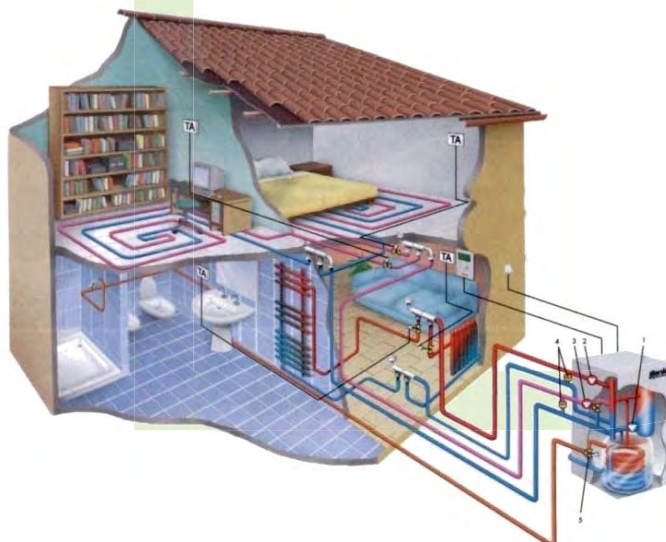
## Prova 4: Pompe di calore



## CORSO sulla Certificazione Energetica

### LA PRODUZIONE DI ACQUA CALDA SANITARIA

Calcolo del fabbisogno di energia per la produzione di acqua calda sanitaria, calcolo del fabbisogno netto e calcolo dei rendimenti impiantistici



# IL SOFTWARE TERMO

**RISULTATI DI CALCOLO**

**EP<sub>W</sub>**

**Q<sub>W</sub>**      **Q<sub>p,W</sub>**

Giovedì 27 Ottobre 2016 | ING. SONIA SUBAZZOLI | Gruppo EDEN 29/90

## IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

### Fabbisogni di energia per acqua calda sanitaria

UNI TS 11300-2:2014, 7.1.1

$$Q_{h,W} = \sum_i \rho_W \cdot c_W \cdot V_W \cdot (\theta_{er} - \theta_0) \cdot G$$

$Q_{h,W}$ : fabbisogno di energia utile per la produzione di acqua calda sanitaria = energia termica richiesta per riscaldare l'acqua alla temperatura desiderata [Wh]

$\rho$  : massa volumica dell'acqua, ipotizzabile pari a 1000 [kg/m<sup>3</sup>]

$c$ : calore specifico dell'acqua pari a 1,162 [Wh/kg°C]

$V_W$  : volume dell'acqua giornaliero richiesto [m<sup>3</sup>/G]

$\theta_{er}$  : temperatura di erogazione, per valutazioni A1 e A2 pari a 40° [°C]

$\theta_0$  : temperatura di ingresso dell'acqua fredda sanitaria, per valutazioni A1 e A2 pari alla media annuale delle temperature medie mensili dell'aria esterna della località considerata, da UNI 10349[°C]

**Prima era sempre 15°C, salto termico 25°**

$G$  : numero di giorni del periodo di calcolo [G]

# IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

## Volume di acqua richiesto per edifici residenziali

UNI TS 11300-2:2014, 7.1.2

$$V_W = a \cdot S_u + b$$

$a$  è un parametro in litri/(m<sup>2</sup> giorno) ricavabile dal prospetto 30;

$b$  è un parametro in litri/(giorno) ricavabile dal prospetto 30;

$S_u$  è la superficie utile dell'abitazione espressa in metri quadri.

Valori dei parametri  $a$  e  $b$

Superficie utile $S_u$ [m <sup>2</sup> ]	$S_u \leq 35$	$35 < S_u \leq 50$	$50 < S_u \leq 200$	$S_u > 200$
Parametro $a$ [litri/(m <sup>2</sup> × giorno)]	0	2,667	1,067	0
Parametro $b$ [litri/giorno]	50	-43,33	36,67	250

**Tabella riformulata, introdotti monocalci inferiori a 50 mq**

# IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

## Volume di acqua richiesto per altre destinazioni d'uso

UNI TS 11300-2:2014, 7.1.3

$$V_W = a \cdot N_u \quad [l/giorno]$$

$V_W$ : volume dell'acqua richiesta durante il periodo di calcolo [m<sup>3</sup>/G]

$a$ : fabbisogno giornaliero specifico [l/G], da prospetto 31

$N_u$ : parametro che dipende dalla destinazione d'uso dell'edificio, da prospetto 31

Tipo di Attività	$a$	$N_u$	Categoria DPR 412/93
Dormitori, Residence e B&B	40	Numero di letti	E.1 (3)
Hotel fino a tre stelle	60	Numero di letti	E.1 (3)
Hotel quattro stelle e oltre	80	Numero di letti	E.1 (3)
Attività ospedaliera con pernottamento	80	Numero di letti	E.3
Attività ospedaliera day hospital (senza pernottamento)	15	Numero di letti	E.3
Scuole e istruzione	0,2	Numero di allievi	E.7
Scuole materne e asili nido	8	Numero di bambini	E.7



# IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

## Volume di acqua richiesto per altre destinazioni d'uso

UNI TS 11300-2:2014, prospetto 31

Attività sportive/palestre	50	Per doccia installata	E.6 (2)
Spogliatoi di stabilimenti	10	Per doccia installata	E.6 (3)
Uffici	0,2	Sup.netta climatizzata	E.2
Esercizio Commerciale senza obbligo di servizi igienici per il pubblico	0	-	E.5
Esercizio Commerciale con obbligo di servizi igienici per il pubblico	0,2	Sup.netta climatizzata	E.5
Ristoranti – Caffetterie	65	Numero di coperti <sup>1)</sup>	E.4 (3)
Catering, self service, Bar	25	Numero di coperti <sup>1)</sup>	E.4 (3)
Servizio lavanderia	50	Numero di letti	n.d.
Centri benessere	200	Numero di ospiti	n.d.
Altro	0	-	n.d.
1) Per le valutazioni di calcolo sia di progetto (A1) sia Standard (A2) il numero di coperti viene determinato come 1,5 volte l'occupazione convenzionale. Per le valutazioni nelle condizioni di effettivo utilizzo (A3) il numero di coperti corrisponde agli effettivi coperti per cui è stata dimensionata la cucina.			

# PROCEDURA DI CALCOLO

## Impianto di produzione acs: calcolo perdite e rendimenti

UNI TS 11300-2:2014, 5.6

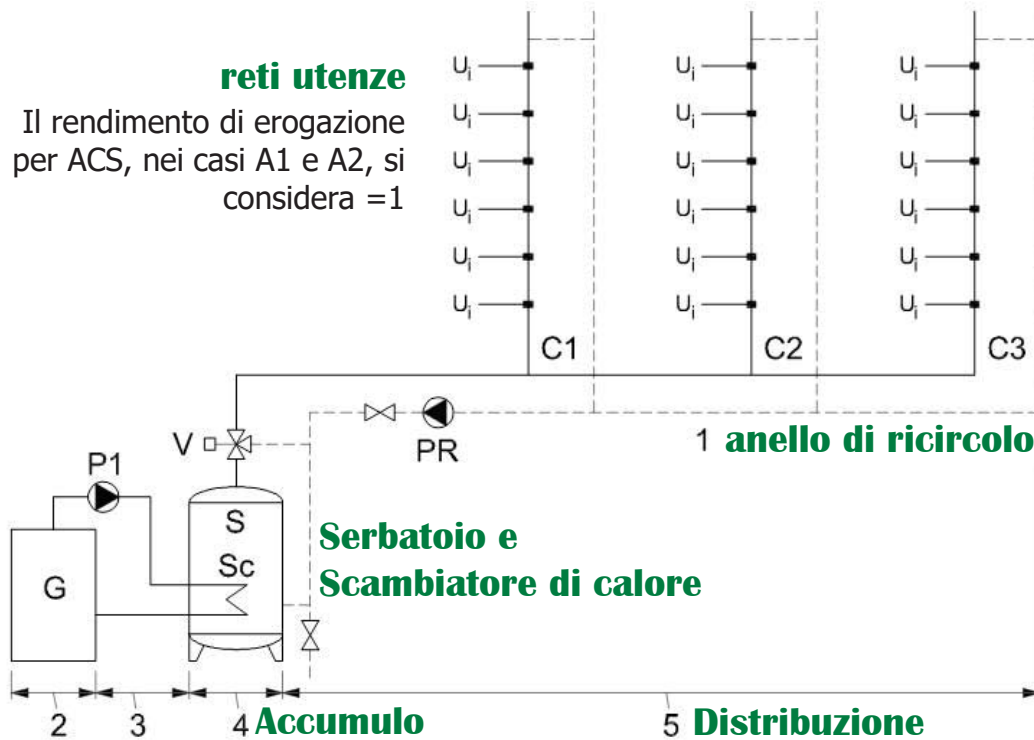
	Sottosistema	Valutazioni di calcolo		
		A1 e A2		A3
Utilizzazione UNI/TS 11300-2	Erogazione	Secondo punto 7.2		Secondo punto 7.2 o sulla base di dati forniti dai fabbricanti per particolari sistemi di erogazione.
	Distribuzione	A1	A2	A3
		Secondo il punto 7.3 distinguendo tra: - Distribuzione alle utenze - Rete di ricircolo - Circuito primario		Secondo appendice A
	Accumulo	Secondo punto 7.3.5		
Generazione UNI/TS 11300-2 UNI/TS 11300-4	Mediante combustione a fiamma di combustibili fossili o bollitori elettrici	Secondo il punto 7.4		
	Mediante altri metodi di generazione	In tutti i tipi di valutazioni calcolo secondo UNI/TS 11300-4		
	Combustione di biomasse	Calcolo secondo UNI/TS 11300-4 con possibilità di utilizzare valori precalcolati in tutti i tipi di valutazioni		
	Solare termico	In tutti i tipi di valutazioni calcolo secondo UNI/TS 11300-4		

# IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

## Sottosistemi di erogazione e distribuzione

UNI TS 11300-2:2014, 7.2

**reti utenze**  
Il rendimento di erogazione per ACS, nei casi A1 e A2, si considera =1



# IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

## Perdite sottosistema di distribuzione

UNI TS 11300-2:2014, 7.3.2

Nel caso di impianti esistenti privi di ricircolo all'interno di singole unità immobiliari, le perdite del sottosistema di distribuzione alle utenze si possono calcolare come segue:

$$Q_{l,W,du} = (Q_W + Q_{l,W,er}) \times f_{l,W,d} \quad [\text{kWh}] \quad (33)$$

dove:

$f_{l,W,d}$  è il fattore di perdita della rete di distribuzione imputato secondo il prospetto 34.

Le perdite termiche recuperate sono date da:

$$Q_{rh,l,W,du} = Q_{l,W,er} \times f_{rh,W,d} \quad [\text{kWh}] \quad (34)$$

dove:

$f_{rh,W,d}$  è il fattore di recupero delle perdite dalla rete di distribuzione imputato secondo il prospetto 34.

### Fattori di perdita e di recupero dalla rete di distribuzione dell'acs

Tipologia del sistema	Fattore di perdita $f_{l,W,d}$	Fattore di recupero $f_{rh,W,d}$
Sistemi installati prima dell'entrata in vigore della legge 373/76	0,12	0,5
Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76 con rete di distribuzione corrente solo parzialmente in ambiente climatizzato	0,08	0,5
Sistemi installati dopo l'entrata in vigore della legge 373/76 con rete di distribuzione corrente totalmente in ambiente climatizzato	0,08	0,9

# IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

## Perdite sottosistema di accumulo

UNI TS 11300-2:2014, 7.3.5

$$Q_{l,W,S} = \frac{S_s}{d_s} \times (\theta_{avg,w,s} - \theta_a) \times t \times \frac{\lambda_s}{1000} \quad [\text{kWh}] \quad (35)$$

dove:

$S_s$  è la superficie esterna dell'accumulo [ $\text{m}^2$ ];

$d_s$  è lo spessore dello strato isolante [m];

$\lambda_s$  è la conduttività dello strato isolante [ $\text{W}/(\text{m} \times \text{K})$ ];

$t$  è la durata del periodo considerato [h];

$\theta_{avg,w,s}$  è la temperatura media dell'acqua nel serbatoio di accumulo. In assenza di dati di progetto o misurazioni la temperatura media per serbatoi di acqua calda sanitaria è convenzionalmente fissata a 60 [ $^{\circ}\text{C}$ ];

$\theta_a$  è la temperatura ambiente del locale di installazione dell'accumulo [ $^{\circ}\text{C}$ ].

Qualora sia disponibile il valore della dispersione termica dell'apparecchio  $K_{\text{boll}}$  [ $\text{W}/\text{K}$ ] dichiarato dal fabbricante<sup>7)</sup>, le perdite sono calcolate con la formula seguente:

$$Q_{l,W,S} = K_{\text{boll}} \times (\theta_{avg,w,s} - \theta_a) \times t / 1000 \quad [\text{kWh}] \quad (36)$$

# IMPIANTO DI PRODUZIONE ACS

## Perdite sottosistema di generazione

UNI TS 11300-2:2014, 7.4

### Rendimenti convenzionali degli scalda-acqua con sorgente interna di calore

Tipo di apparecchio	Versione	Rendimento <sup>a)</sup> istantaneo (%)	Rendimento <sup>b)</sup> Stagionale (%)
Generatore a gas di tipo istantaneo per sola produzione di acqua calda sanitaria	Tipo B con pilota permanente	75	45
	Tipo B senza pilota	85	77
	Tipo C senza pilota	88	80
Generatore a gas ad accumulo per sola produzione di acqua calda sanitaria	Tipo B con pilota permanente	75	40
	Tipo B senza pilota	85	72
	Tipo C senza pilota	88	75
Bollitore elettrico ad accumulo	-	95	75 **
Bollitori ad accumulo a fuoco diretto	A camera aperta	84	70
	A condensazione	98	90

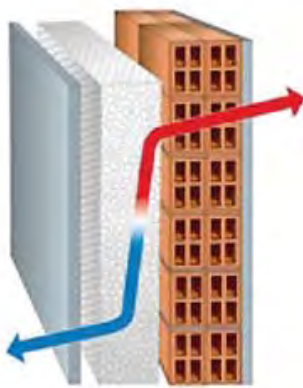
a) I dati di rendimento riportati possono essere utilizzati in mancanza di dati forniti dal fabbricante dell'apparecchio.  
b) Ai fini del calcolo dell'energia primaria, il fabbisogno di energia deve essere considerato tra i fabbisogni elettrici, applicando il relativo fattore di conversione.  
NOTA I rendimenti forniti dal prospetto tengono già conto, per gli apparecchi ad accumulo, della perdita di accumulo, valutata pari a circa il 10%.



# CORSO sulla Certificazione Energetica

## INTERVENTI MIGLIORATIVI E ANALISI COSTI/BENEFICI

Interventi migliorativi del sistema edificio-impianto e valutazioni economiche degli investimenti: valutazione costi/benefici e stima dei tempi di ritorno dell'investimento



## INTERVENTI MIGLIORATIVI

### RACCOMANDAZIONI

La sezione riporta gli interventi raccomandati e la stima dei risultati conseguibili, con il singolo intervento o con la realizzazione dell'insieme di essi, esprimendo una valutazione di massima del potenziale di miglioramento dell'edificio o immobile oggetto dell'attestato di prestazione energetica.

### RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA E RISTRUTTURAZIONE IMPORTANTE INTERVENTI RACCOMANDATI E RISULTATI CONSEGUIBILI

Codice	TIPO DI INTERVENTO RACCOMANDATO	Comporta una Ristrutturazione importante	Tempo di ritorno dell'investimento anni	Classe Energetica raggiungibile con l'intervento (EP <sub>el,nrcn</sub> kWh/m <sup>2</sup> anno)	CLASSE ENERGETICA raggiungibile se si realizzano tutti gli interventi raccomandati
REN1		Si /No		Es: X (YYY kWh/m <sup>2</sup> anno)	X YYY kWh/m <sup>2</sup> anno
REN2					
REN3					
REN4					
REN5					
REN6					

# INTERVENTI MIGLIORATIVI

## Interventi indicati sul certificato

**Raccomandazioni** Aggiungi nuova raccomandazione

Tipo di intervento (*)	REN 2 Fabbricato - involucro tras.	Descrizione raccomandazione (*)	Sostituzione serramenti
Comporta una ristrutturazione importante?	<input type="radio"/> Si <input checked="" type="radio"/> No	Tempo di ritorno dell'investimento (anni) (*)	10
Indice EP <sub>giugno</sub> raggiungibile con l'intervento (kWh/m <sup>2</sup> /anno) (*)	51,20	Classe energetica raggiungibile con l'intervento EP <sub>giugno</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /anno) (*)	D

Salva Cancella

---

**Raccomandazioni totali**

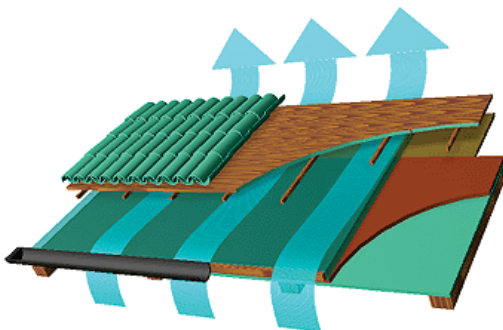
Indice EP <sub>giugno</sub> raggiungibile con tutti gli interventi (kWh/m <sup>2</sup> /anno) (*)	51,20	Classe energetica raggiungibile con tutti gli interventi EP <sub>giugno</sub> (kWh/m <sup>2</sup> /anno) (*)	D
---	-------	--	---

**Salva dati attestato**

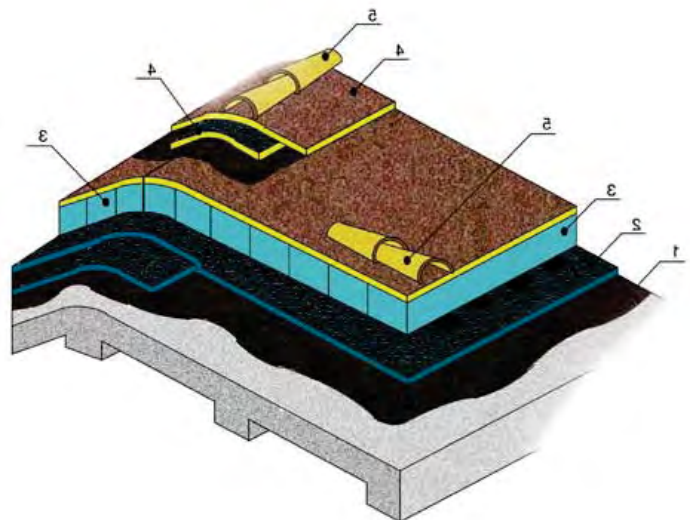
Informazioni sul miglioramento della prestazione energetica

# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO

## Isolamento della copertura



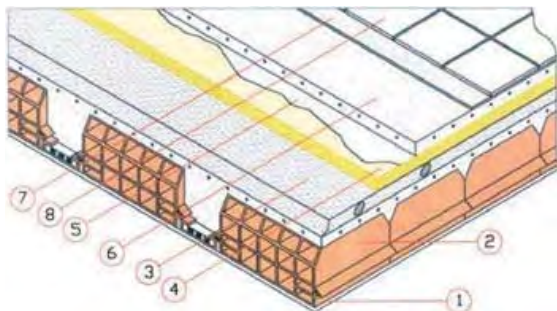
Isolamento delle coperture a falde – sistema ventilato -  
isolamento all'estradosso



Isolamento delle coperture a falde –  
sistema non ventilato - isolamento  
all'estradosso

# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO

## Isolamento di pavimenti e solai



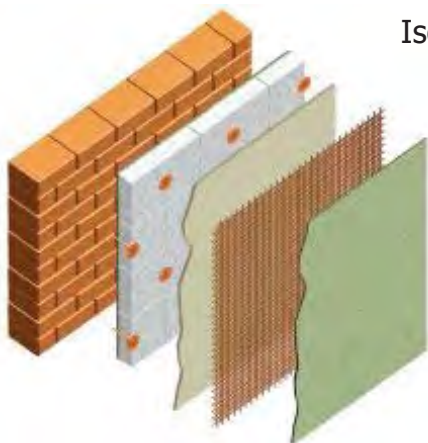
Isolamento di chiusure opache orizzontali  
isolamento all'intradosso

Isolamento dell'ultimo solaio  
isolamento all'estradosso

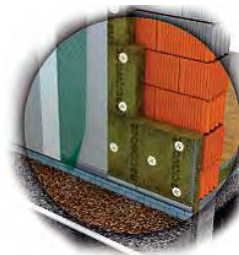


# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO

## Isolamento delle strutture e opache verticali



Isolamento dall'esterno – sistema "a cappotto"



Isolamento dall'interno



# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'INVOLUCRO

## Sostituzioni dei serramenti



Sostituzione del solo vetro



Sostituzione dell'intero serramento - vetro e telaio

# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'IMPIANTO

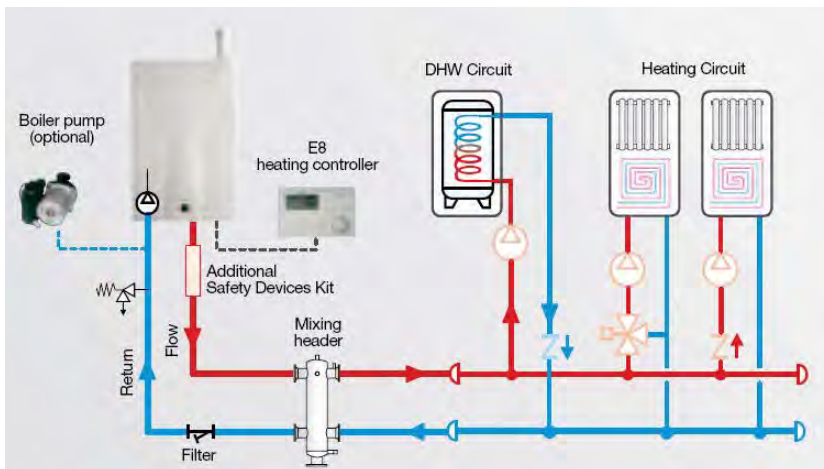
## Sostituzione del generatore



Sostituzione della caldaia tradizionale con una a condensazione

# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'IMPIANTO

## Adeguamento del sistema di distribuzione



Adeguamento del sistema di distribuzione

# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'IMPIANTO

## Adeguamento del sistema di emissione



Sostituzione dei terminali di erogazione del calore

Emissione attraverso pannelli radianti a pavimento





# INTERVENTI MIGLIORATIVI SULL'IMPIANTO

## Adeguamento del sistema di regolazione



Installazione di un termostato ambiente che consenta la programmazione della temperatura



Installazione di valvole termostatiche

## PERCHE' RIQUALIFICARE: ANALISI COSTI-BENEFICI

Valore di marketing della Certificazione Energetica per i nuovi edifici e Valore immobiliare della Certificazione Energetica per gli edifici esistenti da riqualificare in caso di interventi o compravendita

**"Salto" di classe energetica = "Salto" valore immobiliare**



Valore immobile in relazione a:

- Località (Eternalità)
- Caratteristiche geometriche e costruttive (Internalità)
- Prestazioni energetiche (costi energetici nel tempo)

# ANALISI COSTI-BENEFICI



Analisi utilizzata per valutare la convenienza di un investimento in termini di ritorno economico (benefici) ovvero degli obiettivi che si intendono raggiungere:

- Per l'**OPERATORE PRIVATO** si tratta di **MASSIMIZZARE IL PROFITTO**, vengono valutati i flussi monetari per l'avvio dell'investimento ed i ricavi. I costi sono in negativo i ricavi in positivo. Nel caso di interventi di risparmio o efficientamento energetico il risparmio conseguito rispetto alla situazione ex-ante intervento può essere computato come ricavo.
- Per l'**OPERATORE PUBBLICO** si tratta di **MASSIMIZZARE IL BENESSERE SOCIALE**. Nel caso di intervento pubblico si parla di **ANALISI ECONOMICA** (e non finanziaria), quindi non si valutano sol i flussi finanziari (entrate/uscite), ma anche i costi e i benefici sul piano "sociale" tra i benefici ad esempio la riduzione delle emissioni di CO2 e/o il ricorso a fonti di derivazione fossile.

# ANALISI COSTI-BENEFICI



## Analisi Costi-Benefici (ACB)

- Valutazione dei **benefici attesi**
  - Individuazione e descrizione dei benefici attesi
  - Individuazione delle metriche e dei valori attesi
  - Correlazione obiettivi-benefici.
- Stima dei **costi**
  - Individuazione delle principali voci di costo
  - Esplicitazione delle metriche utilizzate
  - Stima dei costi di impianto e di esercizio ed impegno di risorse umane
- **Analisi dell'investimento**
  - Metodi e tecniche di stima dei costi
  - Metodi e tecniche di analisi dei benefici
  - Metodi e tecniche di analisi dell'investimento (DCF, TIR, periodo di recupero....)

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Interventi migliorativi del sistema edificio/impianto



1. INVOLUCRO OPACO



2. INVOLUCRO TRASPARENTE

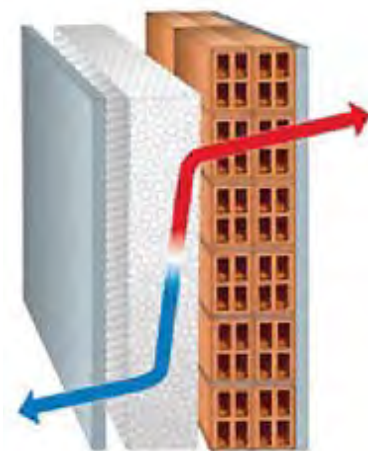


3. IMPIANTO

### POSSIBILI PUNTI DEBOLI

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Interventi migliorativi del sistema edificio/impianto



1. INVOLUCRO OPACO



2. INVOLUCRO TRASPARENTE



Combustion/condensation phenomenon

3. IMPIANTO

### POSSIBILI INTERVENTI MIGLIORATIVI

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Valutazione della convenienza dell'intervento



**Costo intervento  
10.000 €**



Edificio con caldaia standard  
**Fabbisogno di ENERGIA PRIMARIA  
per il riscaldamento:**

$$Q_{p,H} = 106.000 \text{ kwh/anno}$$

Stesso edificio con caldaia a condensazione  
**Fabbisogno di ENERGIA PRIMARIA  
per il riscaldamento:**

$$Q_{p,H} = 87.500 \text{ kwh/anno}$$

**Risparmio energetico 18.500 kWh/anno**

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Costo dell'energia

Bolletta Hera Comm n. 407000840825 del 01.03.2007 scade il 23.03.2007

Documento intestato a:  
GIOVANNI BIANCHI  
VIA ROMA, 5  
40026 IMOLA BO

Codice Cliente: 1001111111  
Codice dom. bancaria/postale: 84444 1 000002222222  
Codice fiscale: BNGGNN90L05A944T



il totale per la fornitura GAS è di **360,02 €**

**CONTRATTO N. 3003696927**

Servizio fornito in: VIA ROMA 5  
40026 IMOLA BO

**INFORMAZIONI CONTRATTUALI**

Uffici: Riscaldamento promiscuo  
Opzione tariffaria: Gas - Standard  
Ambito tariffario: GAS NATURALE - IMOLA FAENZA  
Tariffa ambito domestico

Coefficiente PCS (Potere calorifico superiore): 0,03893 GJ/m<sup>3</sup>

Società di distribuzione: Hera spa  
Impianto di Distribuzione: IMOLA FAENZA  
Punto di riconsegna: 03081006402350  
Taglia del contatore: G4  
Portata oraria del contatore: 2,0 mc/h

**SINTESI CONSUMI FATTURATI**

Stiamo fatturando un consumo stimato pari a 325 mc per un periodo di 71 giorni dal 14.12.2006 al 22.02.2007

Consumo annuo previsto) 1.200 mc

**SINTESI IMPORTI FATTURATI**

Fornitura gas  
Imposte  
Utenti non addebitati e accreditati  
IVA 20% su imponibile 235,65 €

**TOTALE CONTRATTO**

**UNI EN 15603**

Fuel	Density	Gross calorific value
	kg/m <sup>3</sup>	MJ/m <sup>3</sup>
Natural gas L	0,64	35,2
Natural gas H	0,61	41,3
Methane	0,55	39,9
Propane	1,56	100,9
Butane	2,09	133,9
Biogas	1,2	4 to 8*

\* Depending on its methane content.

$$1 \text{ GJ} = 277 \text{ kWh}$$

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Costo dell'energia

Segue boletina n. 407000340825 del 01.03.2007

DETTAGLIO LETTURE, CONSUMI, IMPORTI fatturati per contratto n. 300369827

Stiamo fatturando un consumo stimato pari a 325 mc per un periodo di 71 giorni dal 14.12.2006 al 22.02.2007

Contatore matricola: 24275344001043354

data	lettura	tipo lettura
14.12.2006	43.402 mc	Let. di attivazione Dipendente HERA
22.02.2007	43.727 mc	Letura stimata

Consumo: 325 mc

Dettaglio calcoli relativi al periodo dal 14.12.2006 al 22.02.2007 - Acconto

QUANTITA'	PREZZO	IMPORTO	IVA
<b>QUOTA FISSA</b>			
Quota fissa distribuzione importo dal 14.12.2006 al 22.02.2007			
71	71	5,04	
<b>TOTALE QUOTA FISSA</b>			
		5,04	20%
<b>QUOTA VARIABILE</b>			
Componente materia prima			
importo dal 14.12.2006 al 22.02.2007			
325	0,338664	109,44	
Quota di vendita al dettaglio			
importo dal 14.12.2006 al 22.02.2007			
325	0,0268456	8,70	
Quota variabile distribuzione			
importo dal 14.12.2006 al 22.02.2007			
325	0,0991902	32,51	
2° scaglione			
importo dal 01.01.2007 al 22.02.2007			
66	0,0646965	4,21	
3° scaglione			
Quota clienti disagiati			
importo dal 14.12.2006 al 22.02.2007			
325	0,000000	0,00	
<b>TOTALE QUOTA VARIABILE</b>			
		143,71	20%

**IMPOSTE**

IMPOSTE	€mc
Accise sui civili tariffe T2 fino a 250 mc/anno	0,50
importo dal 14.12.2006 al 31.12.2006	0,50
importo dal 01.01.2007 al 22.02.2007	0,00
Accise sui civili tariffe T2 oltre 250 mc/anno	7,97
importo dal 14.12.2006 al 31.12.2006	7,97
importo dal 01.01.2007 al 22.02.2007	0,00
Acc. reg. sui civili T2 fino a 250 mc/anno	0,25
importo dal 14.12.2006 al 31.12.2006	0,25
importo dal 01.01.2007 al 22.02.2007	0,00
Acc. reg. sui civili T2 oltre 250 mc/anno	1,12
importo dal 14.12.2006 al 31.12.2006	1,12
importo dal 01.01.2007 al 22.02.2007	0,00

**TOTALE IMPOSTE** 9,84

Totale Acconto ..... € 210,85

Ulteriori addebiti e accrediti

DESCRIZIONE	IMPORTO	IVA
Diritti di attivazione	25,00	20%
importo al 14.12.2006	25,00	
Depositi	77,00	20%
Deposito Cauzionale contratto n. 300369827	77,00	
<b>Totale ulteriori addebiti e accrediti</b>	<b>102,00</b>	

**Sezione IVA**

DESCRIZIONE	IMPORTO
20% - IVA 20% su importi 233,55 €	47,17
2% - Aliquota IVA su importi 77,00 €	1,54
<b>TOTALE CONTRATTO</b>	<b>360,02</b>

Tariffe e imposte applicate salvo conguaglio

(143,71 € + 61,30 €) + IVA 20% = 246,01 €

Costo per Nm<sup>3</sup>  
246,01/325 = 0,75 €/Nm<sup>3</sup>

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Costo dell'energia

$$\text{Costo per kWh} = \frac{\text{Costo per m}^3}{\text{Potere calorifico}}$$

Per una famiglia media il risparmio (mancato utilizzo di gas metano) si può considerare indicativamente pari a:

**6,9 c€ per kWh** (IVA 20% inclusa)

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Calcolo ritorno economico

■ 18.500 kWh/anno risparmio energetico annuo

■ 0,069 €/kWh prezzo dell'energia

■  $18.500 \times 0,069 \text{ €} = 1.276,5 \text{ €}$  **risparmio annuo**

$\frac{\text{Investimento effettuato}}{\text{Risparmio medio annuo}} = \text{TEMPO DI RITORNO DELL'INVESTIMENTO}$

$\frac{10.000 \text{ €}}{1.276,5 \text{ €}} = 8 \text{ anni}$

Con l'agevolazione del 65%  
si scende fino a 4 anni!

# ANALISI COSTI-BENEFICI

## Fattore emissione CO<sub>2</sub> da 15603

### FATTORI DI EMISSIONE DELLA CO<sub>2</sub> e FATTORE DI CONVERSIONE IN ENERGIA PRIMARIA

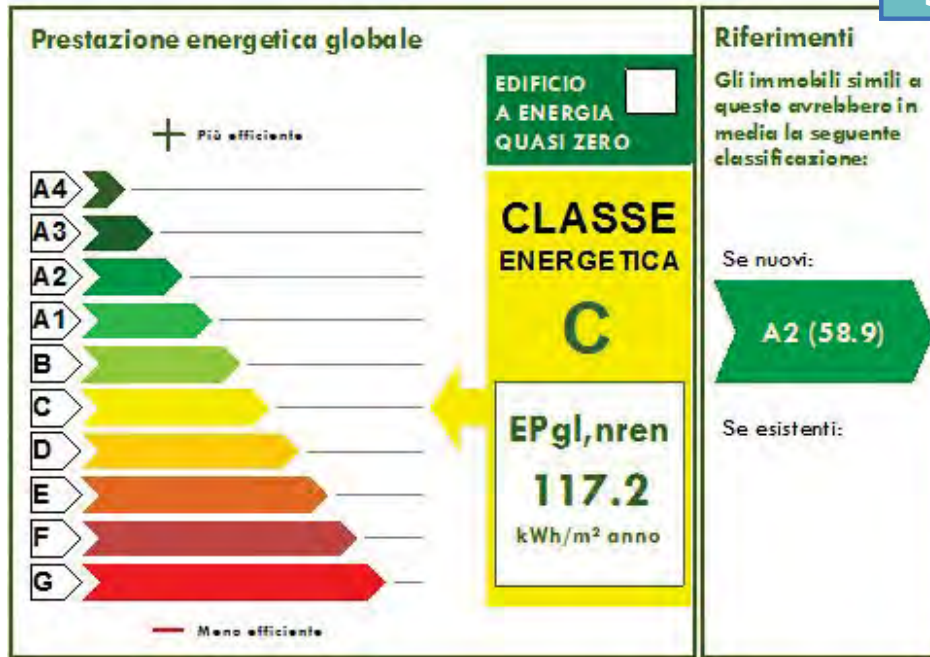
	Primary energy factors $f_p$		CO <sub>2</sub> production coefficient $K$
	Non-renewable	Total	kg/MWh
Fuel oil	1,35	1,35	330
Gas	1,36	1,36	277
Anthracite	1,19	1,19	394
Lignite	1,40	1,40	433
Coke			467
Wood st			4
Log			14
Beech lo			13
Fir log			20
Electricity from hydraulic power plant	0,50	1,50	7
Electricity from nuclear power plant	2,80	2,80	16
Electricity from coal power plant	4,05	4,05	1340
Electricity Mix UCPT	3,14	3,31	617

$18.5 \text{ MWh} \times 277 = 5124,5 \text{ kg CO}_2$

# CASO DI STUDIO

## Prova 5: Cappotto termico e miglioramento regolazione

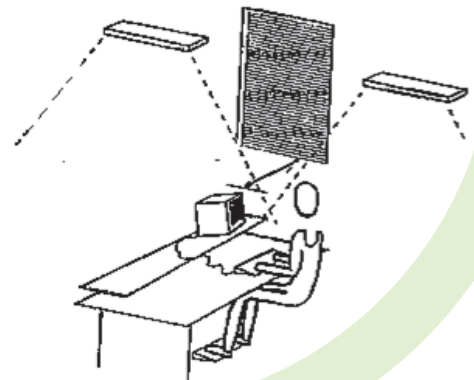
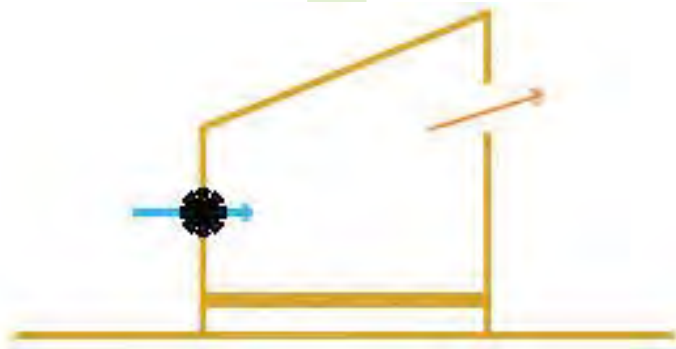
vedi SW



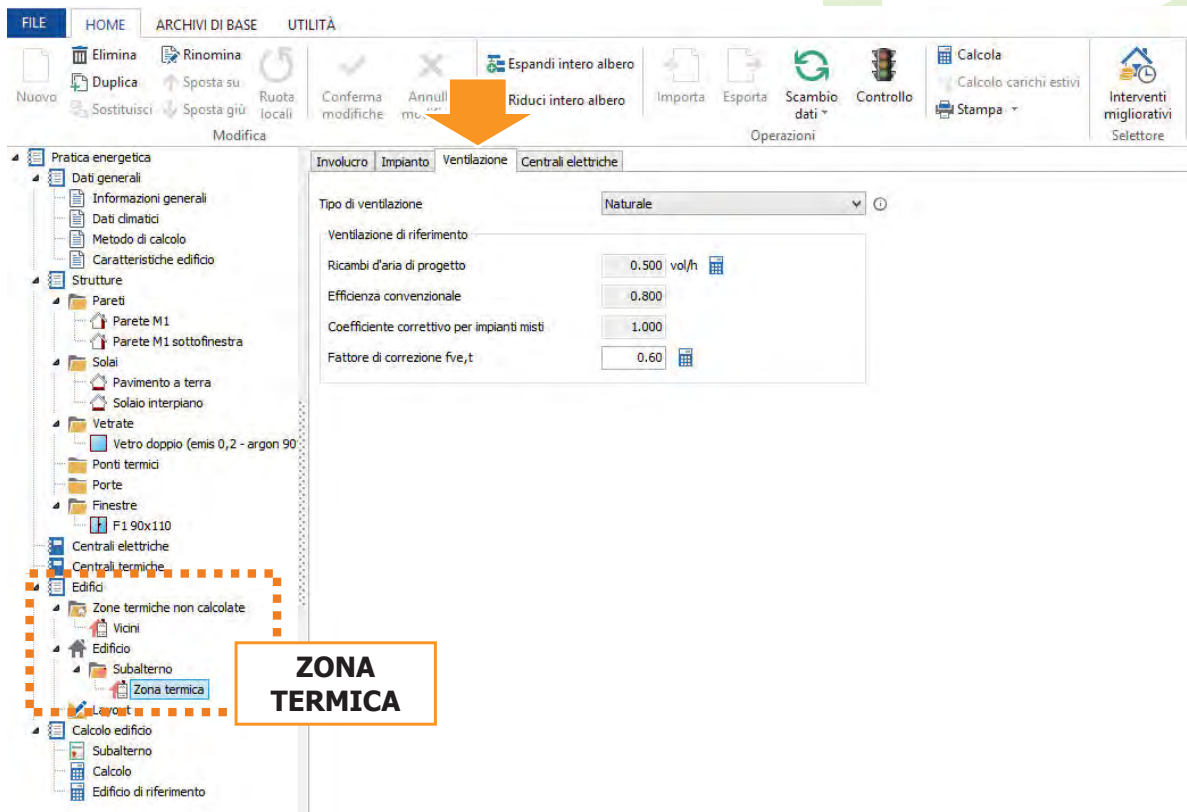
## CORSO sulla Certificazione Energetica

### 4 VENTILAZIONE E ILLUMINAZIONE

Calcolo della ventilazione con il software. Calcolo del fabbisogno di energia primaria per l'illuminazione degli ambienti interni e delle zone esterne introdotto nell'Appendice D della UNI TS 11300-2:2014



# IL SOFTWARE TERMO



## VENTILAZIONE EFFETTIVA

### Calcolo della portata di ventilazione effettiva

*UNI TS 11300-1:2014, 12.3*

La portata di ventilazione effettiva, utilizzata per il **calcolo della prestazione energetica dell'edificio**, è invece calcolata tenendo in considerazione la modalità di ventilazione effettivamente esistente o definita nel progetto.

Si possono avere i seguenti casi, per ciascuno dei quali la norma illustra il calcolo della  $q_{ve,k,mn}$ :

- edifici nei quali si ha la sola ventilazione naturale
- edifici nei quali si ha solo ventilazione meccanica
- edifici nei quali si ha ventilazione ibrida
- edifici nei quali la ventilazione meccanica è assicurata dall'impianto di climatizzazione



# VENTILAZIONE EFFETTIVA

## Calcolo della portata di ventilazione effettiva con VMC

UNI TS 11300-1:2014, 12.3.2

Calcolo della portata di ventilazione effettiva  $q_{ve,k,mn}$  per edifici nei quali si ha la  **sola ventilazione meccanica**:

$$q_{ve,k,mn} = \overline{(q'_{ve,x})_k} \times (1 - \beta_k) + (q_{ve,f} \times b_{ve} \times FC_{ve} + \overline{(q_{ve,x})_k}) \times \beta_k$$

↑  
**portata ventilazione**

**effetto del vento, quanto impianto spento**

**portata dovuta alla VMC, quando l'impianto è acceso**

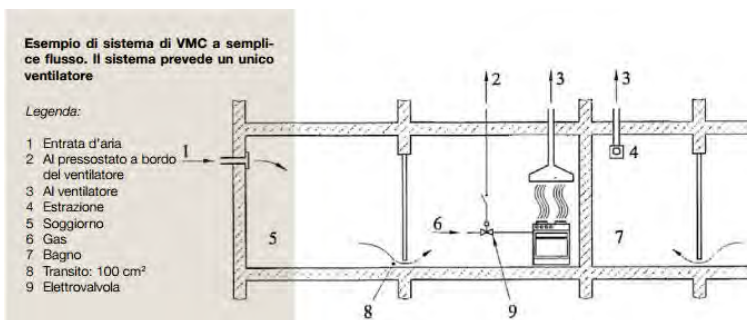
$\beta_k$  = frazione dell'intervallo di calcolo in cui l'impianto è acceso

# VENTILAZIONE

## Ventilazione meccanica controllata - VMC

Varie tipologie di impianti di VMC da norma UNI 7129:

- 1) Semplice flusso autoregolato, estrazione **puntiforme**
- 2) Semplice flusso autoregolato, estrazione **centralizzata**
- 3) Semplice flusso **igroregolato**, estrazione centralizzata
- 4) **Doppio** flusso autoregolato, estrazione centralizzata



Montaggio ingresso aria nell'infisso



Montaggio ingresso aria sul cassonetto

# VENTILAZIONE

## Ventilazione meccanica controllata - VMC

Varie tipologie di impianti di VMC:

2) Semplice flusso autoregolato, estrazione **centralizzata**

### VMC Semplice flusso autoregolabile per abitazioni monofamiliari

- 1 - Ingressi Aria
- 2 - Gruppo Estrazione
- 3 - Condotti ed accessori
- 4 - Uscita a tetto



BAP'SI  
Bocchetta Autoregolabile

# VENTILAZIONE

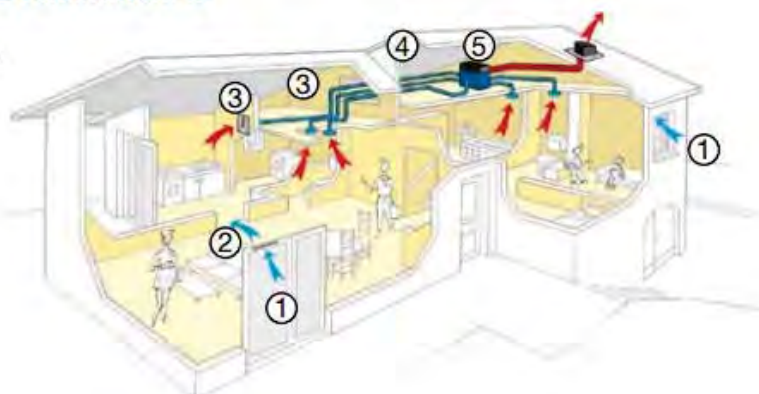
## Ventilazione meccanica controllata - VMC

Varie tipologie di impianti di VMC:

3) Semplice flusso **igroregolato**, estrazione centralizzata

### VMC Semplice flusso igroregolabile per abitazioni monofamiliare

- 1 - ingressi aria sul telaio finestra
- 2 - flusso "laminare"
- 3 - bocchette di estrazione
- 4 - sistema di convogliamento canali dell'aria estratta
- 5 - ventilatore meccanico per abitazione residenziale



BAHIA Curve  
Bocchetta Igroregolabile

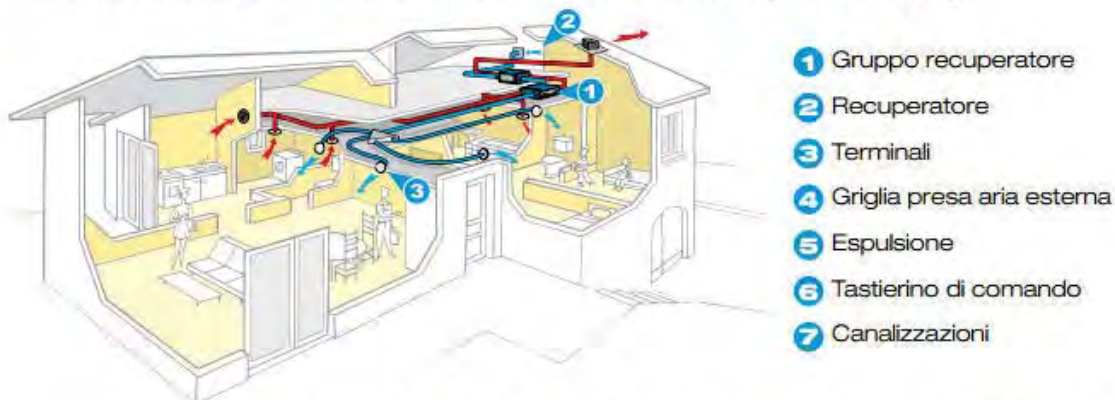
# VENTILAZIONE

## Ventilazione meccanica controllata - VMC

Varie tipologie di impianti di VMC:

4) **Doppio** flusso autoregolato, estrazione centralizzata

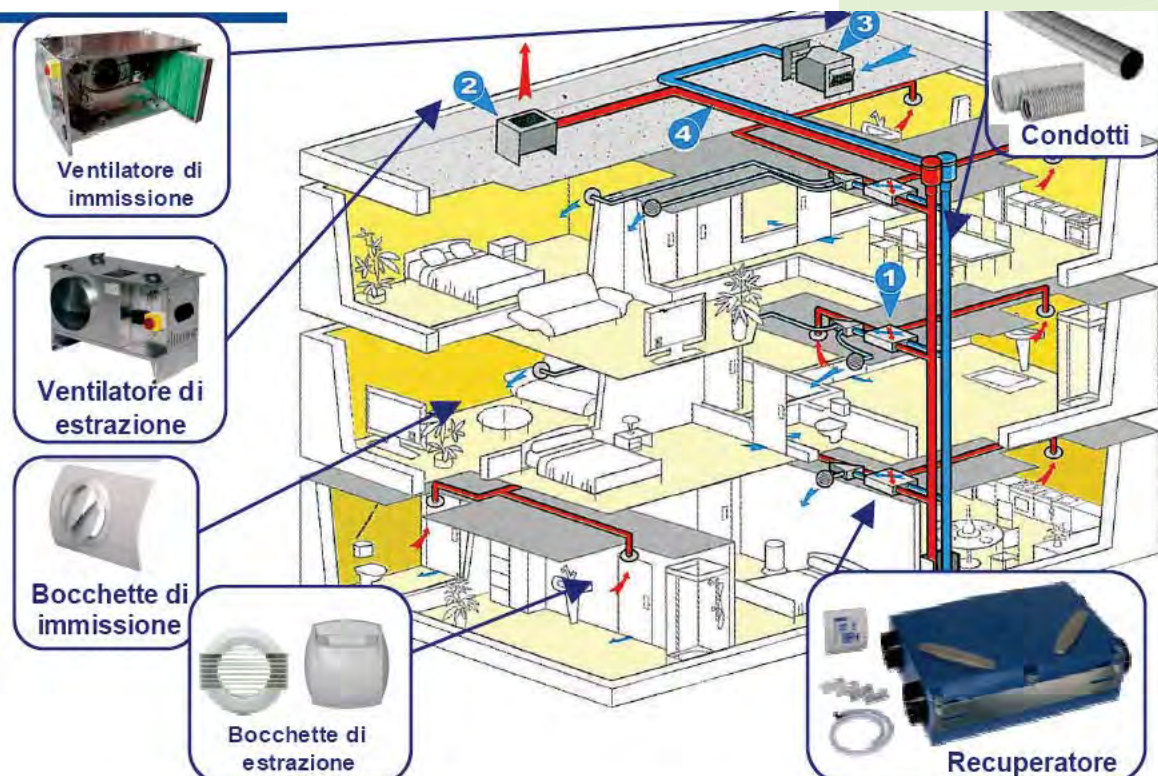
### 1) VMC a Doppio Flusso con Recupero di Calore Alto Rendimento per abitazioni individuali (Dee Fly®)



Grazie alla sua resa elevata il sistema a doppio flusso Dee Fly permette un sostanziale risparmio su riscaldamento e fornisce un comfort termico grazie al preriscaldamento dell'aria immessa.

# VENTILAZIONE

## Ventilazione meccanica controllata - VMC



# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogni di energia per illuminazione

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_L = E_{L,int} + E_{L,est} \quad [\text{kWh}]$$

$E_L$  : fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione dell'edificio [kWh]

$E_{L,int}$  : fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione interna dell'edificio [kWh]

$E_{L,est}$  : fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione esterna dell'edificio [kWh]

La metodologia di calcolo della prestazione energetica degli edifici specifica al servizio illuminazione è stabilita dalla norma UNI EN 15193. È altresì possibile operare all'interno dei requisiti normativi attraverso l'utilizzo del presente allegato come linea guida per adottare nel calcolo dei valori convenzionali allineati con quanto già introdotto per altri servizi.

NEW

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

Nel calcolo si considerano gli ambienti interni (zone climatizzate e zone non climatizzate) e, per la sola valutazione di tipo A3, le aree esterne di pertinenza esclusiva dell'edificio nelle quali gli apparecchi luminosi sono alimentati e collegati all'edificio stesso.

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_{L,int} = E_{L,int,p} + E_{L,int,s} \quad [\text{kWh}]$$

$E_{L,int,p}$  : fabbisogno di energia elettrica per dispositivi di controllo e di emergenza [kWh]

$E_{L,int,s}$  : fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione artificiale di una zona o di un ambiente [kWh]



$$E_{L,est} = \sum_i W_{ill,est,i} \cdot t_{N,on,est} \quad [\text{kWh}]$$

$W_{ill,est,i}$  : potenza elettrica dell'i-esimo apparecchio installato all'esterno dell'edificio [kW]

$t_{N,on,est}$  : tempo di accensione dell'illuminazione esterna durante la notte [h]

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione interna

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_{L,int,p} = 6 \cdot S_u \quad [\text{kWh}]$$

$E_{L,int,p}$ : fabbisogno di energia elettrica per dispositivi di controllo e di emergenza [kWh]  
 $S_u$ : superficie utile di pavimento dell'ambiente o della zona [m<sup>2</sup>]

Per valutazioni A1 e A2 si considera un fabbisogno di energia elettrica parassita dovuto a dispositivi di controllo di 5 kWh/m<sup>2</sup> anno e un fabbisogno di ricarica per i dispositivi elettrici di emergenza di 1 kWh/m<sup>2</sup> anno, per tutte le destinazioni d'uso.

$$E_{L,int,s} = W_{el,ill} \cdot F_c \cdot [(t_d \cdot F_o \cdot F_D) + (t_n \cdot F_o)] \quad [\text{kWh}]$$

$E_{L,est,s}$ : fabbisogno di energia elettrica per l'illuminazione artificiale di una zona o di un ambiente [kWh]

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_{L,int,s} = W_{el,ill} \cdot F_c \cdot [(t_d \cdot F_o \cdot F_D) + (t_n \cdot F_o)] \quad [\text{kWh}]$$

$W_{e,ill}$ : potenza elettrica installata per illuminazione artificiale, da UNI EN 15193 [-]



# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$W_{el,ill} = \Phi_{ill} / \mu_{ill}$$

$\Phi_{ill}$  : flusso luminoso [lm]  
 $\mu_{ill}$  : efficacia luminosa [lm/W]

Tipo di lampada		Efficacia luminosa [lm/W]
Ad incandescenza	Tradizionali	12
	Alogene	20
A fluorescenza	Compatte	60
	Tubolari o circolari	90
A led		70
Agl i ioduri metallici		75
A vapori di sodio (alta pressione)		90
A vapori di sodio (bassa pressione)		120
A induzione		60

$$\Phi_{ill} = E / (n \cdot F_{De}) \cdot S_u$$

$E$  : livello di illuminamento [ $lx = lm/m^2$ ] (da UNI EN 12464-1 con fattore correttivo di 0,8)  
 $n$  : fattore di utilizzazione locale (pari a 0,8) [-]  
rapporto tra flusso utile sul piano di lavoro e flusso emesso dalla sorgente luminosa  
 $F_{De}$  : fattore di decadimento del sistema (pari a 0,8) [-]  
ad esempio per invecchiamento lampade o sporcamento  
 $S_u$  : superficie utile di pavimento dell'ambiente o della zona [ $m^2$ ]

# ILLUMINAZIONE E SW TERMO

## Parametri per il calcolo del fabbisogno di illuminazione

Dati illuminazione

Illuminamento mantenuto

Potenza installata

Sistemi di controllo per il mantenimento di valori costanti di illuminamento

Fattore di assenza

Tipo di sistema di controllo per l'ottimizzazione della luce naturale

Tipo di sistema di controllo in funzione della presenza

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

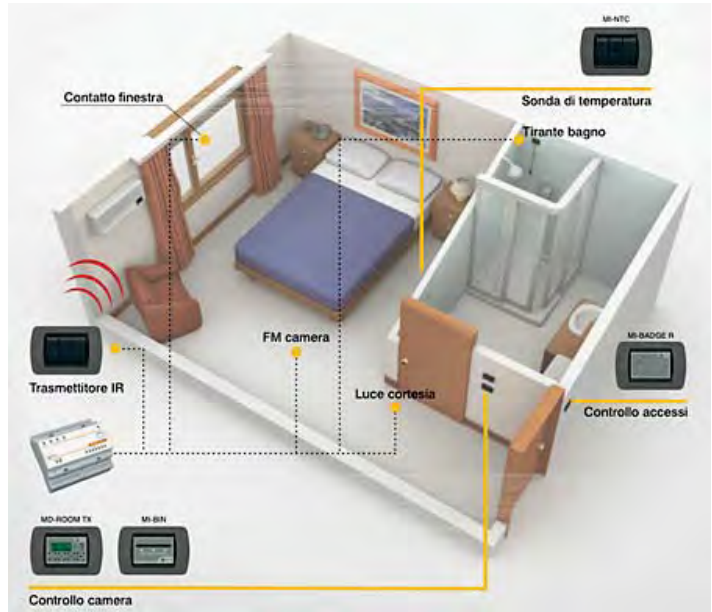
UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_{L,int,s} = W_{el,ill} \cdot F_c \cdot [(t_d \cdot F_O \cdot F_D) + (t_n \cdot F_O)] \quad [kWh]$$

$F_c$ : fattore di utilizzo della potenza installata [-]

= 0,9 in presenza di sistemi automatici o di controllo

= 1 in assenza di sistemi automatici di controllo



# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_{L,int,s} = W_{el,ill} \cdot F_c \cdot [(t_d \cdot F_O \cdot F_D) + (t_n \cdot F_O)] \quad [kWh]$$

$t_{d/n}$ : durata dei periodi di attivazione diurno/notturno, per valutazioni A1 e A2 da prospetto D1 [h]

Tipologia di edificio	$t_d$ [h]	$t_n$ [h]
E.1(3) – Edifici adibiti ad albergo, pensioni e attività similari	3000	2000
E.2 – Edifici adibiti ad uffici e assimilabili	2250	250
E.3 – Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	3000	2000
E.4.(1) – Cinema e teatri, sale di riunioni per congressi	1250	1250
E.4.(2) – Luoghi di culto, mostre, musei e biblioteche	1250	250
E.4.(3) – Bar, ristoranti, sale da ballo	1250	1250
E.5 – Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	3000	2000
E.6.(1) – Piscine, saune e assimilabili	2000	2000
E.6.(2) – Palestre e assimilabili		
E.6.(3) – Servizi a supporto alle attività sportive		
E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili	1800	200
E.8 – Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	2500	1500

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_{L,int,s} = W_{el,ill} \cdot F_c \cdot [(t_d \cdot F_o) F_D) + (t_n \cdot F_o)] \quad [\text{kWh}]$$

$F_o$ : fattore di dipendenza dall'occupazione dell'ambiente o della zona, da Appendice D della norma UNI EN 15193 [-]

$F_o = 1$  per accensione dell'illuminazione centralizzata in più di una zona o in una zona con superficie maggiore di 30 m<sup>2</sup> (escluse le sale riunioni)

**funz ( $F_A, F_{OC}$ )**

$F_A$ : fattore di assenza, da prospetto D.2 [-]  
la proporzione del tempo nel quale lo spazio non è occupato

$F_{OC}$ : fattore di occupazione, in funzione del tipo di sistema di controllo dell'illuminazione [-]

Quando  $0,0 \leq F_A < 0,2$

$$F_o = 1 - [(1 - F_{OC}) \times F_A / 0,2]$$

Quando  $0,2 \leq F_A \leq 0,9$

$$F_o = F_{OC} + 0,2 - F_A$$

Quando  $0,9 \leq F_A \leq 1,0$

$$F_o = [7 - (10 \times F_{OC})] \times (F_A - 1)$$

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI EN 15193:2008

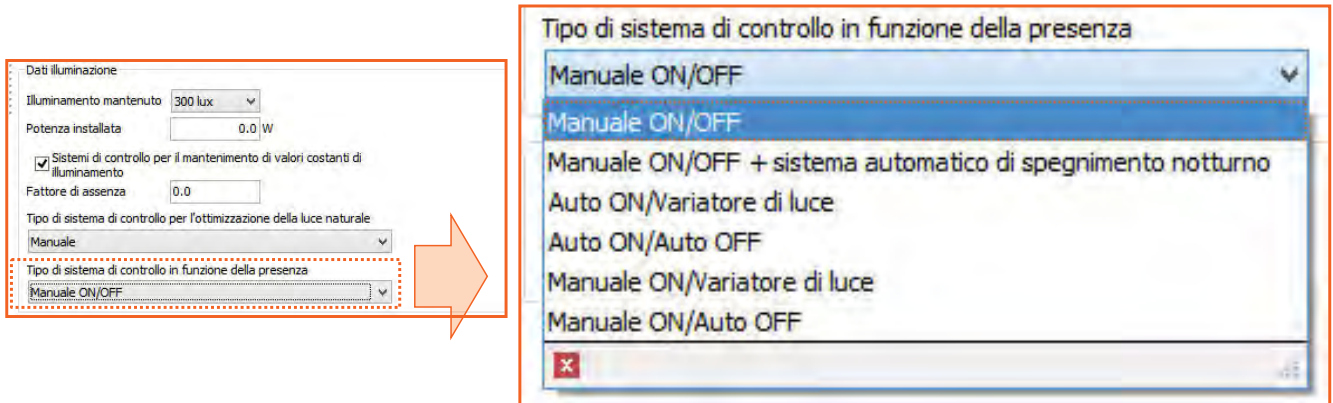
$F_A$	Ospedali			
	0			
			Corsia/letto	0
			Esami/trattamenti	0,4
			Pre-operazione	0,4
			Corsia recupero	0
			Camera operatoria	0
			Corridoi	0
			Canalina/condotto(regolato)	0,7
			Sala d'attesa	0
			Ingresso	0
			Locale giorno	0,2
			Laboratorio	0,2

$F_{OC}$	Sistemi senza rilevamento automatico di presenza o assenza	
		$F_{OC}$
	Accensione e spegnimento manuale	1,00
	Accensione e spegnimento manuale + ulteriore segnale di spegnimento generale automatico	0,95
	Sistemi con rilevamento automatico di presenza o assenza	
	Accensione automatica/regolazione automatica	0,95
	Accensione e spegnimento automatico	0,90
	Accensione manuale, regolazione e spegnimento automatico	0,90
	Accensione manuale e spegnimento automatico	0,80



# ILLUMINAZIONE E SW TERMO

## Parametri per il calcolo del fabbisogno di illuminazione



# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI TS 11300-2:2014, prospetto D.2

$F_A$

Categoria dell'edificio e destinazione d'uso	Tipologia di ambiente	Fattore di assenza $F_A$
E.1(3) – Edifici adibiti ad albergo, pensioni e attività similari	Ingressi, receptions, spazi comuni, bar e assimilabili	0,0
	Corridoi e assimilabili	0,4
	Sale conferenza, sale riunioni e assimilabili	0,5
	Stanze	0,6
	Servizi igienici, magazzini e assimilabili	0,9
E.2 – Edifici adibiti ad uffici e assimilabili	Ingressi, receptions	0,0
	Uffici open-space	0,0
	Uffici singoli	0,1
	Corridoi e assimilabili	0,4
	Sale conferenza, sale riunioni, rest-room e assimilabili	0,5
E.3 – Edifici adibiti ad ospedali, cliniche, case di cura e assimilabili	Servizi igienici, magazzini e assimilabili	0,9
	Stanze, corridoi, sale d'aspetto, spazi aperti al pubblico e assimilabili, sale per esami clinici, sale operatorie	0,0
	Laboratori	0,2
	Magazzini e assimilabili	0,9

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

**F<sub>A</sub>**

E.4.(1) – Cinema e teatri, sale di riunioni per congressi	Sale, aree aperte al pubblico	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Servizi igienici	0,9
E.4.(2) – Luoghi di culto, mostre, musei e biblioteche	Sale, aree aperte al pubblico	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Servizi igienici	0,9
E.4.(3) – Bar, ristoranti, sale da ballo	Sale, aree aperte al pubblico	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Servizi igienici	0,9
E.5 – Edifici adibiti ad attività commerciali ed assimilabili	Sale, aree aperte al pubblico	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Servizi igienici	0,9
E.6.(1) – Piscine, saune e assimilabili	Aree dove si svolgono le attività sportive/ricreative, aree aperte al pubblico, spogliatoi e locali docce.	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Servizi igienici	0,9
E.6.(2) – Palestre e assimilabili	Sale, aree aperte al pubblico, spogliatoi e locali docce.	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Servizi igienici	0,9
E.6.(3) – Servizi a supporto alle attività sportive	Sale, aree aperte al pubblico, spogliatoi e locali docce.	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Servizi igienici	0,9
E.7 – Edifici adibiti ad attività scolastiche di tutti i livelli e assimilabili	Aule e uffici scolastici	0,0
	Corridoi e assimilabili	0,4
	Sale per insegnanti, laboratori, aule didattiche non regolarmente occupate	0,5
	Servizi igienici	0,9
E.8 – Edifici adibiti ad attività industriali ed artigianali e assimilabili	Aree produttive/spazi lavorativi	0,0
	Magazzini e assimilabili	0,2
	Rest-room e assimilabili	0,5
	Servizi igienici	0,9

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI TS 11300-2:2014, Appendice D

$$E_{L,int,s} = W_{el,ill} \cdot F_c \cdot [(t_d \cdot F_o \cdot F_D) + (t_n \cdot F_o)] \quad [kWh]$$

$F_D$ : fattore di utilizzo della luce naturale [-]

$$F_D = 1 - (F_{D,S} \cdot F_{D,C} \cdot C_{D,S})$$

$F_{D,S}$ : fattore di disponibilità della luce naturale [-]  
tiene conto del libello di illuminamento in lux richiesto dall'ambiente, del fattore di penetrazione della luce diurna ed è in funzione della latitudine della località

$F_{D,C}$ : fattore di riduzione per tener conto dei sistemi di controllo della luce naturale [-]  
tiene conto della presenza di sistemi di controllo manuali o automatici (sensori della luce diurna), ed è in funzione della penetrazione della luce diurna calcolata come da UNI EN 15193

$C_{D,S}$ : coefficiente di correzione mensile, (=1 per valutazioni A1 e A2) [-]  
tiene conto delle variazioni di utilizzo della luce naturale nei diversi mesi dell'anno

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI EN 15193:2008

$F_{D,S}$

Sito	Latitudine $\gamma$	Fattore di disponibilità della luce diurna $F_{D,S}$ variabile tra 0 e 1								
		300 lx			500 lx			750 lx		
		Debole	Media	Forte	Debole	Media	Forte	Debole	Media	Forte
Atene	38	0,80	0,91	0,96	0,59	0,80	0,90	0,41	0,63	0,82
Lione	46	0,70	0,82	0,89	0,51	0,70	0,82	0,36	0,55	0,72
Bratislava	48	0,68	0,80	0,87	0,49	0,68	0,79	0,35	0,54	0,70
Francoforte	50	0,66	0,78	0,85	0,47	0,66	0,77	0,33	0,52	0,68
Watford	52	0,63	0,76	0,83	0,45	0,63	0,75	0,32	0,50	0,65
Gävle	60	0,54	0,67	0,76	0,38	0,54	0,66	0,27	0,42	0,56

$F_{D,C}$

Controllo del sistema di illuminazione artificiale	$F_{D,C,n}$ in funzione della penetrazione della luce diurna		
	Debole	Media	Forte
Manuale	0,20	0,30	0,40
Automatica, dipendente dalla luce diurna	0,75	0,77	0,85

# ILLUMINAZIONE E SW TERMO

## Parametri per il calcolo del fabbisogno di illuminazione

Dati illuminazione

Illuminamento mantenuto: 300 lux  
 Potenza installata: 0,0 W  
 Sistemi di controllo per il mantenimento di valori costanti di illuminamento  
 Fattore di assenza: 0,0  
 Tipo di sistema di controllo per l'ottimizzazione della luce naturale: Manuale  
 Tipo di sistema di controllo in funzione della presenza: Manuale ON/OFF

Illuminamento mantenuto

300 lux

300 lux

500 lux

750 lux

Tipo di sistema di controllo per l'ottimizzazione della luce naturale

Manuale

Manuale

Automatico, con sensore

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI EN 15193:2008

**D** fattore di penetrazione della luce diurna

$$D = D_c \cdot \tau_{D65} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

- $\tau_{D65}$  è il fattore di trasmissione luminosa;
- $k_1$  è il rapporto tra la superficie vetrata e la superficie del serramento;
- $k_2$  tiene conto dei depositi sulla superficie vetrata (pari a 0,8);
- $k_3$  tiene conto dell'incidenza non normale della luce (pari a 0,9)

$$D_c = (4,13 + 20 \cdot I_T - 1,36 \cdot I_{DE}) \cdot I_o \quad [\%]$$

$$I_T = A_w / S_u \quad \text{indice di trasparenza}$$

$$\text{indice di profondità} \quad I_{DE} = \alpha_D / h_w = 2,5 \cdot h_w / h_w = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{indice di ostruzione} \quad I_o = F_{sh,ob} \cdot k_{GDF} = F_{sh,ob} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

# ILLUMINAZIONE

## Fabbisogno di energia per illuminazione artificiale di una zona

UNI EN 15193:2008

**$\tau_{D65}$**  fattore di trasmissione emisferica diretta della finestratura

Valori tipici della trasmittanza  $\tau_{D65}$  dei componenti trasparenti e traslucidi dell'edificio

Tipo	U	g/L	$\tau_e$	$\tau_{D65}$
Vetratura singola	5,8	0,87	0,85	0,90
Vetratura doppia	2,9	0,78	0,73	0,82
Vetratura tripla	2,0	0,70	0,63	0,75
Vetratura a bassa energia, doppia vetratura	1,7	0,72	0,60	0,74
Vetratura a bassa energia, doppia vetratura	1,4	0,67	0,58	0,78
Vetratura a bassa energia, doppia vetratura	1,2	0,65	0,54	0,78
Vetratura a bassa energia, tripla vetratura	0,8	0,50	0,39	0,69
Vetratura a bassa energia, tripla vetratura	0,6	0,50	0,39	0,69
Vetratura di protezione solare, doppia	1,3	0,48	0,44	0,59
Vetratura di protezione solare, doppia	1,2	0,37	0,34	0,67
Vetratura di protezione solare, doppia	1,2	0,25	0,21	0,40

I dati del prospetto C.1a) sono solamente indicativi. Per dati accurati contattare il produttore o il fornitore.

# ILLUMINAZIONE E SW TERMO

## Parametri per il calcolo del fabbisogno di illuminazione

UNI EN 15193:2008

$\tau_{D65}$  fattore di trasmissione emisferica diretta della finestratura

Tipologia: Vetrate esterna  
Tipo vetro: Vetro doppio  
 Dati forniti dal produttore  
Emissività: 0.837  
Vetro: Spessore: 4 mm, Conduttività: 1.000 W/mK  
Intercapedini: Spessore: 12 mm, Gas: Aria  
Trasmittanza: 2.8 W/m<sup>2</sup>K  
Tau,D65: 0.820  
Coefficiente k3: 0.85  
 Vetro autopulente  
Fonte:

Nome	U	g	Tau,e	Tau,D65
Vetratura singola	5.80	0.87	0.85	0.90
Vetratura doppia	2.90	0.78	0.73	0.82
Vetratura tripla	2.00	0.70	0.63	0.75
Vetratura a bassa energia, doppia vetratura	1.70	0.72	0.60	0.74
Vetratura a bassa energia, doppia vetratura	1.40	0.67	0.58	0.78
Vetratura a bassa energia, doppia vetratura	1.20	0.65	0.54	0.78
Vetratura a bassa energia, tripla vetratura	0.80	0.50	0.39	0.69
Vetratura a bassa energia, tripla vetratura	0.60	0.50	0.39	0.69
Vetratura di protezione solare, doppia	1.30	0.48	0.44	0.59
Vetratura di protezione solare, doppia	1.20	0.37	0.34	0.67
Vetratura di protezione solare, doppia	1.20	0.25	0.21	0.40

*Grazie  
per  
l'attenzione...*

 **eden**  
edilizia energetica

Gruppo EDEN | Via della Barca, 24/3 - 40133 Bologna  
Tel. 051-7166459 | e-mail: [info@gruppoeden.it](mailto:info@gruppoeden.it)

[www.ediliziaenergetica.it](http://www.ediliziaenergetica.it)

*...e restiamo in contatto!*



Ing. Sonia Subazzoli  
[sonia.subazzoli@gruppoeden.it](mailto:sonia.subazzoli@gruppoeden.it)

[www.facebook.com/gruppoeden](http://www.facebook.com/gruppoeden)