

Il benessere nella casa di legno

Comfort termico nei climi caldi

Erlacher Peter Naturno

Erlacher Peter Naturno (BZ)
Fisica tecnica & Edilizia sostenibile
www.erlacher-peter.it

promo_legno
Milano
www.promolegno.com

Convegno promo_legno
Napoli
8 aprile 2011

INVERNO



Comfort... con minor spesa energetica...

Protezione dal freddo

20 °C

UNI TS 11300-1/2008

ESTATE



ef22

Protezione dal caldo

≤ 26 °C

UNI TS 11300-1/2008

Comfort...con minor spesa energetica?

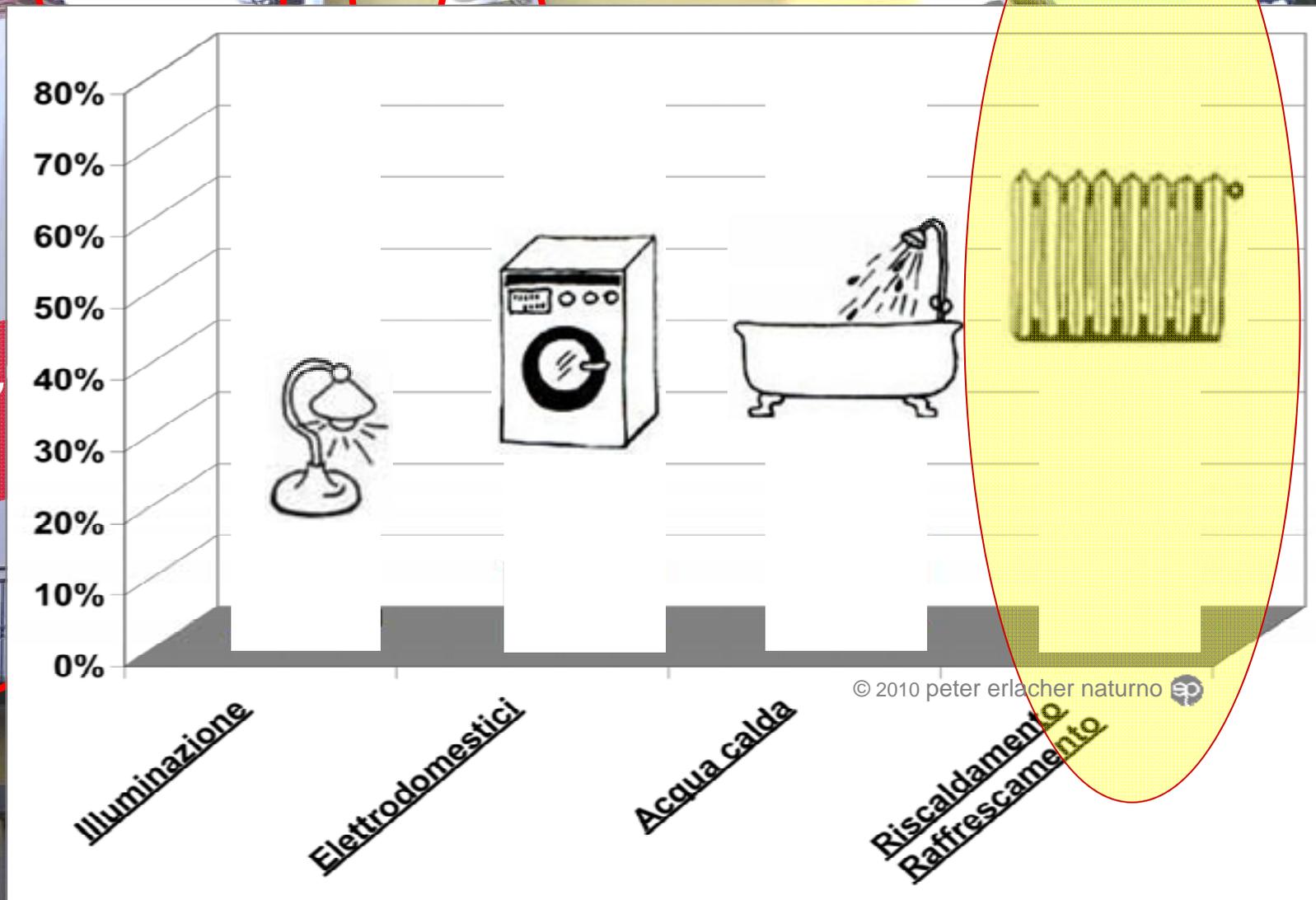
promo_legno



Il consumo di energia degli edifici costituisce il 45% del fabbisogno energetico nazionale

Comfort...con minor spesa energetica?

promo_legno



**Auto „6 litri“
(6 litri gasolio/100km)**

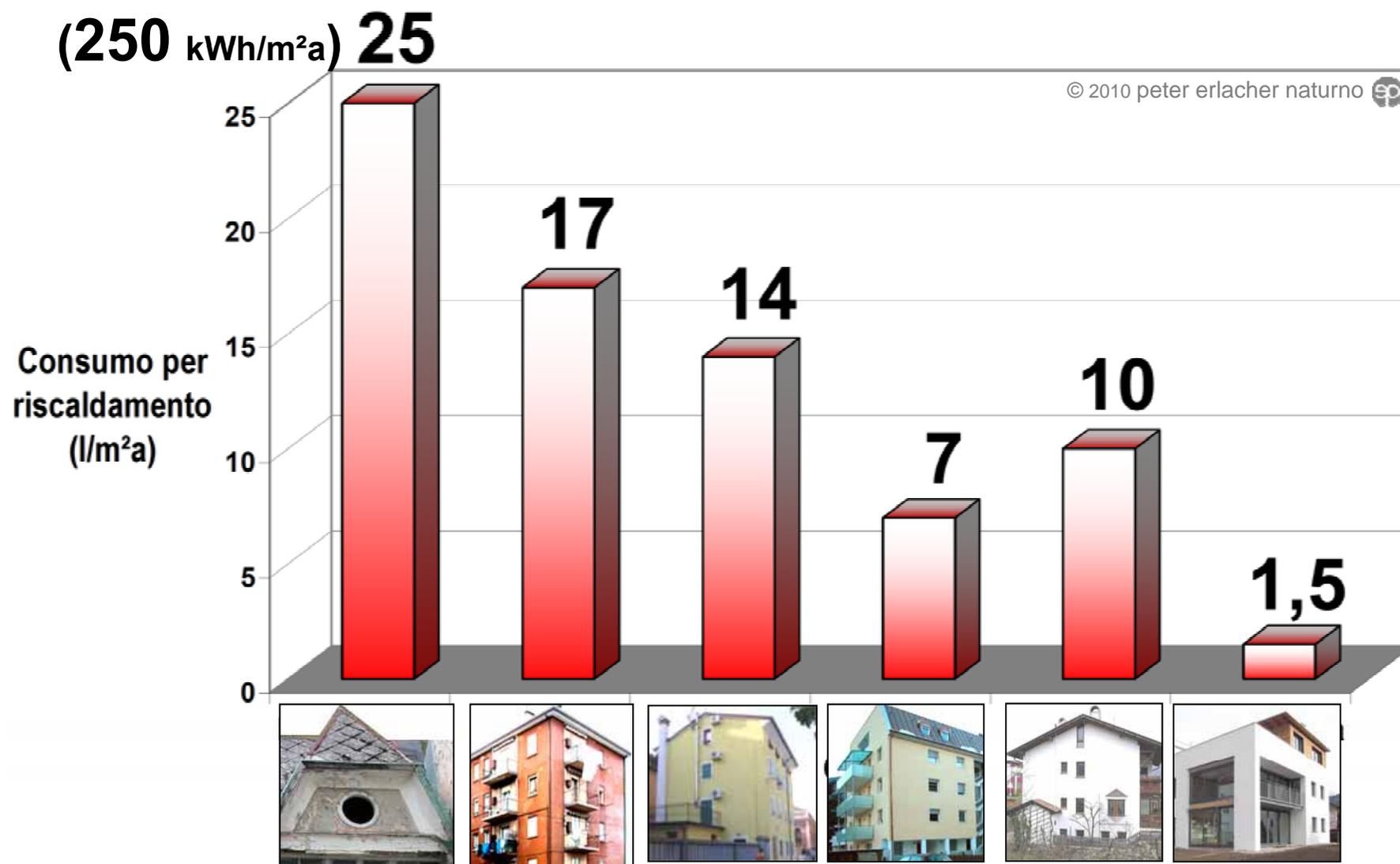
Alfa 147 1.9 JTD 16V



**Casa „14 litri“
(14 litri gasolio/m² anno)**

Edificio tipo Legge 10





DIRETTIVA 2010/31/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

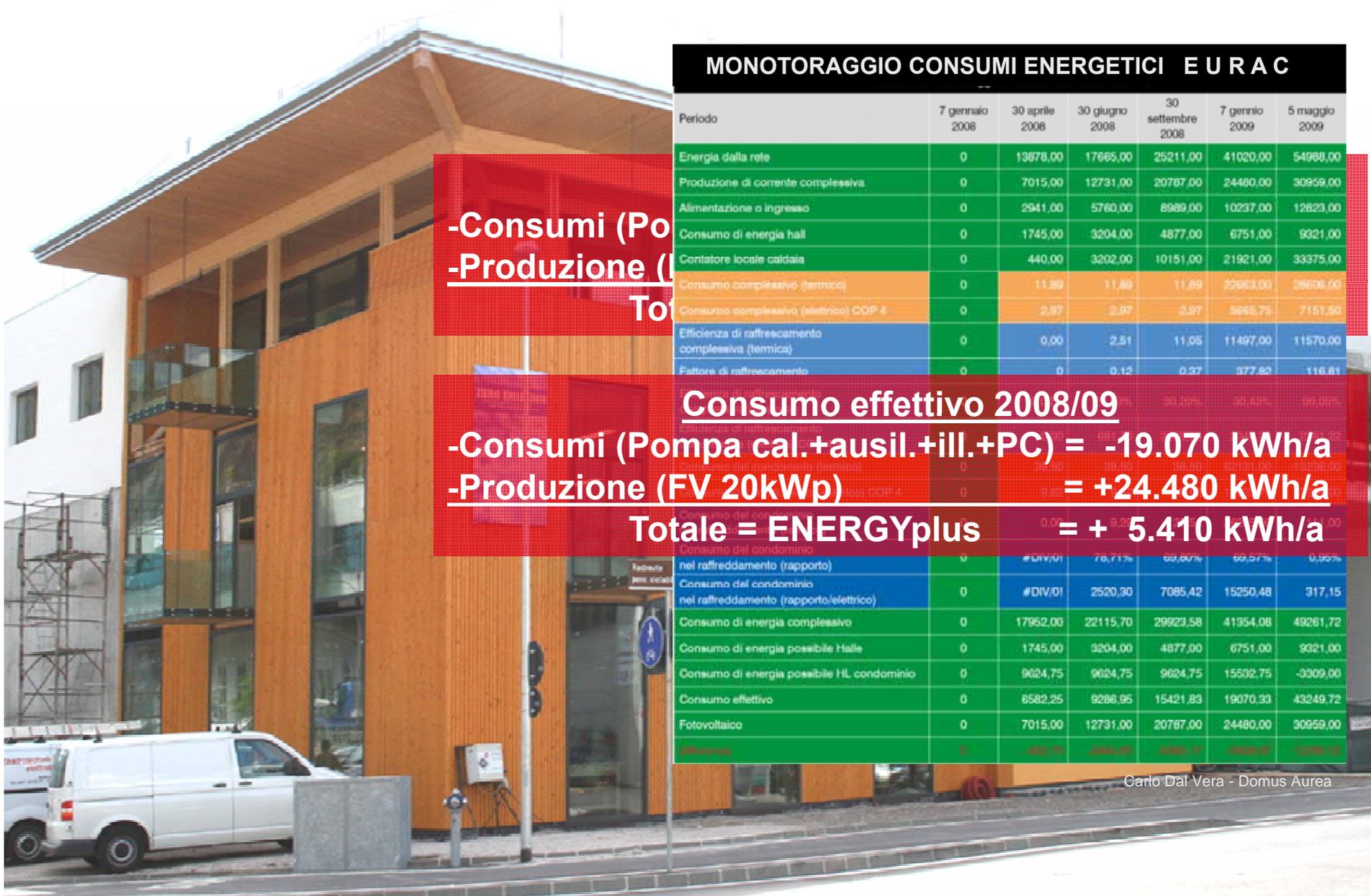
del 19 maggio 2010

sulla prestazione energetica nell'edilizia

Articolo 9

Edifici a energia quasi zero

1. Gli Stati membri provvedono affinché:
 - a) entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione siano edifici a energia quasi zero; e
 - b) a partire dal 31 dicembre 2018 gli edifici di nuova costruzione occupati da enti pubblici e di proprietà di questi ultimi siano edifici a energia quasi zero.



-Consumi (Pompa cal.)
-Produzione (FV)
Totale

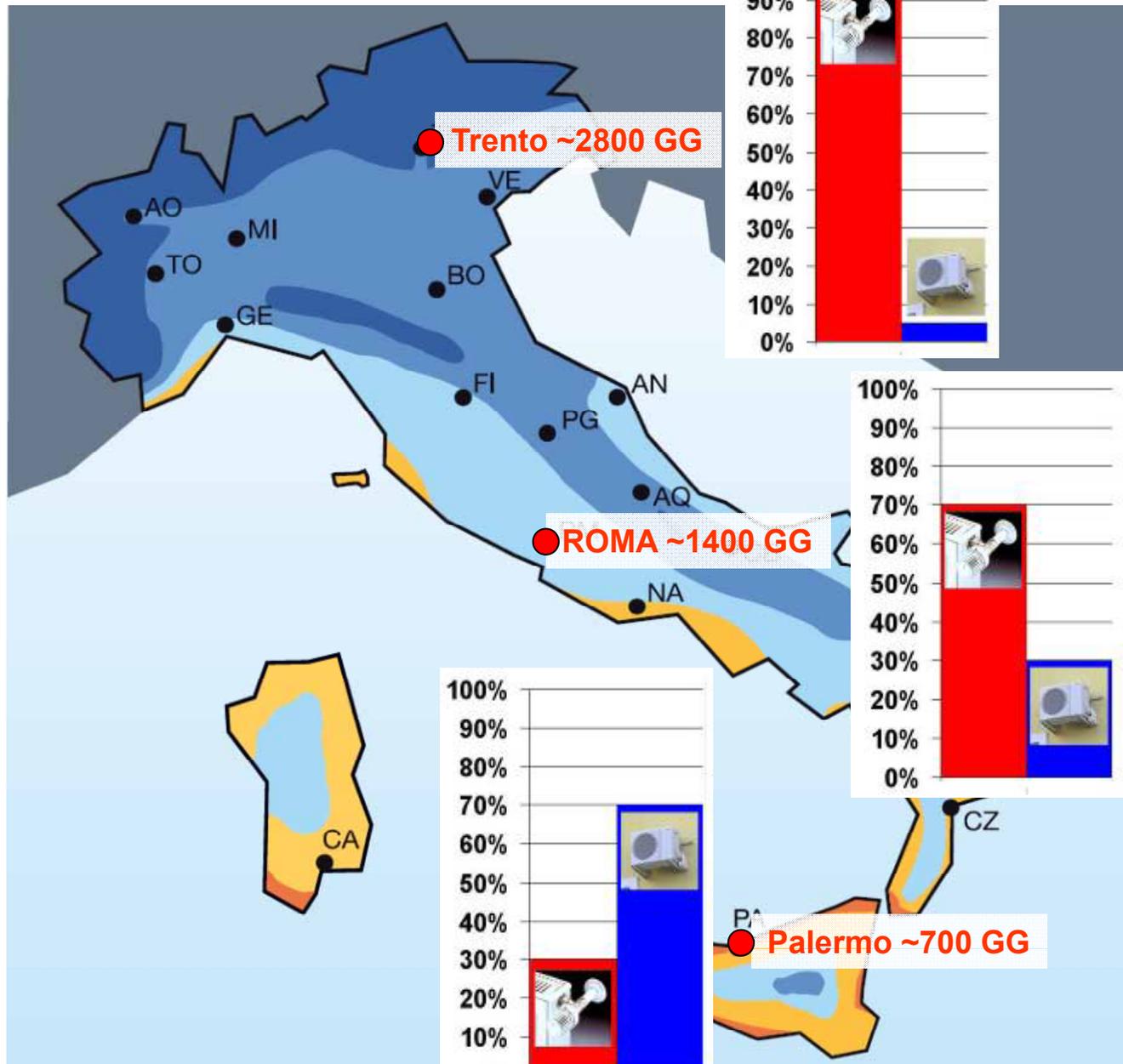
Consumo effettivo 2008/09
-Consumi (Pompa cal.+ausil.+ill.+PC) = -19.070 kWh/a
-Produzione (FV 20kWp) = +24.480 kWh/a
Totale = ENERGYplus = + 5.410 kWh/a

MONITORAGGIO CONSUMI ENERGETICI E U R A C						
Periodo	7 gennaio 2008	30 aprile 2008	30 giugno 2008	30 settembre 2008	7 gennaio 2009	5 maggio 2009
Energia dalla rete	0	13676,00	17665,00	25211,00	41020,00	54988,00
Produzione di corrente complessiva	0	7015,00	12731,00	20787,00	24480,00	30959,00
Alimentazione o ingresso	0	2941,00	5760,00	8989,00	10237,00	12823,00
Consumo di energia hall	0	1745,00	3204,00	4877,00	6751,00	9321,00
Contatore locale caldaia	0	440,00	3202,00	10151,00	21921,00	33375,00
Consumo complessivo (termico)	0	11,89	11,89	11,89	22963,00	26606,00
Consumo complessivo (elettrico) COP 4	0	-2,97	-2,97	-2,97	5666,75	7151,50
Efficienza di raffreddamento complessiva (termica)	0	0,00	2,51	11,05	11497,00	11570,00
Fattore di raffreddamento	0	0	0,12	0,27	377,82	116,81
Consumo del condominio	0	0	0	0	0	0
nel raffreddamento (rapporto)	0	#DIV/0!	76,71%	69,60%	69,57%	6,95%
Consumo del condominio nel raffreddamento (rapporto/elettrico)	0	#DIV/0!	2520,30	7085,42	15250,48	317,15
Consumo di energia complessivo	0	17952,00	22115,70	29923,58	41354,08	49261,72
Consumo di energia possibile Halle	0	1745,00	3204,00	4877,00	6751,00	9321,00
Consumo di energia possibile HL condominio	0	9624,75	9624,75	9624,75	15532,75	-3309,00
Consumo effettivo	0	8582,25	9286,95	15421,83	19070,33	43249,72
Fotovoltaico	0	7015,00	12731,00	20787,00	24480,00	30959,00
Efficienza	0	-486,75	-2446,95	-2786,11	-4666,75	-12786,72

Carlo Dal Vera - Domus Aurea

Fabbisogno energetico per Riscaldamento / Raffrescamento promo_legno

Edificio "a norma di legge"



Legenda

GG = gradi giorno

- **Zona A**
GG ≤ 600
- **Zona B**
601 ≤ GG ≤ 900
- **Zona C**
901 ≤ GG ≤ 1400
- **Zona D**
1401 ≤ GG ≤ 2100
- **Zona E**
2101 ≤ GG ≤ 3000
- **Zona F**
GG > 3000

Simulazioni per edifici a basso consumo

3 Tipologie edilizie

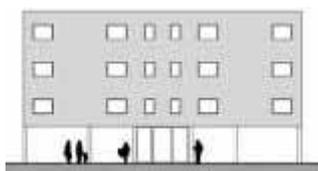
3 Zone climatiche



CASA MONOFAMILIARE



CASA A SCHIERA



CONDOMINIO

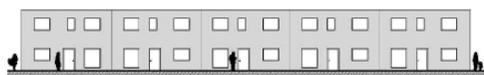


TRENTO
Zona climatica E

ROMA
Zona climatica D

PALERMO
Zona climatica B

..e per ogni tipologia edilizia:



INVERNO

ESTATE

Differenti soluzioni per:

Differenti soluzioni per:

-PARETI

-OMBREGGIAMENTO

-SERRAMENTI

-VENTILAZIONE NOTTURNA

-TETTO

-CAPACITÀ TERM. INTERNA

-SOLAIO BASSO

-DEUMIDIFICAZIONE ARIA

Calcolo Indice
Riscaldamento
(kWh/m²a)

Calcolo ore
Surriscaldamento
(%)

LE SIMULAZIONI

ZONA CLIMATICA D - ROMA CASA MONOFAMILIARE	Dati generali	Involucro opaco	Tipologia elementi trasparenti	Ombreggiamento aggiuntivo INVERNALE	Ombreggiamento aggiuntivo ESTIVO	Ventilazione naturale durante ESTIVA	Ventilazione notturna ESTIVA	Indice energetico utile per riscaldamento invernale	COMFORT ESTIVO % ore di supercomodità
SOLUZIONE PROGETTUALE A	Imp. alla costruzione: 137,2 mc Totale involucro a barriera: 487,49 mc Rapporto S/V: 0,73 (0,80) mc/mq Superficie barriera: 147,7 mc	PARETI: 0,36 W/mqK TETTO: 0,32 W/mqK SOLAIO A TERRA: 0,26 W/mqK	Arco II - arco 700 - R Finitura: 0,77 W/mqK Fg valore: 0,17 W/mqK Valore g valore: 0,71 W/mqK Finitura: 0,77 W/mqK Fg valore: 0,17 W/mqK Valore g valore: 0,71 W/mqK Finitura: 0,77 W/mqK Fg valore: 0,17 W/mqK Valore g valore: 0,71 W/mqK	20%	50%	1,5 1/h	1,3 1/h	35 kWh/mqaa	4,8 %
					70%	1,5 1/h	1,7 1/h	35 kWh/mqaa	1,7 %
					0%	1,5 1/h	2,1 1/h	35 kWh/mqaa	0,1 %
					50%	0,5 1/h	1,2 1/h	35 kWh/mqaa	4,8 %
					70%	0,5 1/h	1,4 1/h	35 kWh/mqaa	1,7 %
					0%	0,5 1/h	1,8 1/h	35 kWh/mqaa	0,1 %
SOLUZIONE PROGETTUALE A.1	Imp. alla costruzione: 137,2 mc Totale involucro a barriera: 487,49 mc Rapporto S/V: 0,73 (0,80) mc/mq Superficie barriera: 147,7 mc	PARETI: 0,38 W/mqK TETTO: 0,32 W/mqK SOLAIO A TERRA: 0,26 W/mqK	Tutto legno Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK	20%	50%	0,5 1/h	1,1 1/h	50 kWh/mqaa	0,1 %
					70%	0,5 1/h	1,5 1/h	38 kWh/mqaa	4,3 %
					0%	0,5 1/h	1,9 1/h	38 kWh/mqaa	0,1 %
					50%	0,5 1/h	0,7 1/h	38 kWh/mqaa	0,8 %
					70%	0,5 1/h	0,9 1/h	38 kWh/mqaa	1,5 %
					0%	0,5 1/h	1,3 1/h	38 kWh/mqaa	0,1 %
SOLUZIONE PROGETTUALE A.2	Imp. alla costruzione: 137,2 mc Totale involucro a barriera: 487,49 mc Rapporto S/V: 0,73 (0,80) mc/mq Superficie barriera: 147,7 mc	PARETI: 0,38 W/mqK TETTO: 0,32 W/mqK SOLAIO A TERRA: 0,26 W/mqK	Tutto legno Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK	20%	50%	0,5 1/h	1,5 1/h	50 kWh/mqaa	2,2 %
					70%	0,5 1/h	1,7 1/h	50 kWh/mqaa	5,4 %
					0%	0,5 1/h	2,1 1/h	50 kWh/mqaa	0,1 %
					50%	0,5 1/h	0,7 1/h	50 kWh/mqaa	4,2 %
					70%	0,5 1/h	1,1 1/h	50 kWh/mqaa	2,9 %
					0%	0,5 1/h	1,3 1/h	50 kWh/mqaa	17,6 %
SOLUZIONE PROGETTUALE B	Imp. alla costruzione: 137,2 mc Totale involucro a barriera: 487,49 mc Rapporto S/V: 0,73 (0,80) mc/mq Superficie barriera: 147,7 mc	PARETI: 0,25 W/mqK TETTO: 0,21 W/mqK SOLAIO A TERRA: 0,25 W/mqK	Arco II - arco 700 - R Finitura: 0,77 W/mqK Fg valore: 0,17 W/mqK Valore g valore: 0,71 W/mqK Finitura: 0,77 W/mqK Fg valore: 0,17 W/mqK Valore g valore: 0,71 W/mqK Finitura: 0,77 W/mqK Fg valore: 0,17 W/mqK Valore g valore: 0,71 W/mqK	20%	50%	1,5 1/h	1,5 1/h	22 kWh/mqaa	1,9 %
					70%	1,5 1/h	1,8 1/h	22 kWh/mqaa	0,2 %
					0%	1,5 1/h	2,1 1/h	22 kWh/mqaa	0,1 %
					50%	1,5 1/h	0,9 1/h	22 kWh/mqaa	3,9 %
					70%	1,5 1/h	1,2 1/h	22 kWh/mqaa	0,8 %
					0%	1,5 1/h	1,4 1/h	22 kWh/mqaa	15,4 %
SOLUZIONE PROGETTUALE B.1	Imp. alla costruzione: 137,2 mc Totale involucro a barriera: 487,49 mc Rapporto S/V: 0,73 (0,80) mc/mq Superficie barriera: 147,7 mc	PARETI: 0,25 W/mqK TETTO: 0,21 W/mqK SOLAIO A TERRA: 0,25 W/mqK	Tutto legno Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK	20%	50%	0,5 1/h	1,1 1/h	25 kWh/mqaa	0,1 %
					70%	0,5 1/h	1,5 1/h	25 kWh/mqaa	4,8 %
					0%	0,5 1/h	1,9 1/h	25 kWh/mqaa	0,8 %
					50%	0,5 1/h	0,7 1/h	25 kWh/mqaa	0,8 %
					70%	0,5 1/h	0,9 1/h	25 kWh/mqaa	1,5 %
					0%	0,5 1/h	1,3 1/h	25 kWh/mqaa	14,7 %
SOLUZIONE PROGETTUALE B.2	Imp. alla costruzione: 137,2 mc Totale involucro a barriera: 487,49 mc Rapporto S/V: 0,73 (0,80) mc/mq Superficie barriera: 147,7 mc	PARETI: 0,25 W/mqK TETTO: 0,21 W/mqK SOLAIO A TERRA: 0,25 W/mqK	Tutto legno Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK Finitura: 1,26 W/mqK Fg valore: 0,28 W/mqK Valore g valore: 0,77 W/mqK	20%	50%	0,5 1/h	1,1 1/h	25 kWh/mqaa	18,2 %
					70%	0,5 1/h	1,5 1/h	25 kWh/mqaa	8,7 %
					0%	0,5 1/h	1,9 1/h	25 kWh/mqaa	1,4 %
					50%	0,5 1/h	0,7 1/h	25 kWh/mqaa	0,8 %
					70%	0,5 1/h	0,9 1/h	25 kWh/mqaa	0,7 %
					0%	0,5 1/h	1,3 1/h	25 kWh/mqaa	18,2 %

SOLUZIONI INACCETTABILI

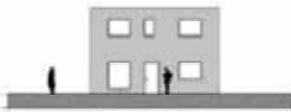
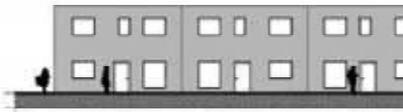
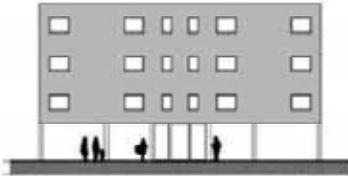
SOLUZIONI APPENA ACCETTABILI

SOLUZIONI ACCETTABILI

TOTALE: 54 x 3 tipologie x 3 zone climatiche = 486 SIMULAZIONI

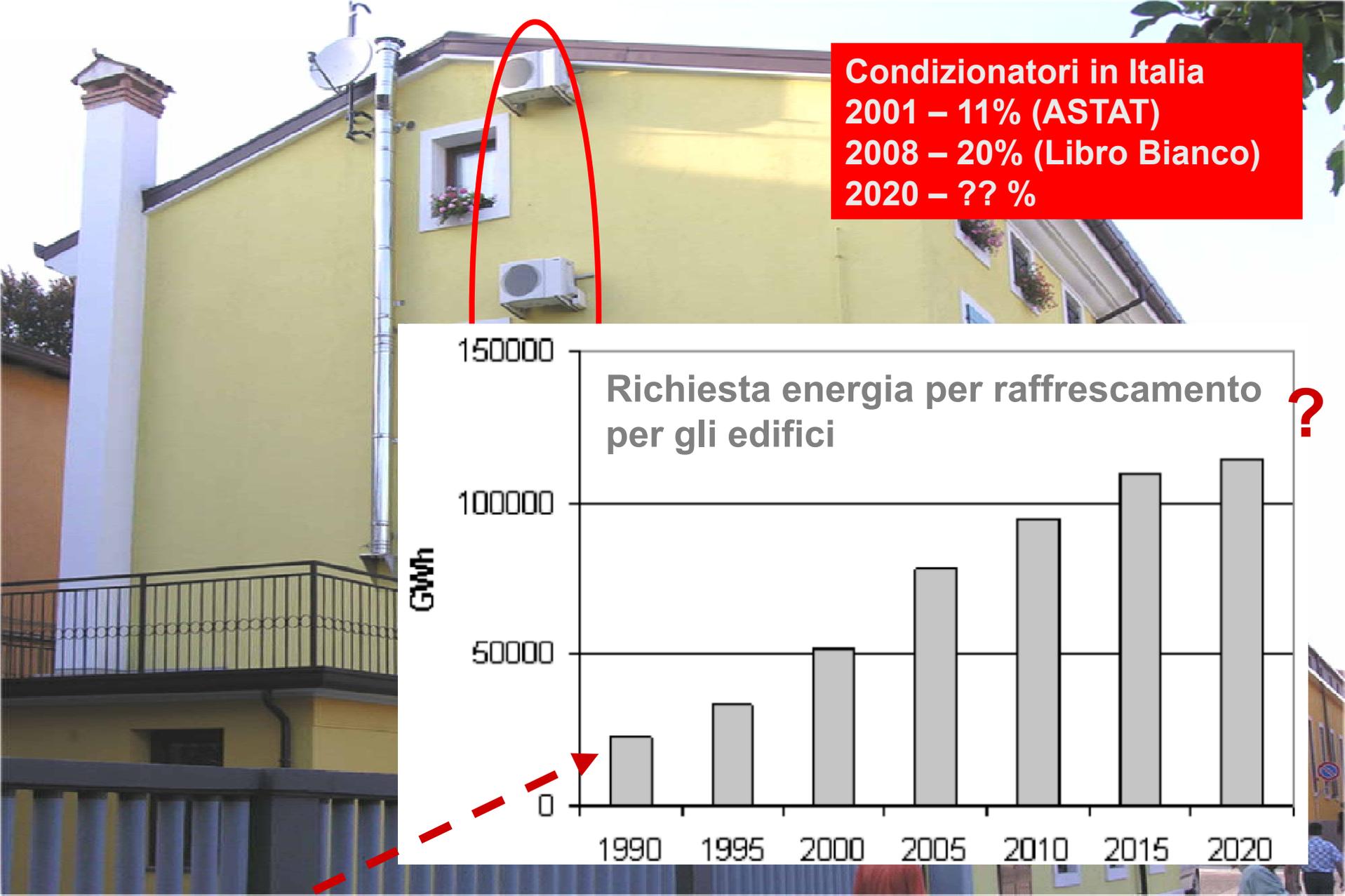
I PARAMETRI DELLE SOLUZIONI SCELTE INVERNO

Isolamento invernale				Consumi energetici	
1	2	3	4	5	6
Parete	Solaio tetto	Solaio basso	Vetro Ug	Fabbisogno di energia per riscaldamento	Consumo annuo per un appartamento di 100 m ²

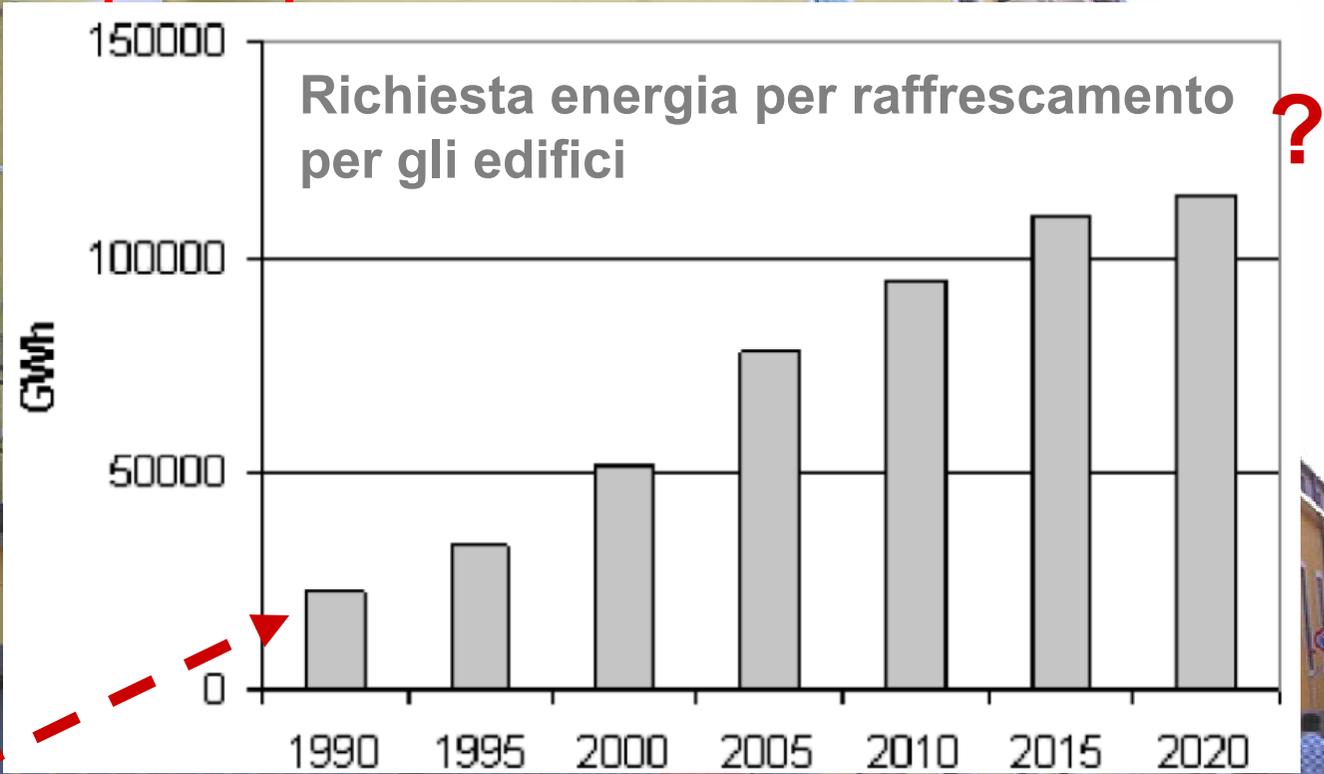
Casa monofamiliare S/V=0.75 	Trento	0.19 W/m ² K	0.16 W/m ² K	0.24 W/m ² K	0.6 W/m ² K	39 kWh/m ² a	≈ 435,00 €
	Roma	0.25 W/m ² K	0.21 W/m ² K	0.30 W/m ² K	1.2 W/m ² K	25 kWh/m ² a	≈ 295,00 €
	Palermo	0.37 W/m ² K	0.27 W/m ² K	0.43 W/m ² K	1.6 W/m ² K	24 kWh/m ² a	≈ 280,00 €
Casa a schiera S/V=0.6 	Trento	0.23 W/m ² K	0.19 W/m ² K	0.28 W/m ² K	0.6 W/m ² K	27 kWh/m ² a	≈ 320,00 €
	Roma	0.25 W/m ² K	0.21 W/m ² K	0.30 W/m ² K	1.2 W/m ² K	18 kWh/m ² a	≈ 210,00 €
	Palermo	0.37 W/m ² K	0.27 W/m ² K	0.43 W/m ² K	1.6 W/m ² K	11 kWh/m ² a	≈ 130,00 €
Condominio S/V=0.5 	Trento	0.23 W/m ² K	0.19 W/m ² K	0.22 W/m ² K	0.6 W/m ² K	18 kWh/m ² a	≈ 210,00 €
	Roma	0.25 W/m ² K	0.21 W/m ² K	0.25 W/m ² K	1.2 W/m ² K	8 kWh/m ² a	≈ 95,00 €
	Palermo	0.37 W/m ² K	0.27 W/m ² K	0.38 W/m ² K	1.6 W/m ² K	6 kWh/m ² a	≈ 70,00 €

Comfort...con minor spesa energetica?

promo_legno



Condizionatori in Italia
2001 – 11% (ASTAT)
2008 – 20% (Libro Bianco)
2020 – ?? %

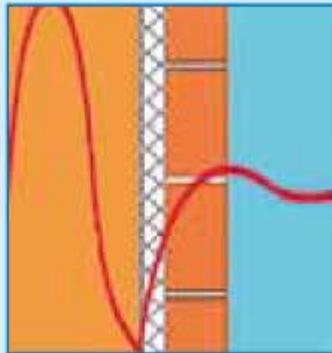


Accorgimenti importanti per prevenire il surriscaldamento estivo



Sistemi schermanti

Sul lato esterno dei vetri



Inerzia termica

Sfasamento > 9 ore



Ventilazione notturna

Quando fuori fa fresco



Accumulo termico

Rivestimenti "pesanti"

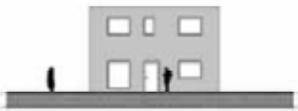
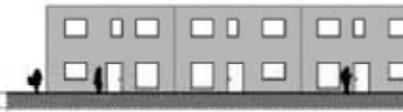
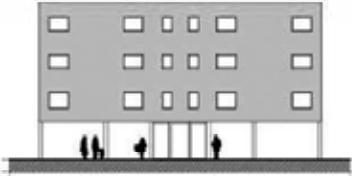


Limitazione umidità aria

Max 65%

Quaderno 2 www.erlacher-peter.it

I PARAMETRI DELLE SOLUZIONI SCELTE ESTATE

		Accorgimenti per prevenire il surriscaldamento estivo					Comfort estivo
		7 Ombreggiamento estivo	8 Inerzia termica	9 Ventilazione notturna	10 Capacità termica interna	11 Deumidificazione dell'aria	12 % ore di surriscaldamento
Casa monofamiliare S/V=0.75 	Trento	10%	> 9 ore	0.3 / h	Bassa	Non necessaria	1.4%
	Roma	70%	> 10 ore	1.0 / h	Media	Consigliata	4.6%
	Palermo	85%	> 12 ore	1.6 / h	Alta	Necessaria	4.8%
Casa a schiera S/V=0.6 	Trento	30%	> 9 ore	0.2 / h	Media	Non necessaria	0.8%
	Roma	70%	> 10 ore	1.1 / h	Alta	Consigliata	2.3%
	Palermo	85%	> 12 ore	1.5 / h	Alta	Necessaria	4.5%
Condominio S/V=0.5 	Trento	0%	> 9 ore	0.3 / h	Media	Non necessaria	4.7%
	Roma	70%	> 10 ore	1.2 / h	Alta	Consigliata	3.7%
	Palermo	85%	> 12 ore	2.0 / h	Alta	Necessaria	6.2%

Edificio „quasi zero“ (Riscaldamento e Raffrescamento)

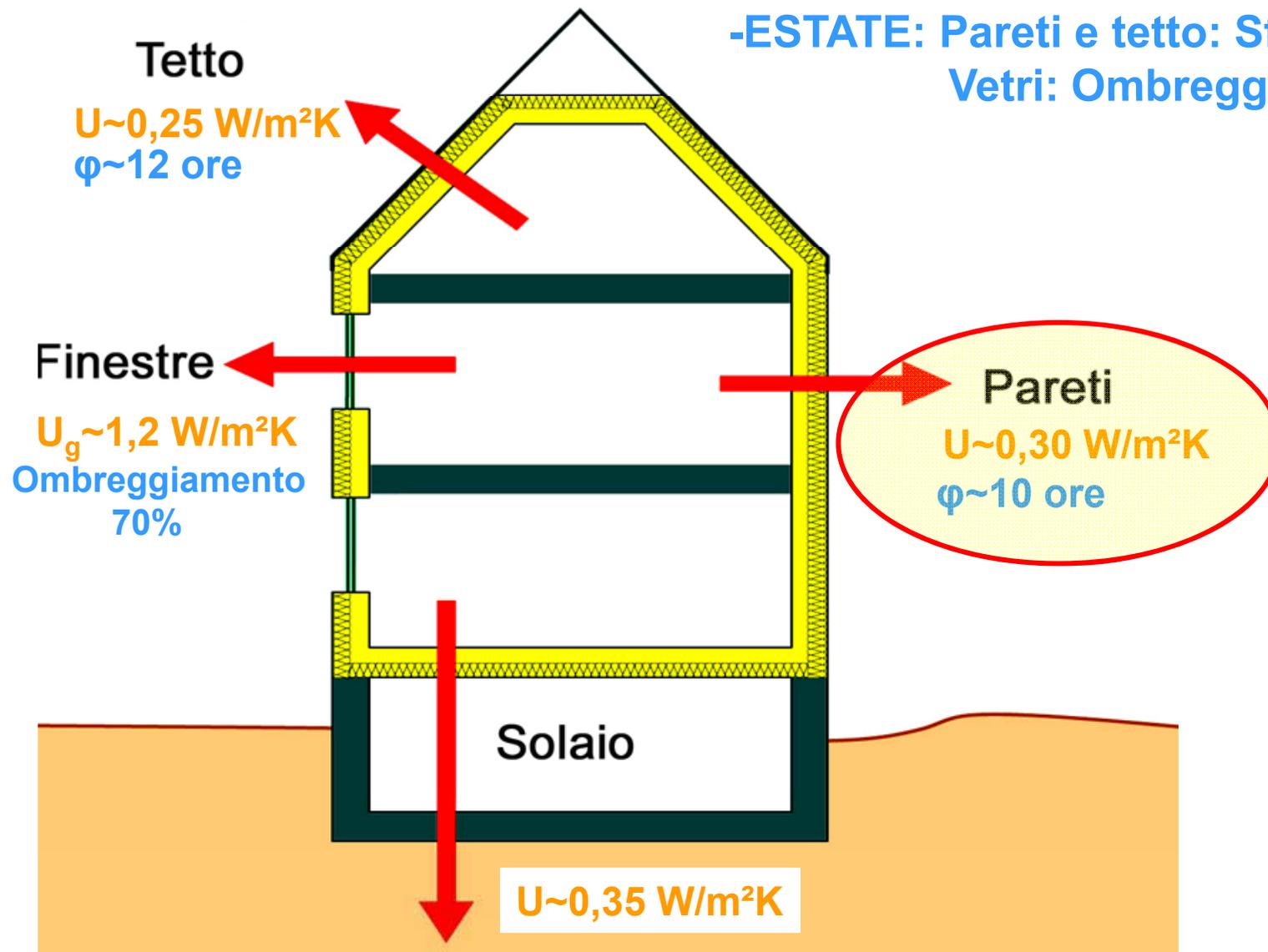
promo_legno

Valori indicativi per l'involucro termico

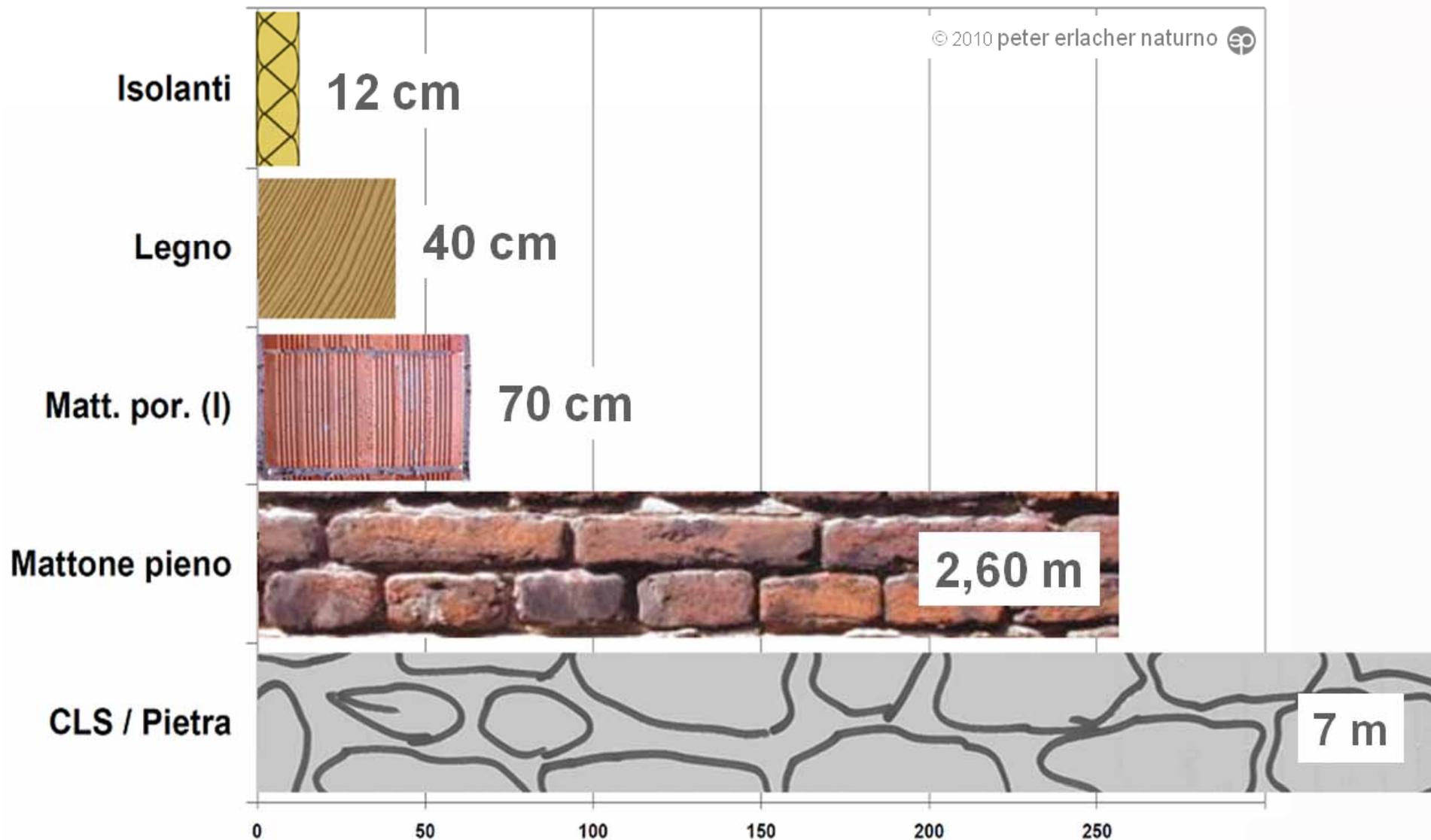
Zona climatica C (Napoli)

-INVERNO: Trasmittanza U

-ESTATE: Pareti e tetto: Sfasamento ϕ
Vetri: Ombreggiamento %

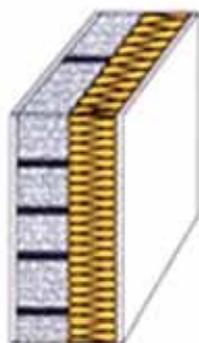


Spessore necessario per $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

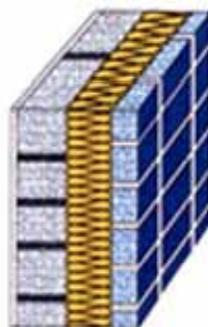




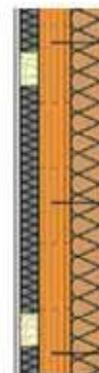
Muratura monostrato



Muratura + "cappotto"

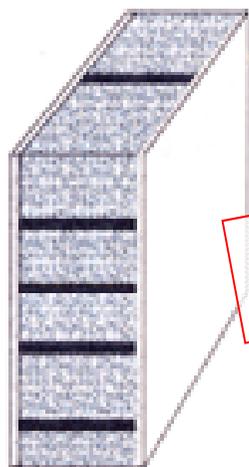


Muratura a 2 strati



Parete in legno X-LAM

Per Edificio „quasi zero“ a Napoli
 $U \sim 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$



Muratura monostrato

Isolamento insufficiente

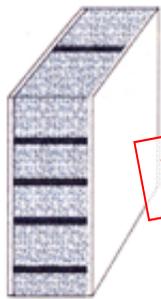
Intonaco int.	2cm
Mattone forati	38cm
Intonaco est.	2cm
Spessore tot.	42cm

$$\underline{U=0,64}$$

Isolamento invernale - Confronto

promo_legno

Per Edificio „quasi zero“ a Napoli
 $U \sim 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

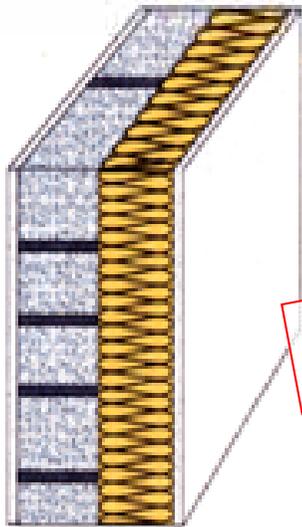


Muratura monostrato

Isolamento insufficiente

Intonaco int.	2cm
Mattoni forati	38cm
Intonaco est.	2cm
Spessore tot.	42cm

$$U=0,64$$



Muratura + "cappotto"

Isolamento sufficiente

Intonaco int.	2cm
Mattoni forati	25cm
Pann. Isolanti	10cm
Intonaco est.	1cm
Spessore tot.	38cm

$$U=0,30$$

Isolamento invernale - Confronto

promo_legno



Per Edificio „quasi zero“ a Napoli
 $U \sim 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$



Muratura a 2 strati

Isolamento sufficiente

intonaco int.	2cm
Mattoni forati	25cm
term. isolanti	10cm
Matt. facciavista	12cm
Spessore tot.	49cm

$U=0,29$

Isolamento invernale - Confronto

promo_legno

Per Edificio „quasi zero“ a Napoli
 $U \sim 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$



Parete esterna Parametri per l'estate

Parametri di legge

- min. 230 kg/m²
- oppure
- U_{din} < 0,12 pareti
- U_{din} < 0,20 tetti

promo_legno

Per Edificio „quasi zero“ Napoli
Sfasamento ~ 10 ore

Struttura	kg/m ²	Spessore	U _{din}	Sfasamento
Calcestruzzo				
Laterizio forato				
Parete X-LAM 10cm + Cappotto termico 10 cm				

LEGNO
=
Materiale eccellente
d'inverno + d'estate
Ottimo...

Erlacher Peter Naturno 09-2009

Edifici residenziali in legno con cappotto termico

promo_legno





ANDIL

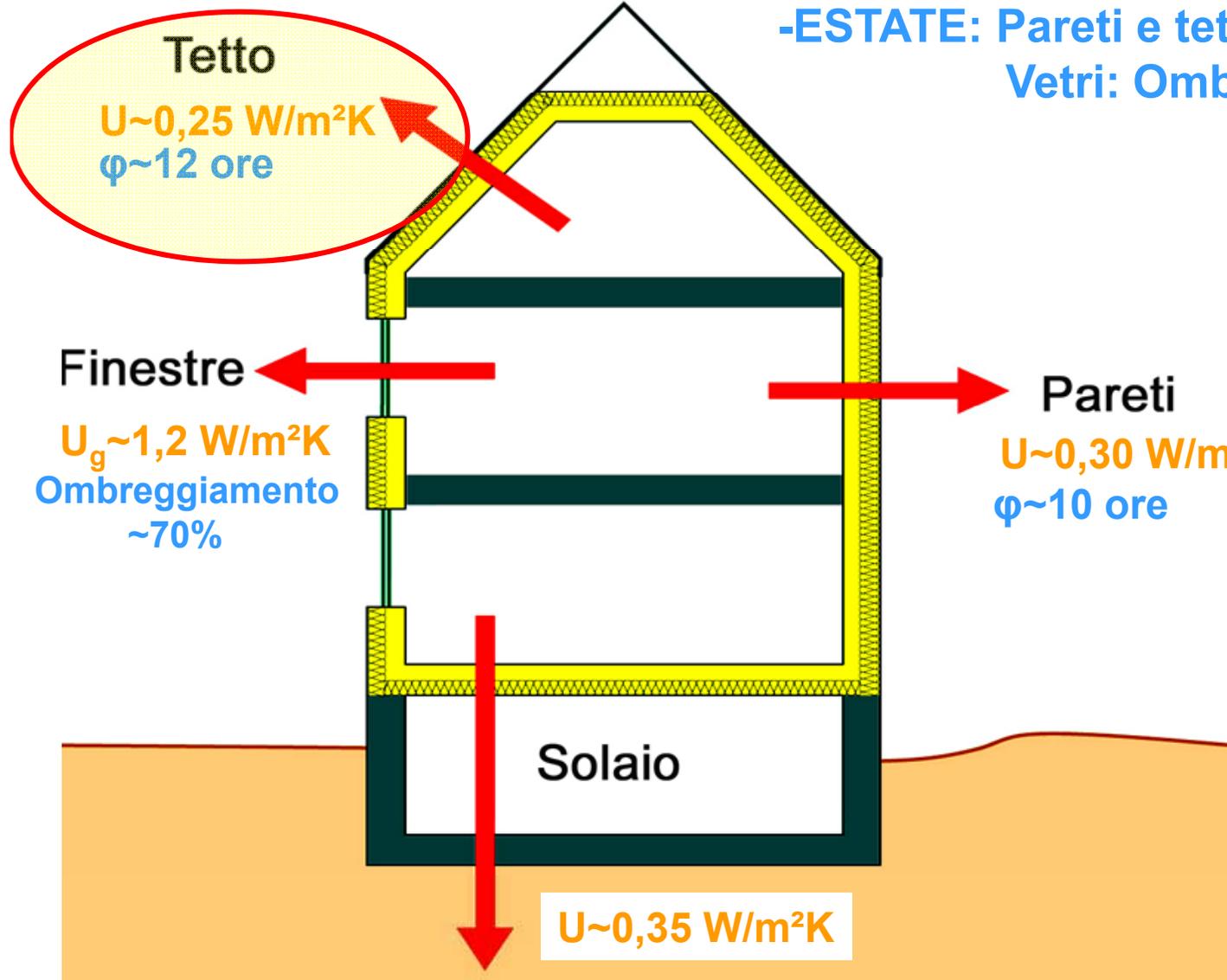
Edificio „quasi zero“ (Riscaldamento e Raffrescamento)

Valori indicativi per l'involucro termico

Zona climatica C (Napoli)

-INVERNO: Trasmittanza U

-ESTATE: Pareti e tetto: Sfasamento ϕ
Vetri: Ombreggiamento %



Esempio tetto traspirante in legno per edificio quasi zero a Napoli

promo_legno

Per Edificio „quasi zero“
U ~ 0,25 W/m²K
Sfasamento ~ 12 ore



-Tegole

-Listelli x tegole

ef43

CONCLUSIONE
in tutte le zone climatiche d'Italia
è possibile già oggi costruire
edifici in legno quasi zero

Prestazioni:

-INVERNO: Valore U=0,22 W/m²K (bassissimo consumo riscaldamento)

-ESTATE: Sfasamento 13 ore (altissima inerzia termica)

**COSTRUIRE CON IL LEGNO SIGNIFICA
COSTRUIRE IL FUTURO**

**Grazie
per la Vostra attenzione**
www.erlacher-peter.it