

prof. ing. Anna Magrini

Università degli Studi di Pavia

Il progetto del recupero: problematiche

Efficienza energetica dell'involucro edilizio

Edificio degli anni 1950-80
200-250 kWh/m²a



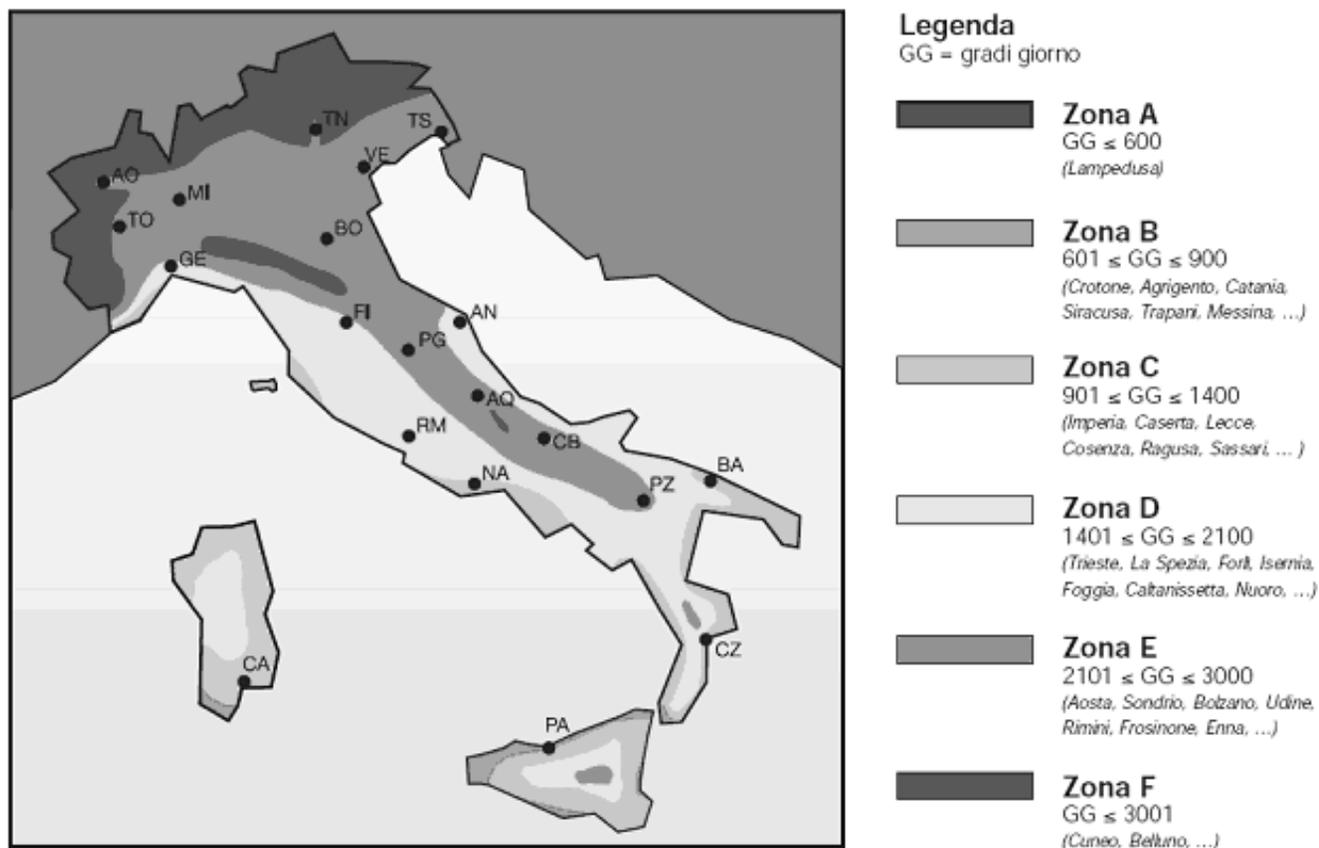
Edificio convenzionale
costruito attualmente
100-150 kWh/m²a

Legge 373 / 1976
170 kWh/m²a



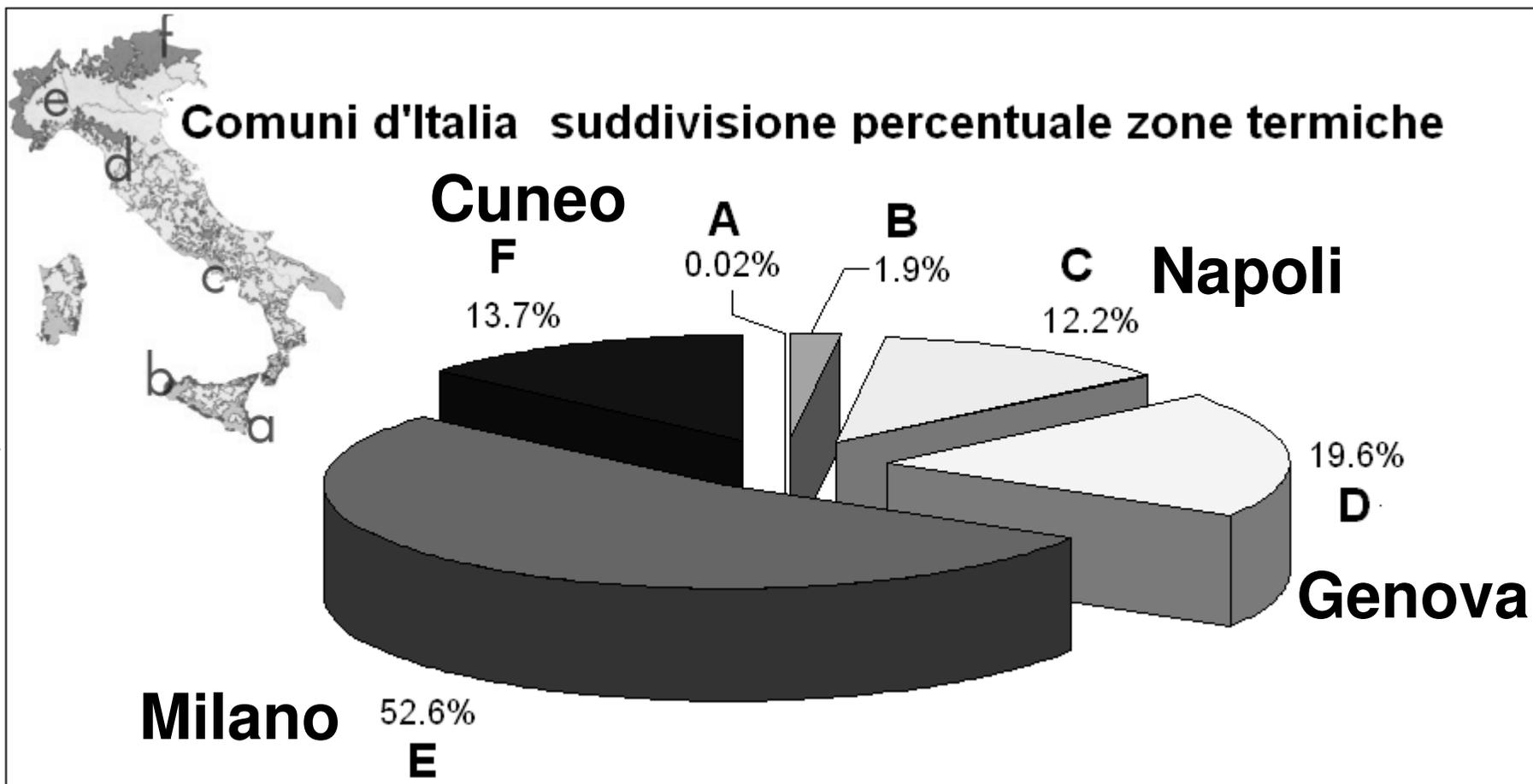
Legge 10 / 1991
140 kWh/m²a

Efficienza energetica dell'involucro edilizio: differenze climatiche

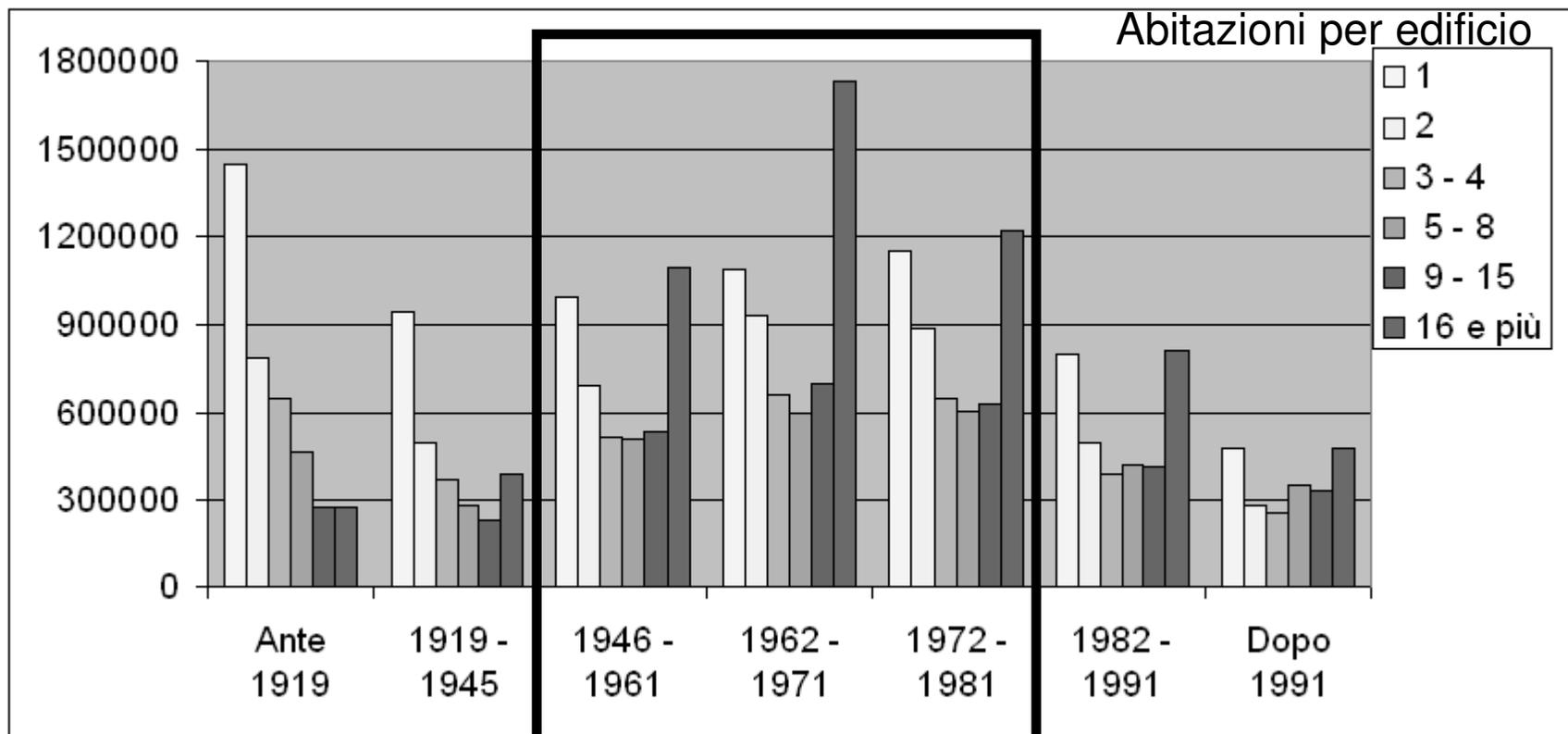


Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo

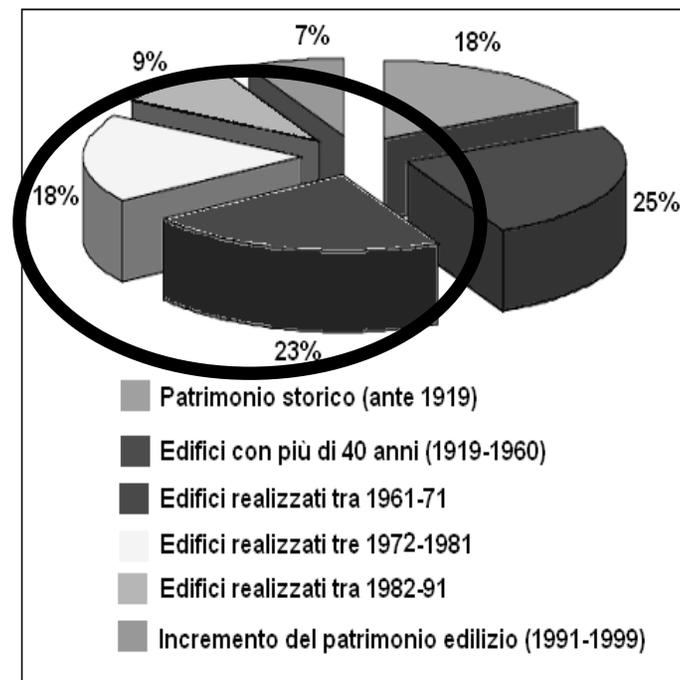
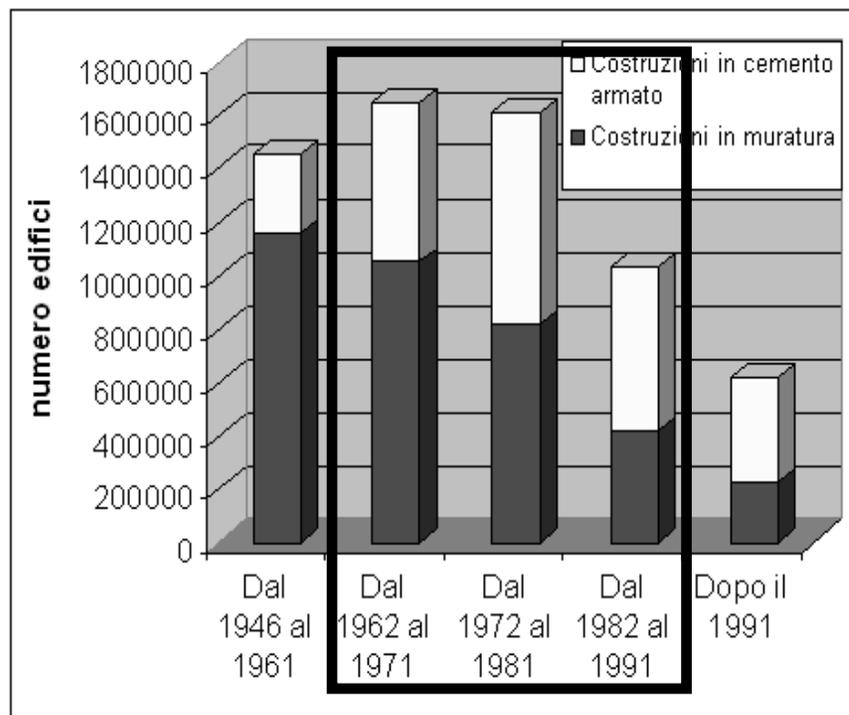
Zone climatiche



Le tipologie edilizie

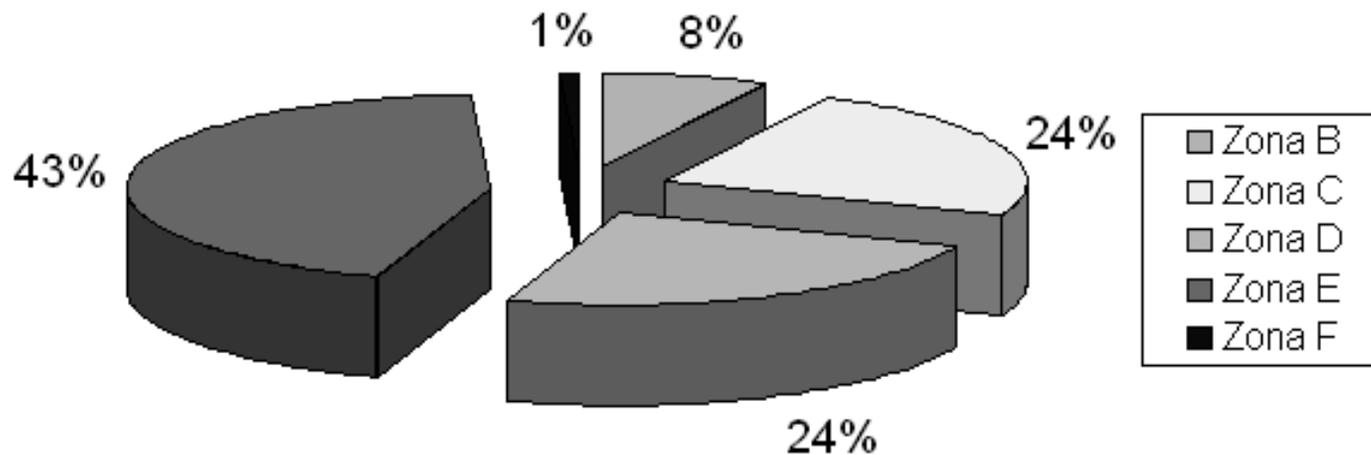


Le tipologie edilizie



INA CASA - Un esempio di costruzioni edificate con criteri simili in tutta Italia

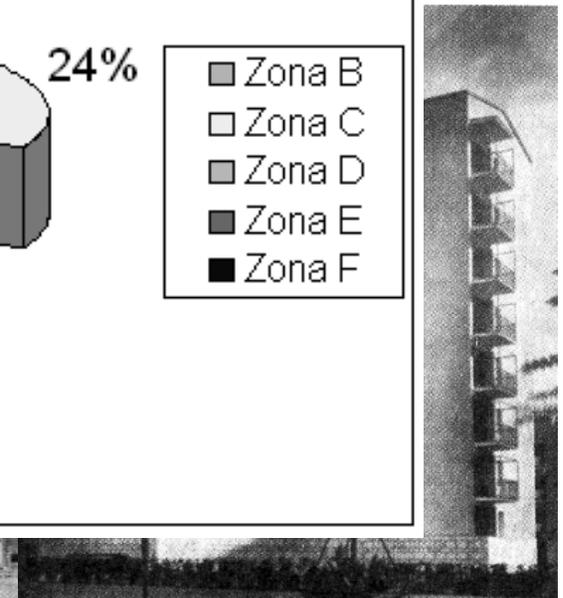
Diffusione edifici INA per le zone termiche



Harrar, Milano (942 appartamenti)



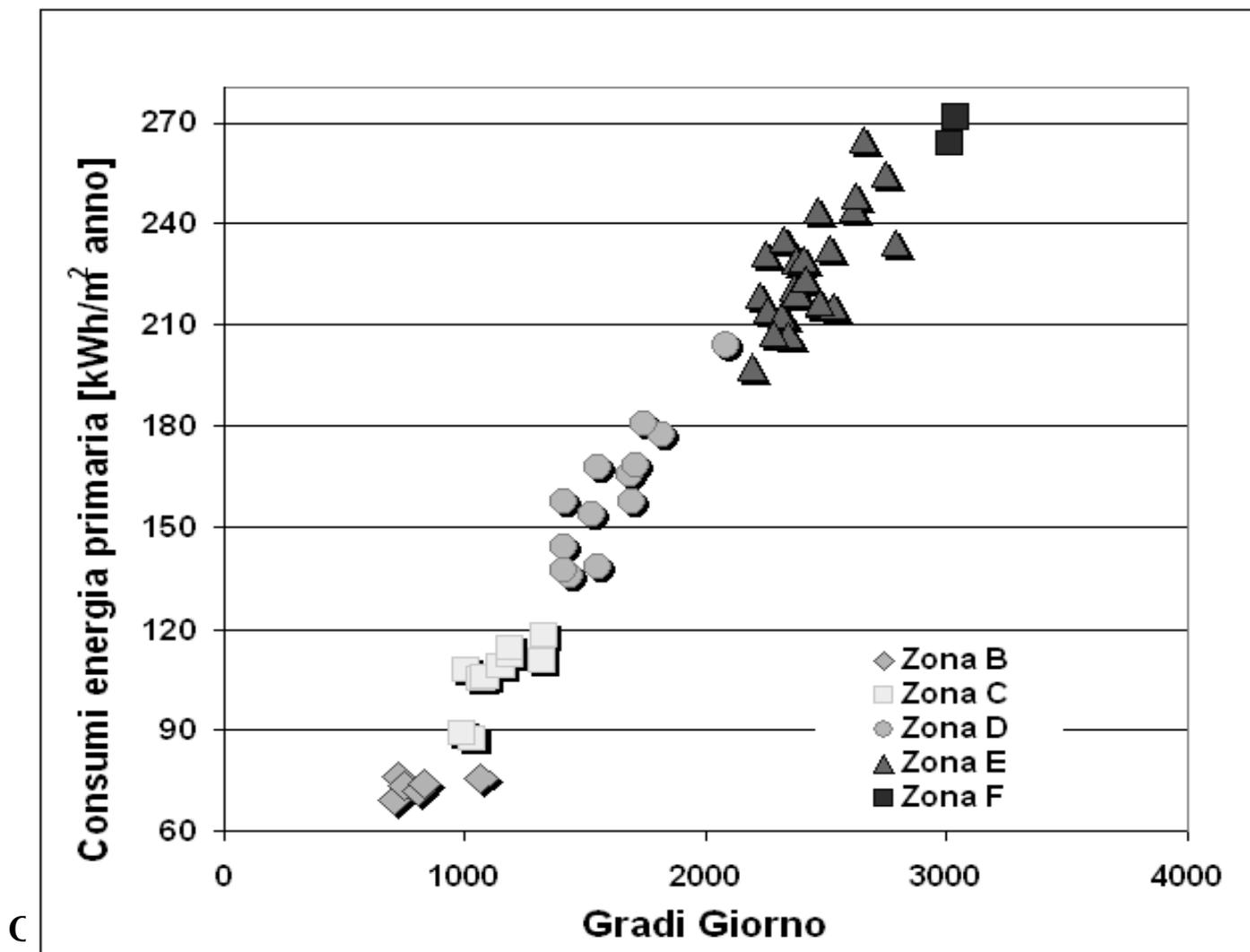
Borgo Panigale, Bologna (584 appartamenti)



San Paolo, Roma (444 appartamenti)

Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo

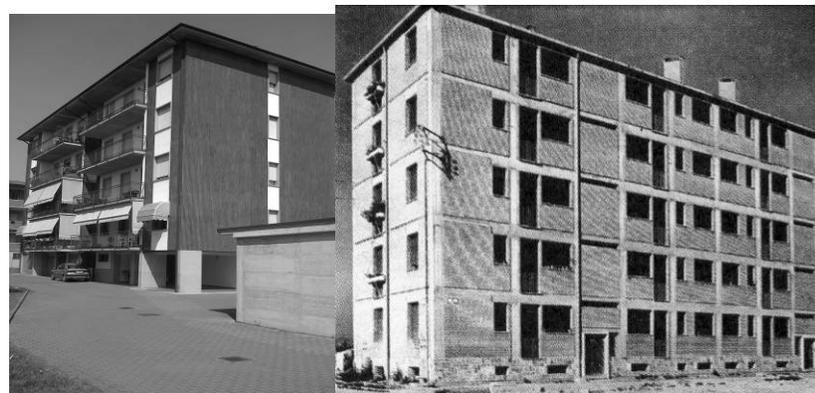
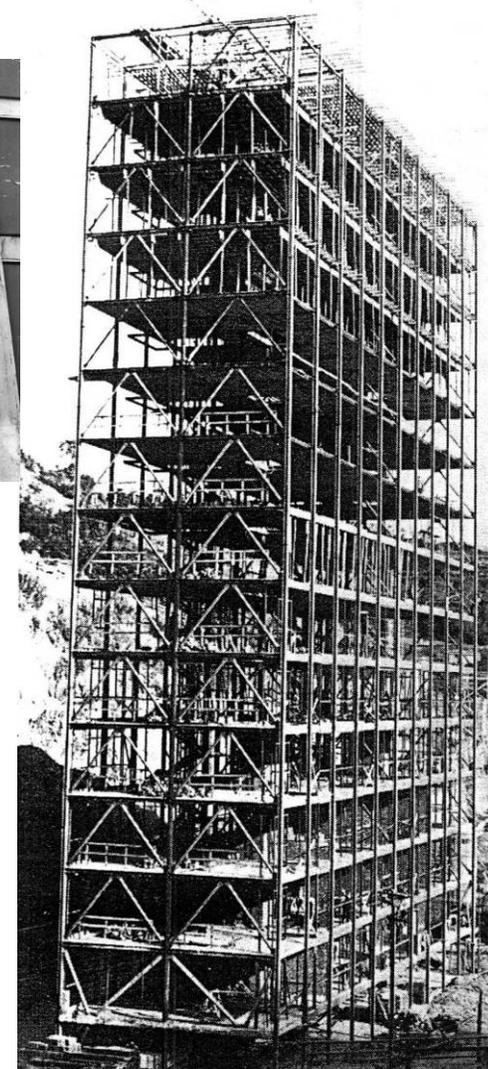
Un edificio con le stesse caratteristiche ma collocato in diverse zone climatiche



Efficienza energetica dell'involucro edilizio

Elementi da considerare
nella valutazione delle
prestazioni energetiche
degli edifici:

- **CERTIFICAZIONE**
- **DIAGNOSI**
- **PROGETTAZIONE
DELL'INTERVENTO**



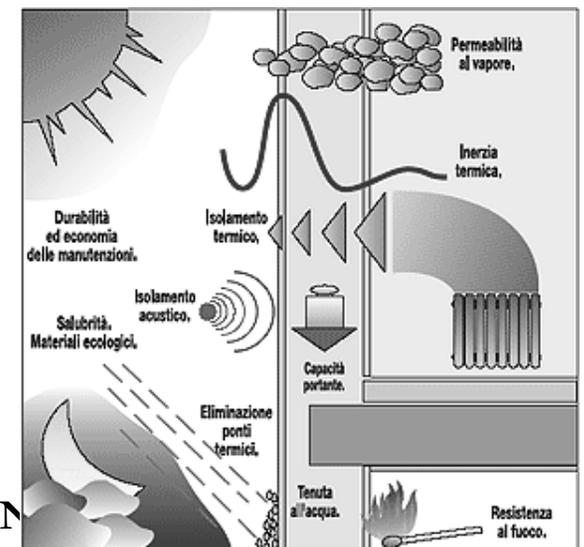
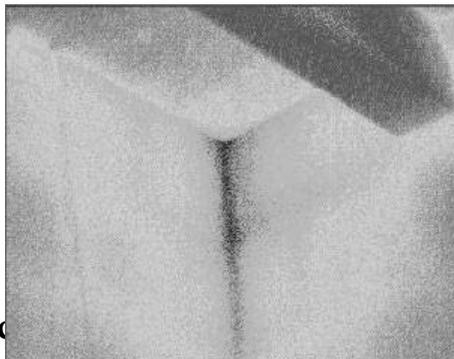
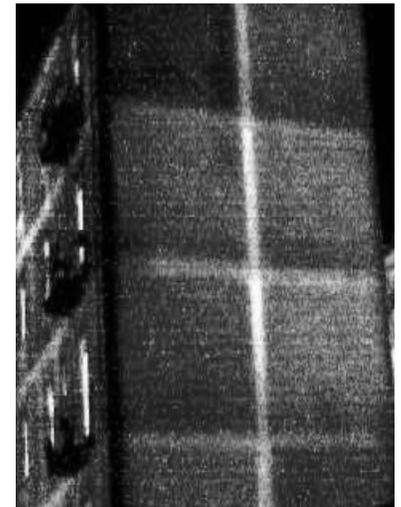
Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo

Diagnosi – Fasi di indagine

Monitoraggi, indagini preliminari e diagnosi energetica

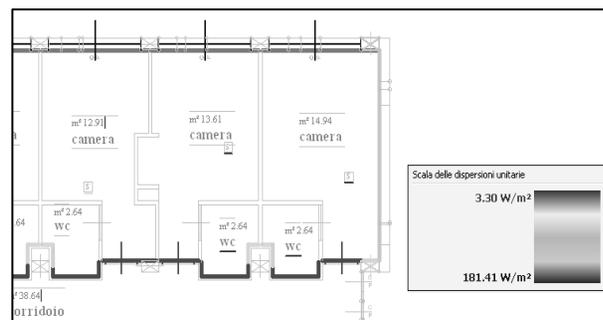
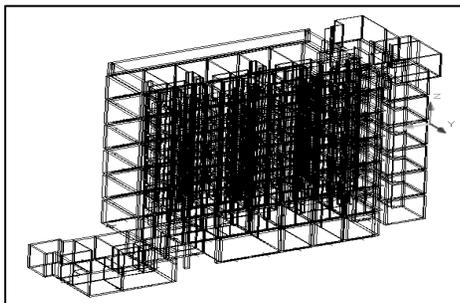
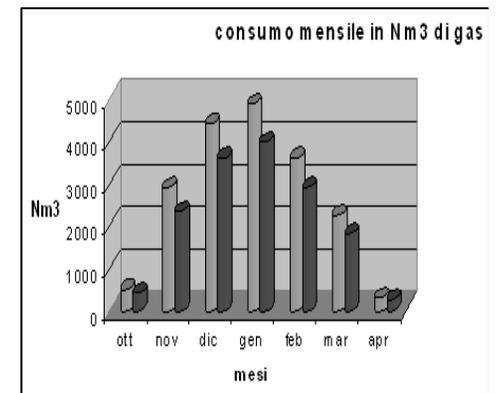
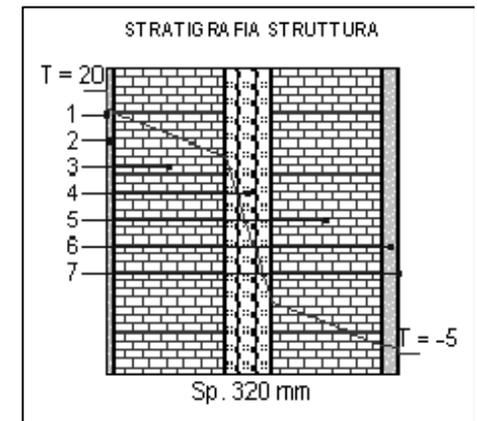
1 - Raccolta dati edificio: ubicazione, composizione strutturale ed architettonica, stratigrafie, particolari costruttivi, impianti di riscaldamento, consumi effettivi (storico) e comportamenti dell'utenza.

2 – Sopralluoghi E VERIFICHE



Diagnosi – Fasi di indagine

3. Simulazione della prestazione energetica attuale dell'immobile e confronto con i consumi storici.
4. Simulazioni per tutti gli interventi tecnicamente e economicamente ipotizzabili
5. Scelta degli interventi possibili di riqualificazione energetica in base alla situazione dell'immobile studiato del costo degli stessi e della facilità della posa in opera.
6. Simulazioni dettagliate del comportamento energetico dell'edificio nelle configurazioni più vantaggiose individuate, determinazione degli interventi più convenienti



Analisi economica

$$NPV = -C_0 + \sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t} \quad PBT = \min t : NPV \geq 0$$

- NPV = Net Present Value: flusso di cassa attualizzato [€]
- PBT = Pay Back Time: tempo di ritorno dell'investimento
- C_0 = flusso di cassa iniziale [€];
- t = indice temporale [anni];
- T = orizzonte temporale entro il quale s'intende verificare il progetto [anni];
- C_t = risparmio energia primaria, all'anno t , tradotto in denaro, in base al prezzo aggiornato del combustibile [€];
- r = costo del capitale [%];

L'indice NPV può essere visto come uno strumento che quantifica, in termini di denaro, il risparmio energetico

DIAGNOSI ENERGETICA

Valutazione del risparmio energetico:

Risparmio **in termini di energia primaria** sulla base del modello matematico utilizzato per il calcolo della certificazione energetica;

Risparmio **in termini economici** anche sulla base dei consumi reali del combustibile (tradotti in energia primaria) valutato sulla base dei consumi storici.

Analisi combinata del sistema edificio-impianto

Valutazioni di interventi

sulla componente edile,

sulla componente impiantistica esistente,

sull'introduzione dell'uso di fonti rinnovabili



4 aspetti da considerare nelle valutazioni

1 - Prestazioni dell'involucro:

- Orientamento dell'edificio
- Protezione dal sole
- Isolamento termico
- Prestazioni dei serramenti
- Materiali ecosostenibili
- Isolamento acustico
- Illuminazione naturale
- Ventilazione naturale
- VMC

3 - Fonti energetiche rinnovabili

- Predisposizione per uso fonti rinnovabili
- Impianti solari fotovoltaici e termici
- Biomasse, etc

2 - Efficienza energetica degli impianti:

- Efficienza degli impianti
- Regolazione locale della temperatura dell'aria
- Sistemi a bassa temperatura
- Contabilizzazione energetica
- Efficienza degli impianti elettrici
- Illuminazione artificiale

4 - Sostenibilità ambientale

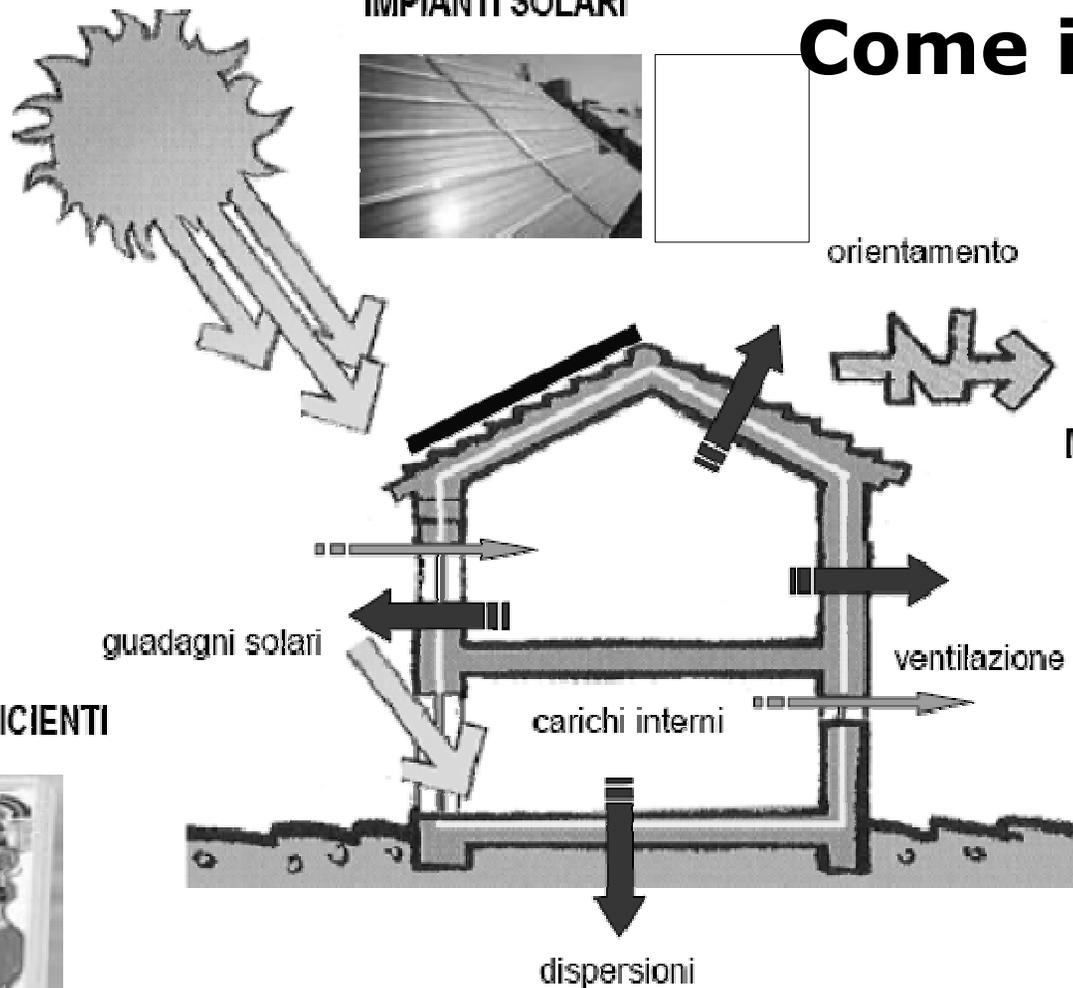
- Controllo del consumo acqua potabile
- Recupero acque grigie

IMPIANTI SOLARI



Come intervenire

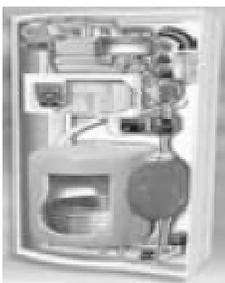
orientamento



MINORI DISPERSIONI



IMPIANTI EFFICIENTI



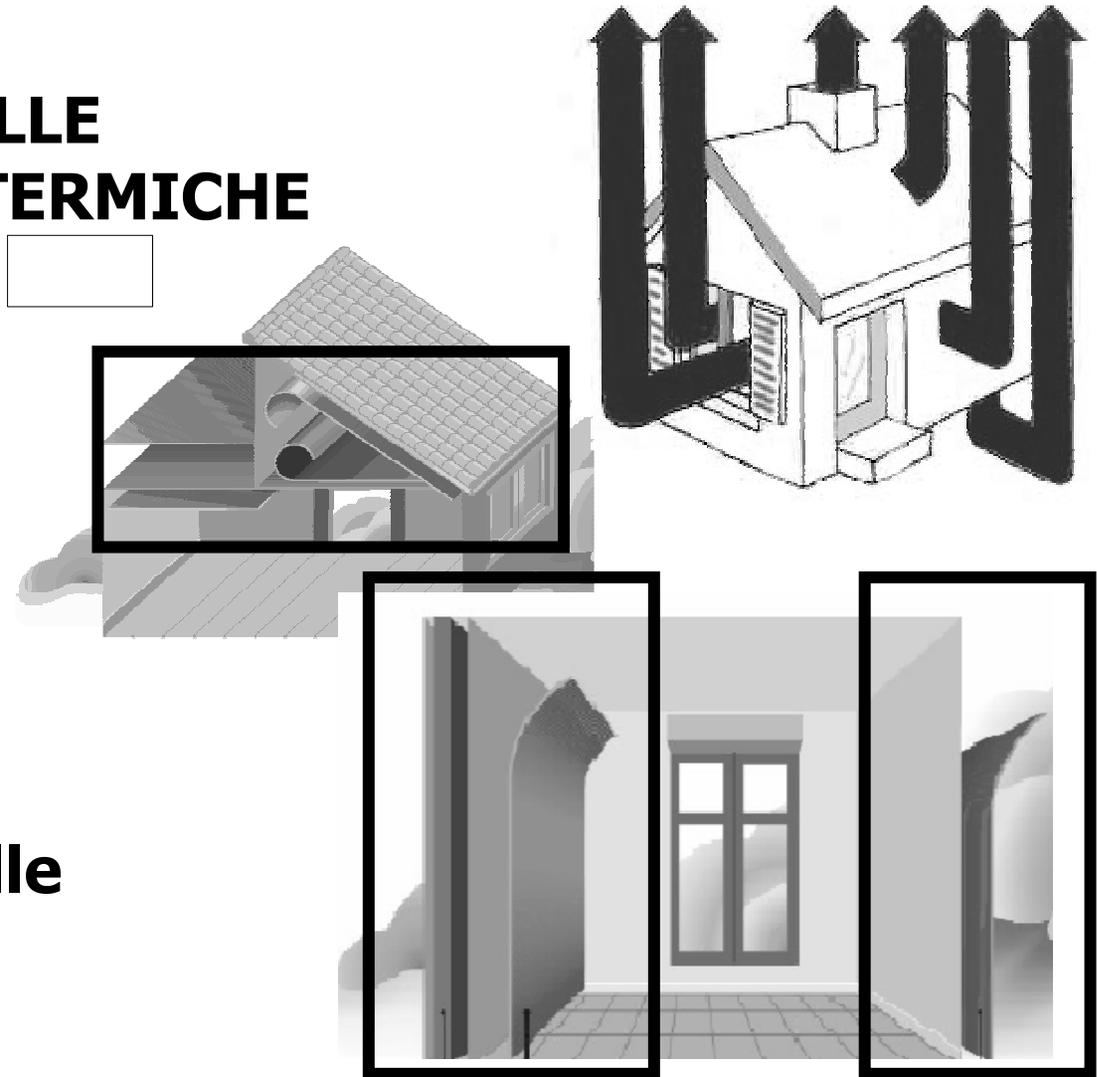
CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Interventi su:

- **Pareti perimetrali**
- **Finestre**
- **Tetti**

**Per la riduzione dei
consumi estivi:**

- **Protezione solare delle
superfici vetrate**

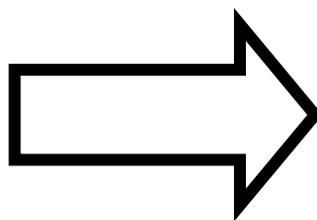
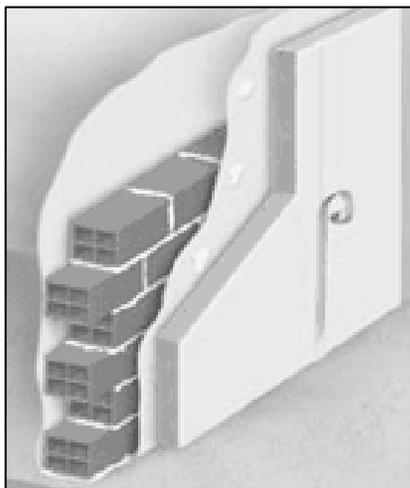
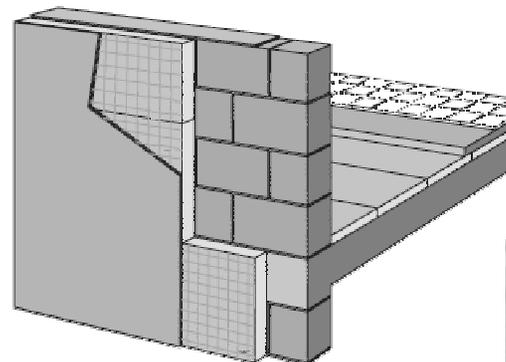
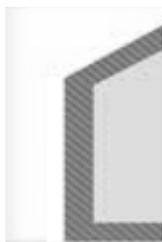


CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Interventi su:

➤ Pareti perimetrali

Isolamento dall'esterno

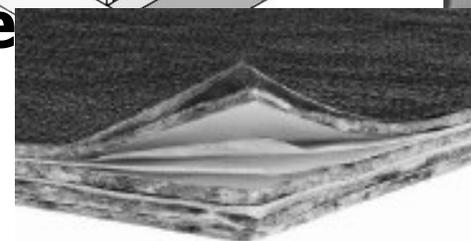
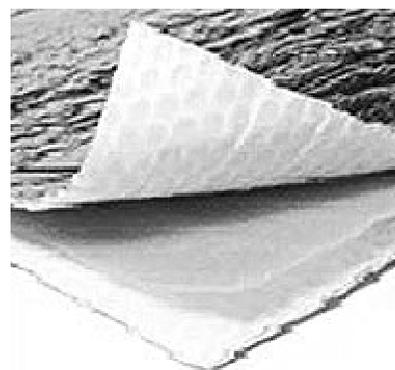
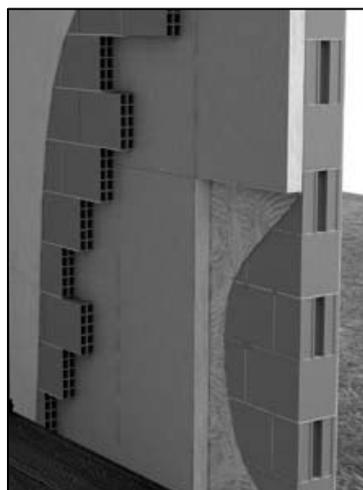
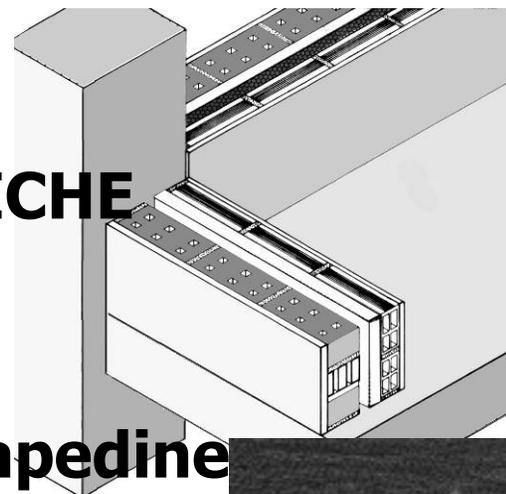
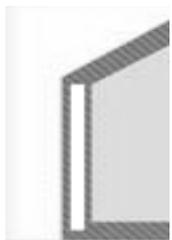


CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Interventi su:

➤ Pareti perimetrali

Isolamento in intercapedine

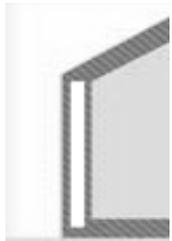
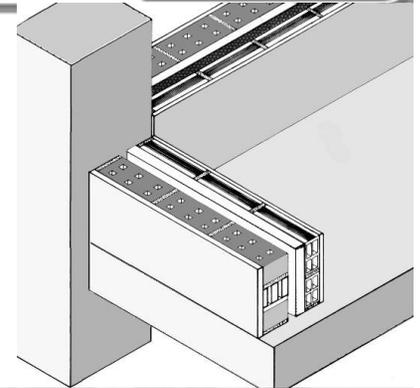


CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Interventi su:

➤ Pareti perimetrali
Isolamento in intercapedine

Per
quanto
tempo?



TETTI IN LEGNO



NEI SOLAI LEGGERI



NEI SOTTOTETTI
non praticabili



NEI MURI

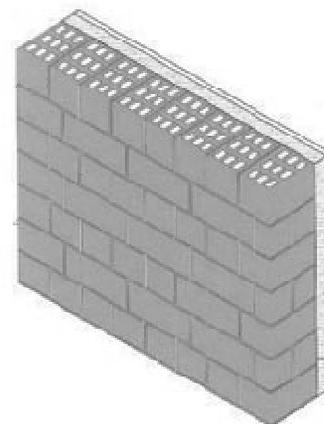
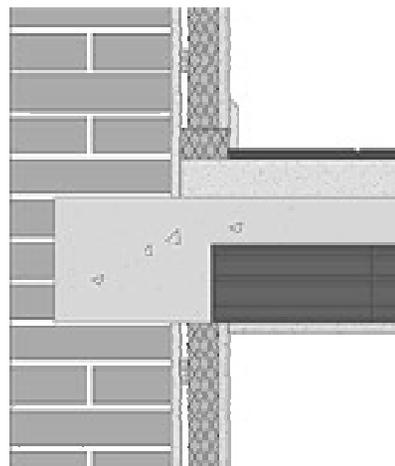
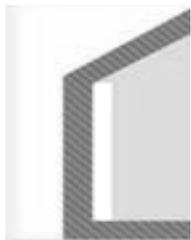


CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Interventi su:

➤ Pareti perimetrali

Isolamento su parete interna

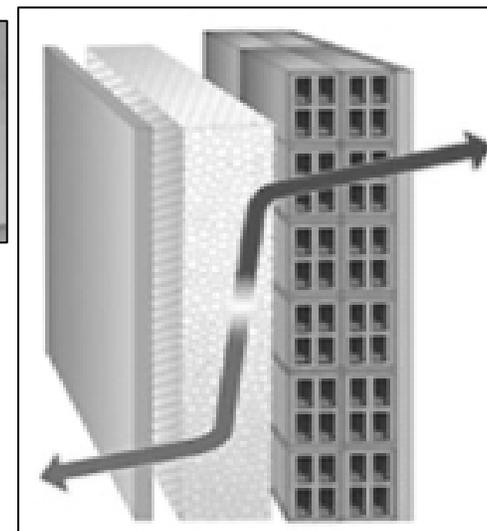
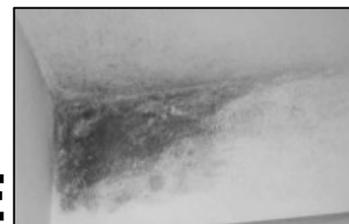
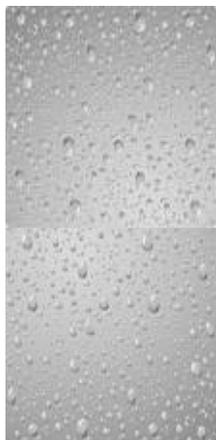


CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

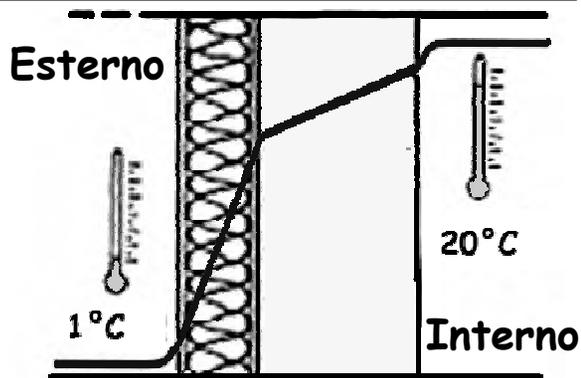
Problematiche legate
agli interventi su:

➤ Pareti perimetrali

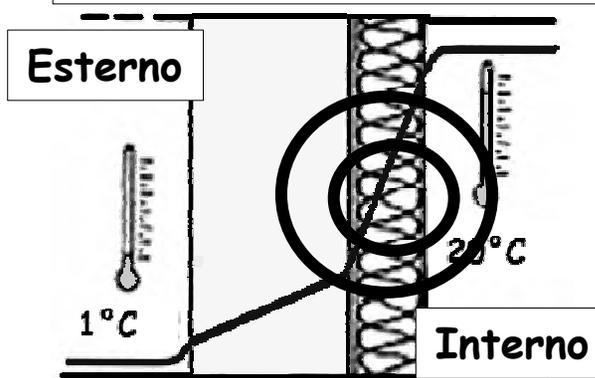
Muffe e condensazione



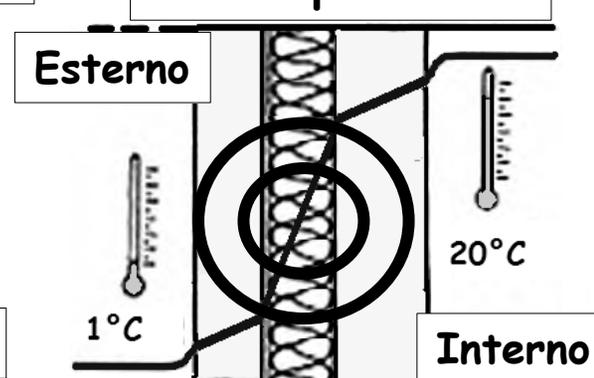
Isolamento dall'esterno



Isolamento dall'interno



Isolamento in
intercapedine

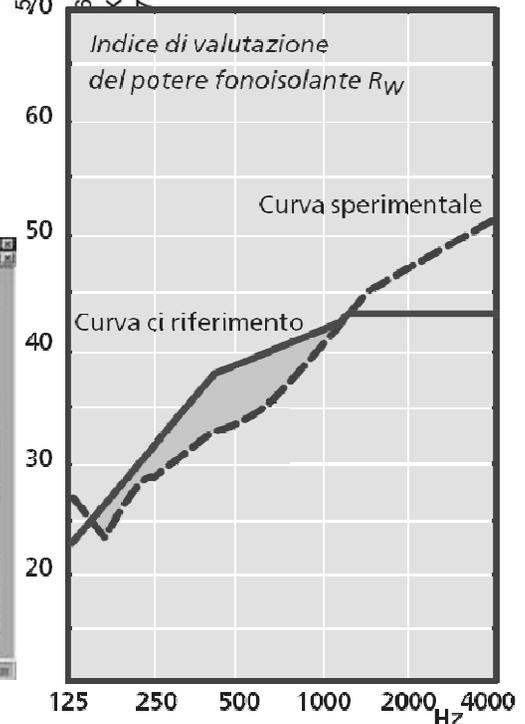
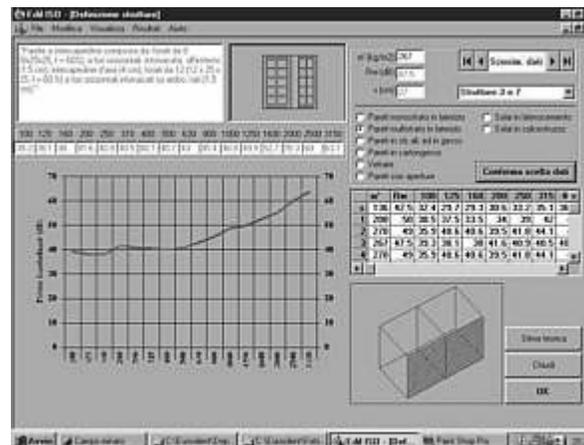
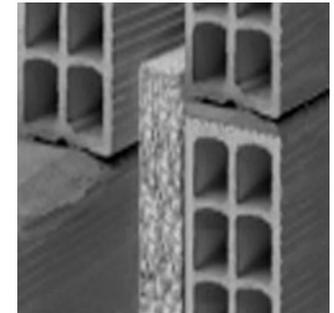
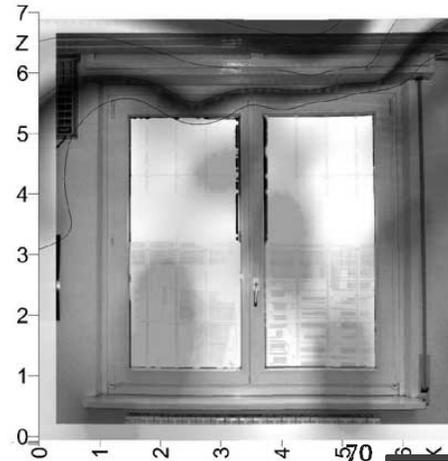


CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Problematiche legate agli interventi su:

➤ Pareti perimetrali (Facciate)

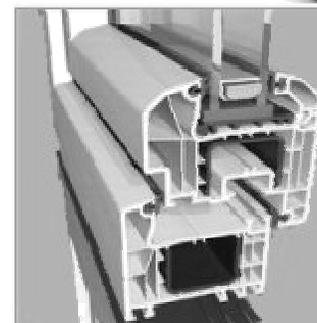
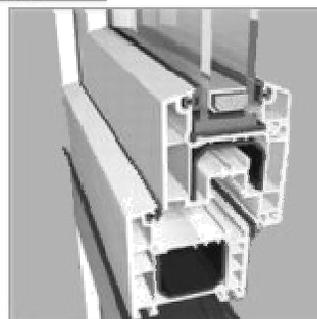
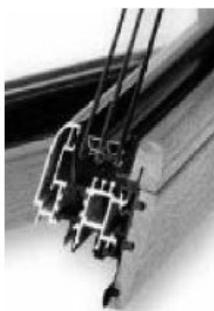
Requisiti acustici passivi



CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Interventi su:

> Finestre



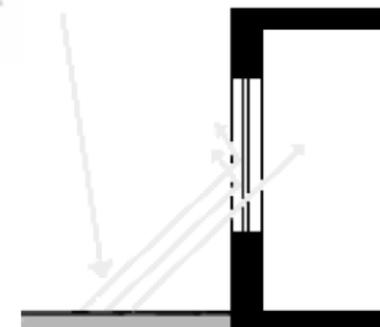
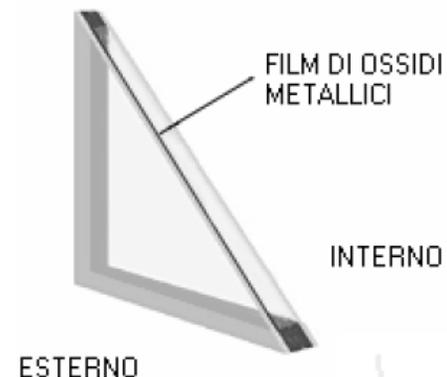
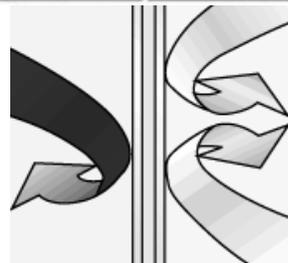
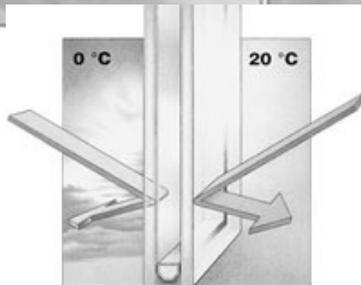
Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo

CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

Interventi su:

➤ Finestre

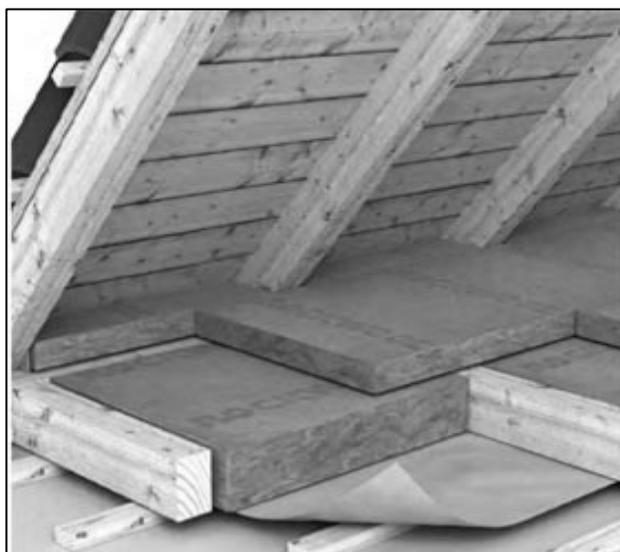
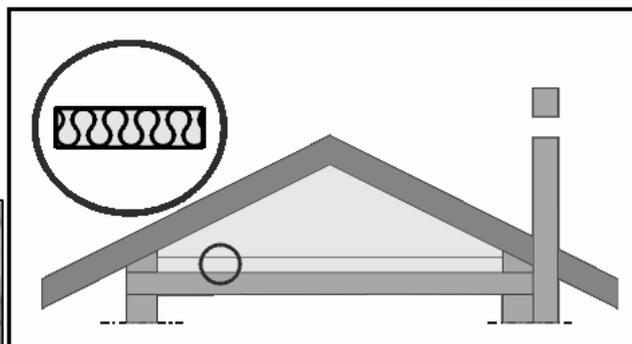
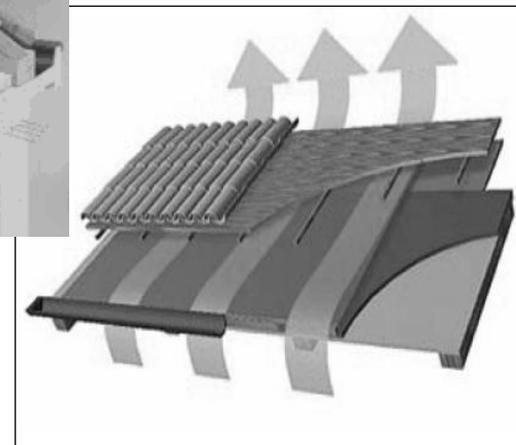
Pellicole basso-emissive



CONTROLLO E RIDUZIONE DELLE DISPERSIONI TERMICHE

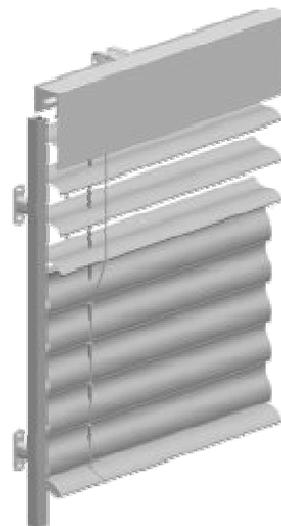
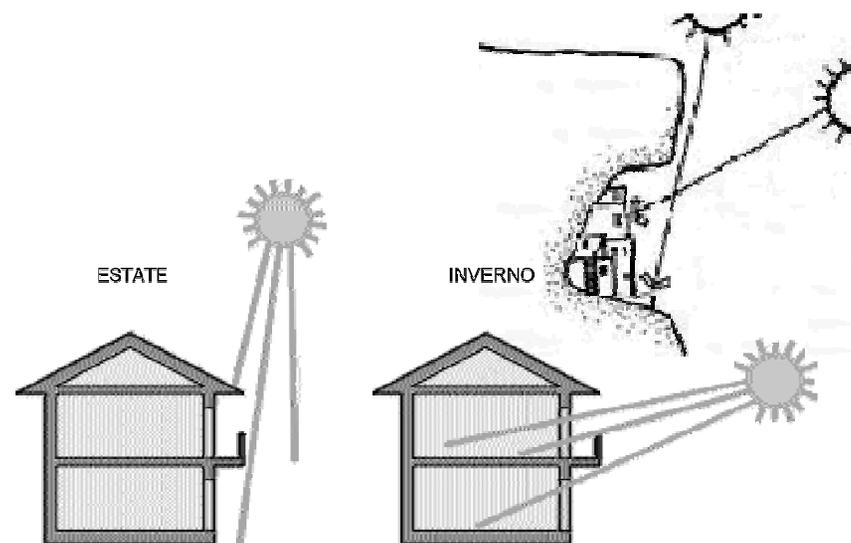
Interventi su:

> Tetti



CONTROLLO DEGLI APPORTI TERMICI

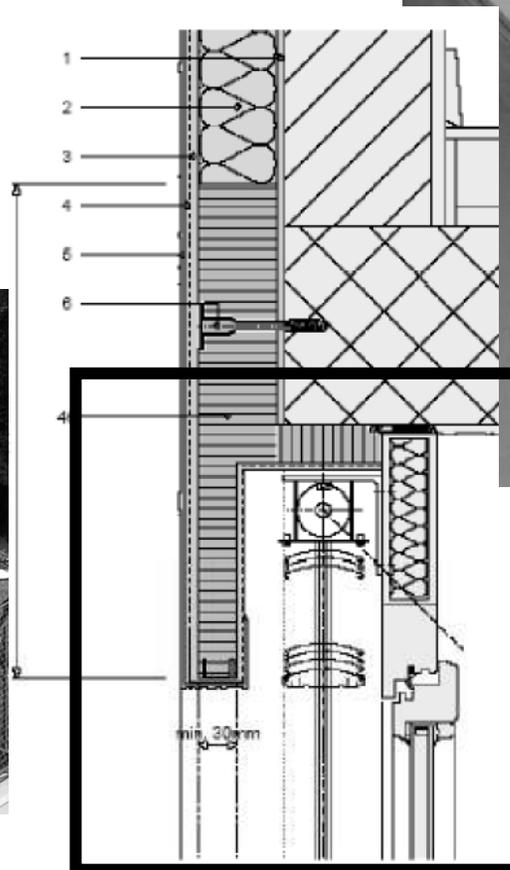
Protezione dalla
radiazione solare



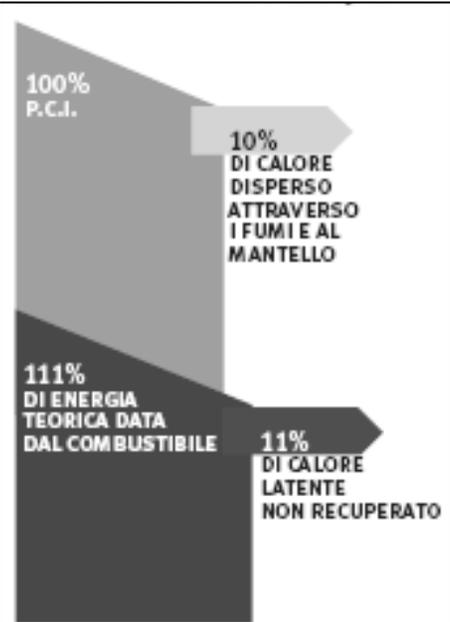
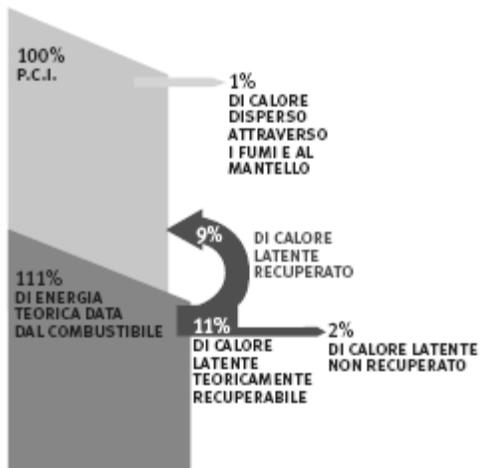
Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo

CONTROLLO DEGLI APPORTI TERMICI

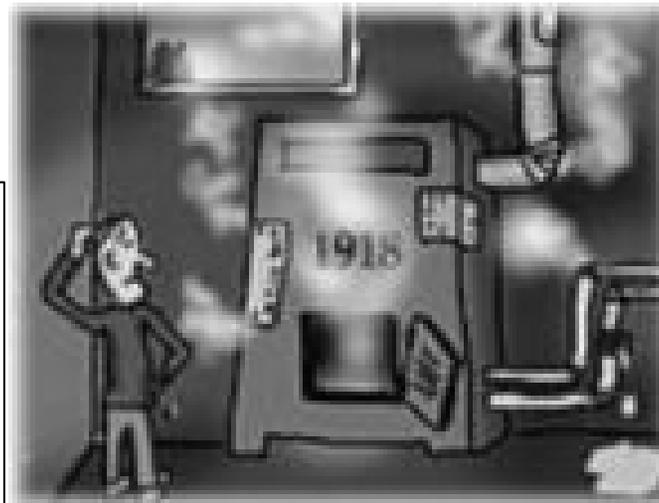
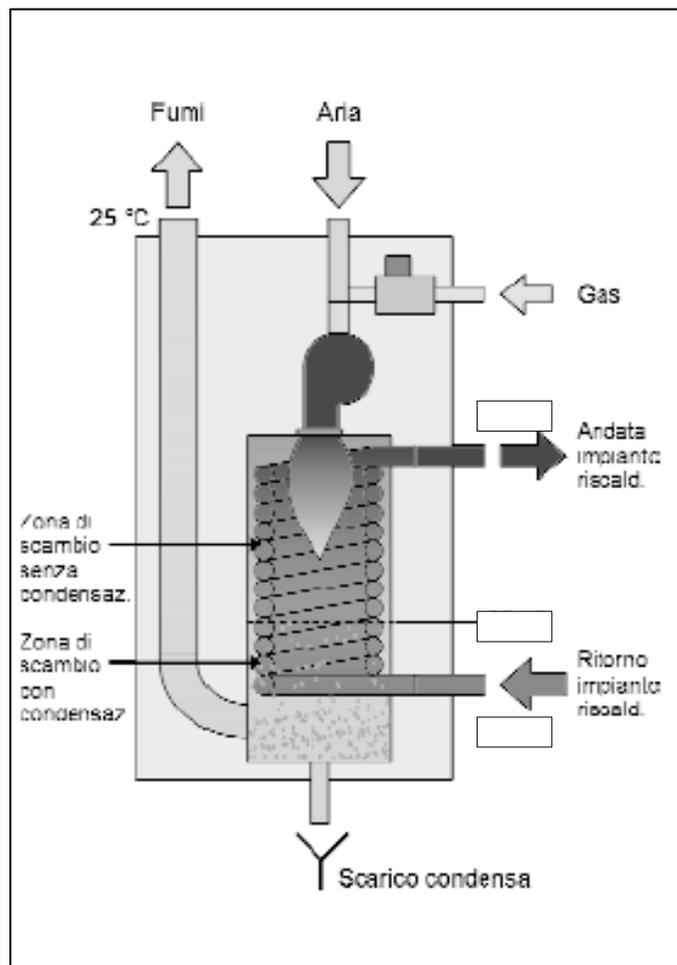
Protezione dalla
radiazione solare



**CALDAIA
 A CONDENSAZIONE
 RENDIMENTO: 108%**

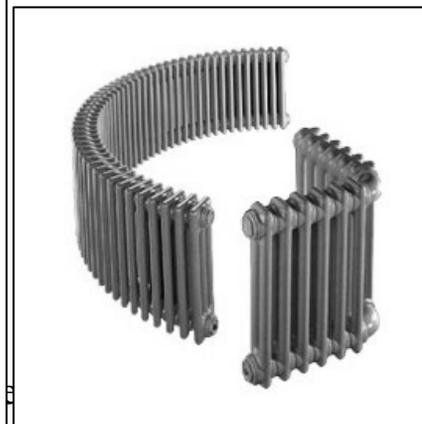
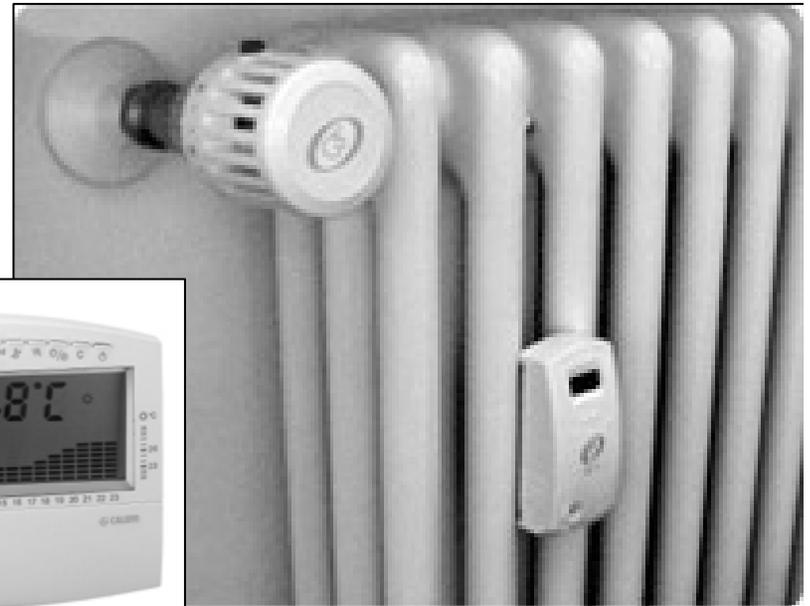


Caldaie



zione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo

Contabilizzazione del calore

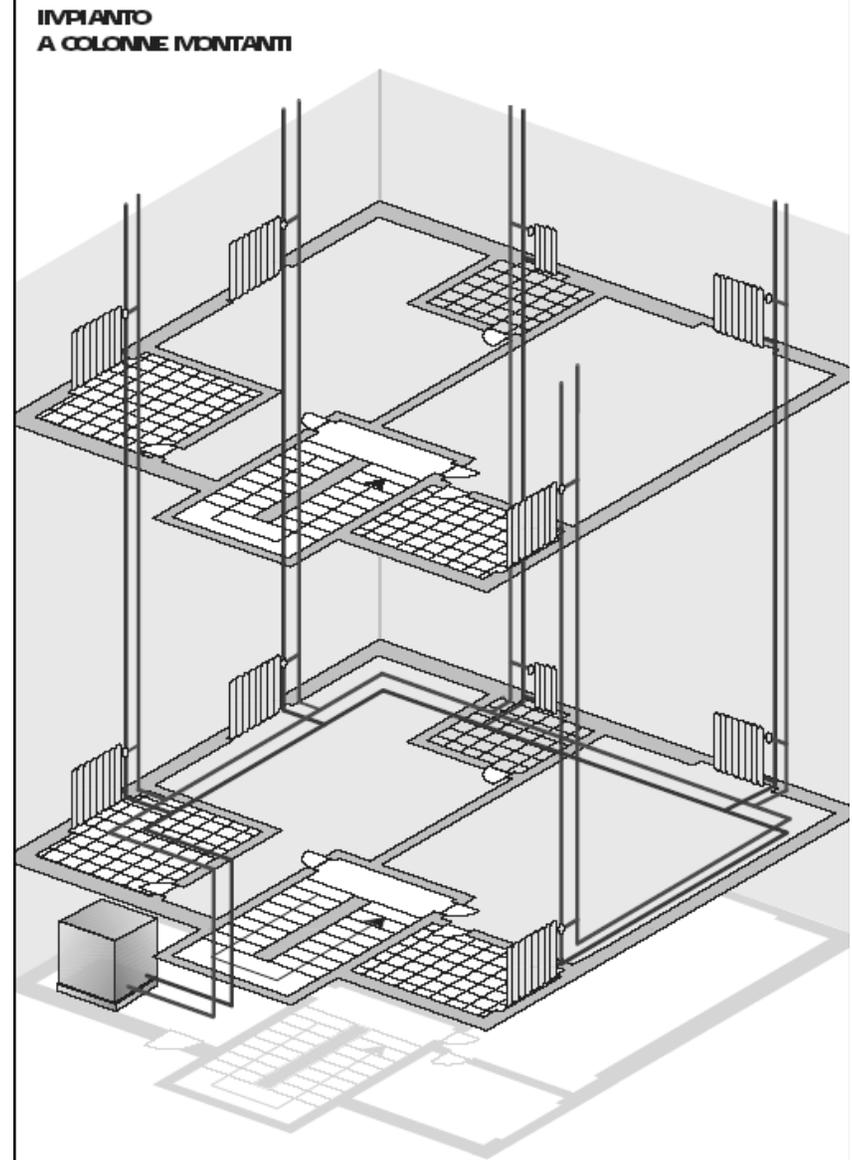


impianti a colonne montanti

due grosse limitazioni a
livello di singola unità
immobiliare:

La **regolazione** delle
condizioni ambientali
desiderate (temperatura,
orario di funzionamento
dell'impianto);

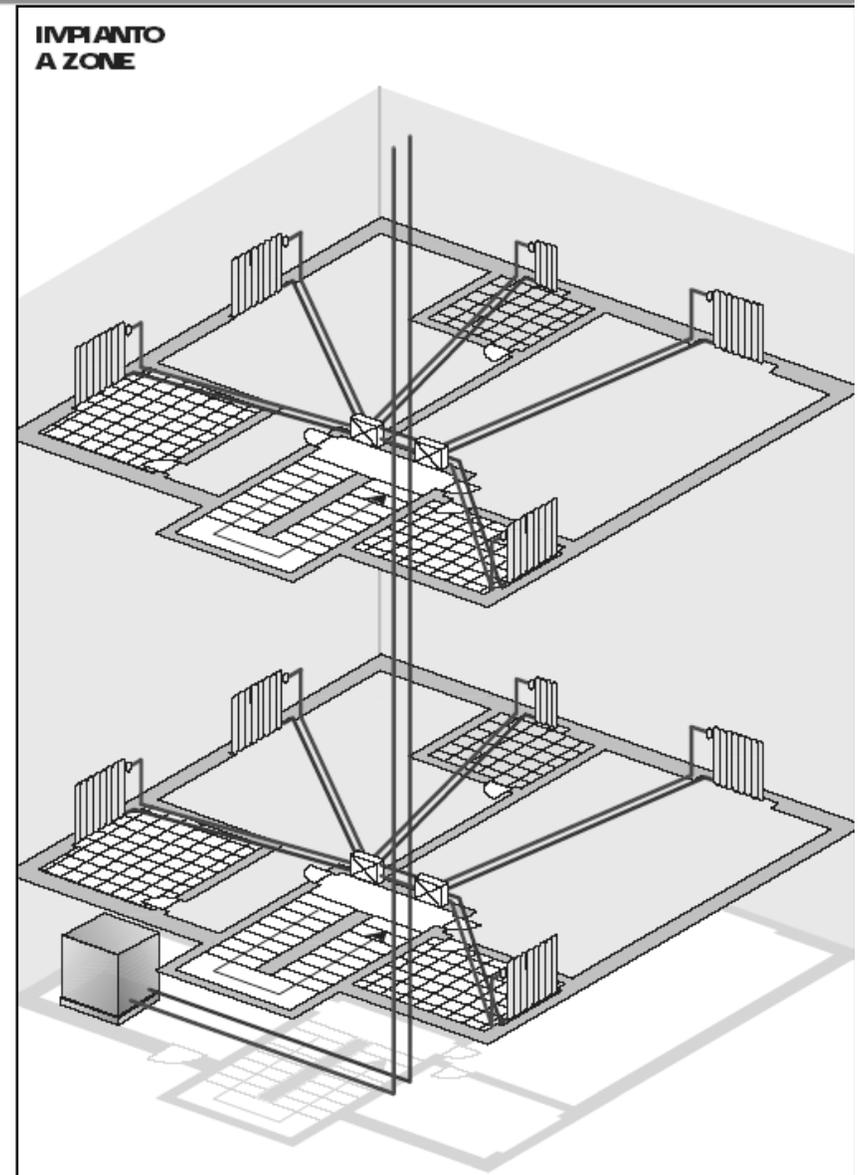
La **contabilizzazione**
dell'energia termica
effettivamente utilizzata
dall'unità immobiliare.



Soluzioni per un migliore controllo a livello di singola unità abitativa.

Impianto a zone

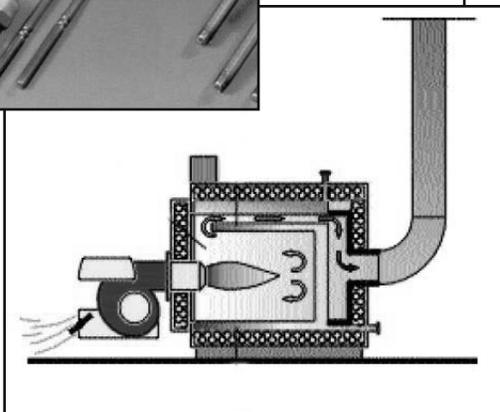
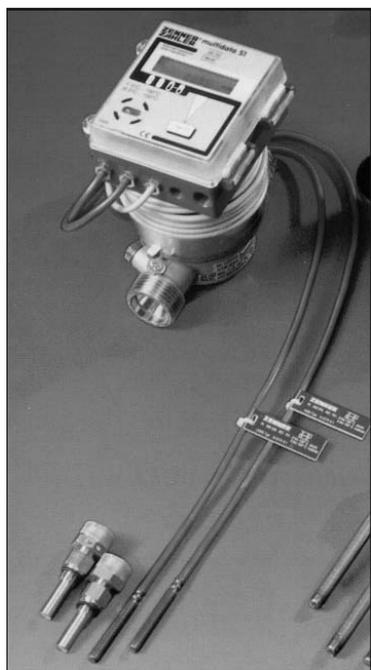
Il circuito che serve la singola unità immobiliare è dotato di una **valvola di regolazione di zona** e di **contabilizzazione diretta** del calore.



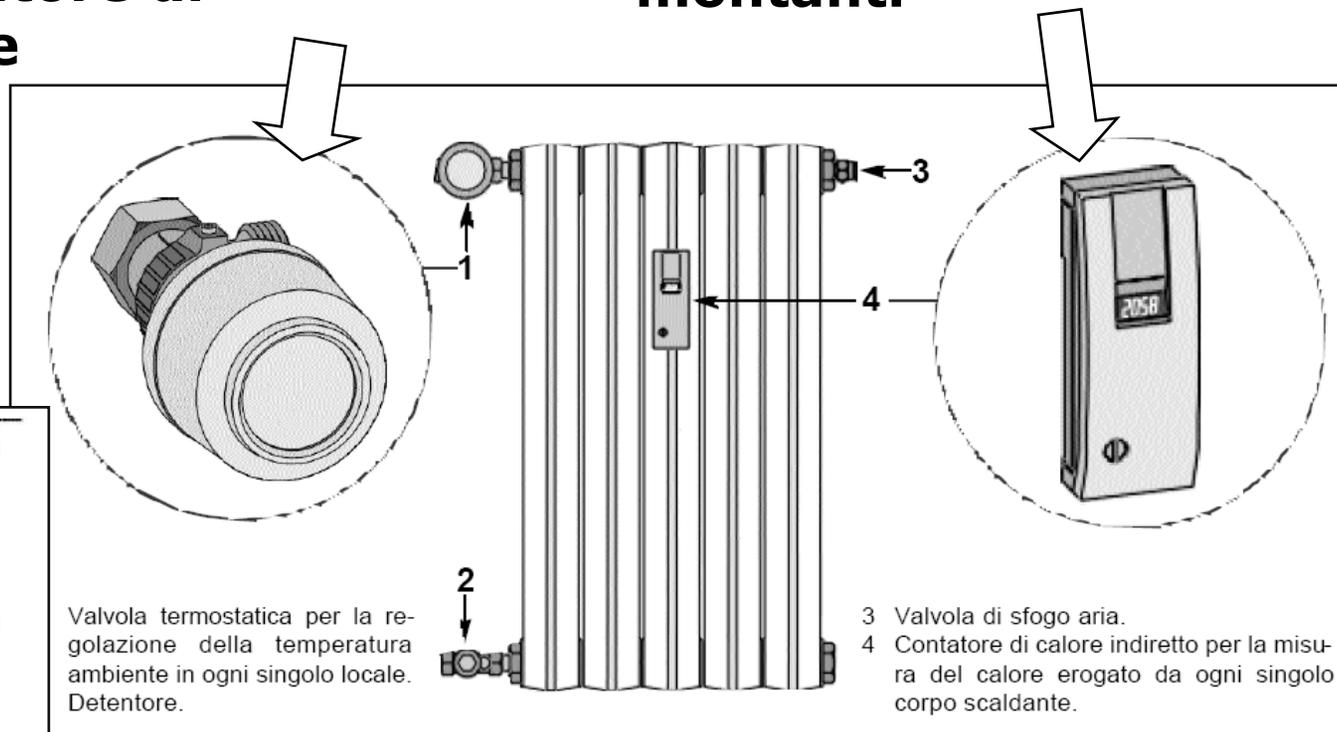
Impianti termici centralizzati esistenti La contabilizzazione individuale del calore

impianti esistenti con
distribuzione ad anello

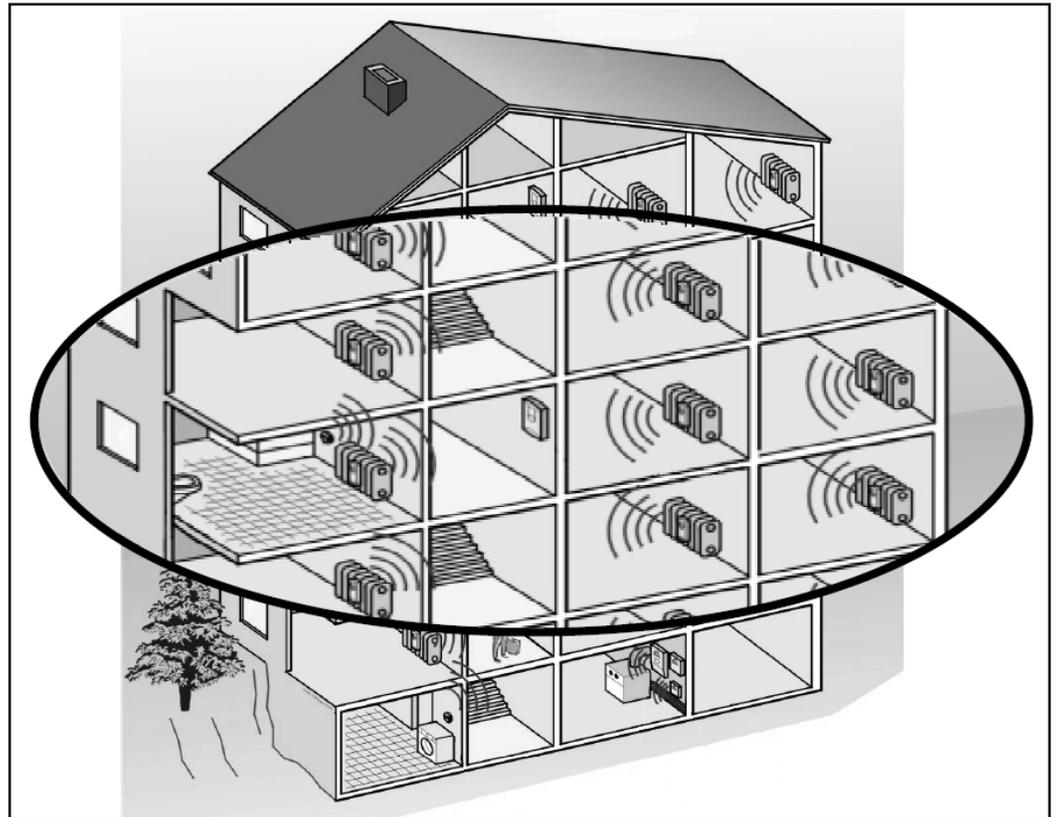
Contatore di
calore



impianti esistenti con
distribuzione a colonne
montanti

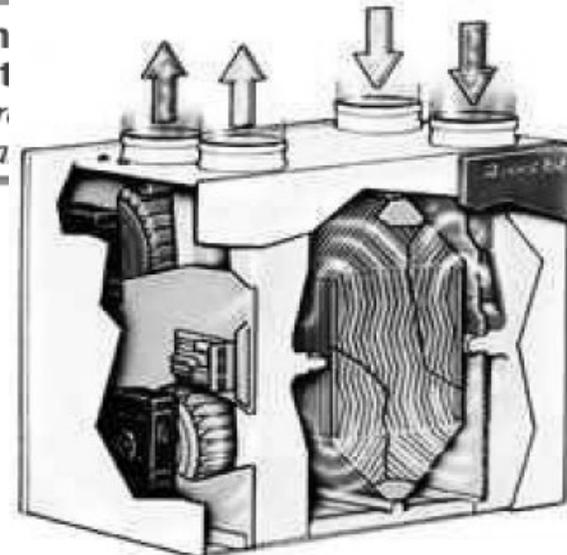


risparmio fino al 25%



- ❑ Ripartitori elettronici, con lettura diretta dei dati;
- ❑ Ripartitori elettronici, con comunicazione delle informazioni via radio a concentratori di dati posti nei vani scala. Tele-lettura centralizzata a distanza.

Verso le Case passive Soluzioni impiantistiche

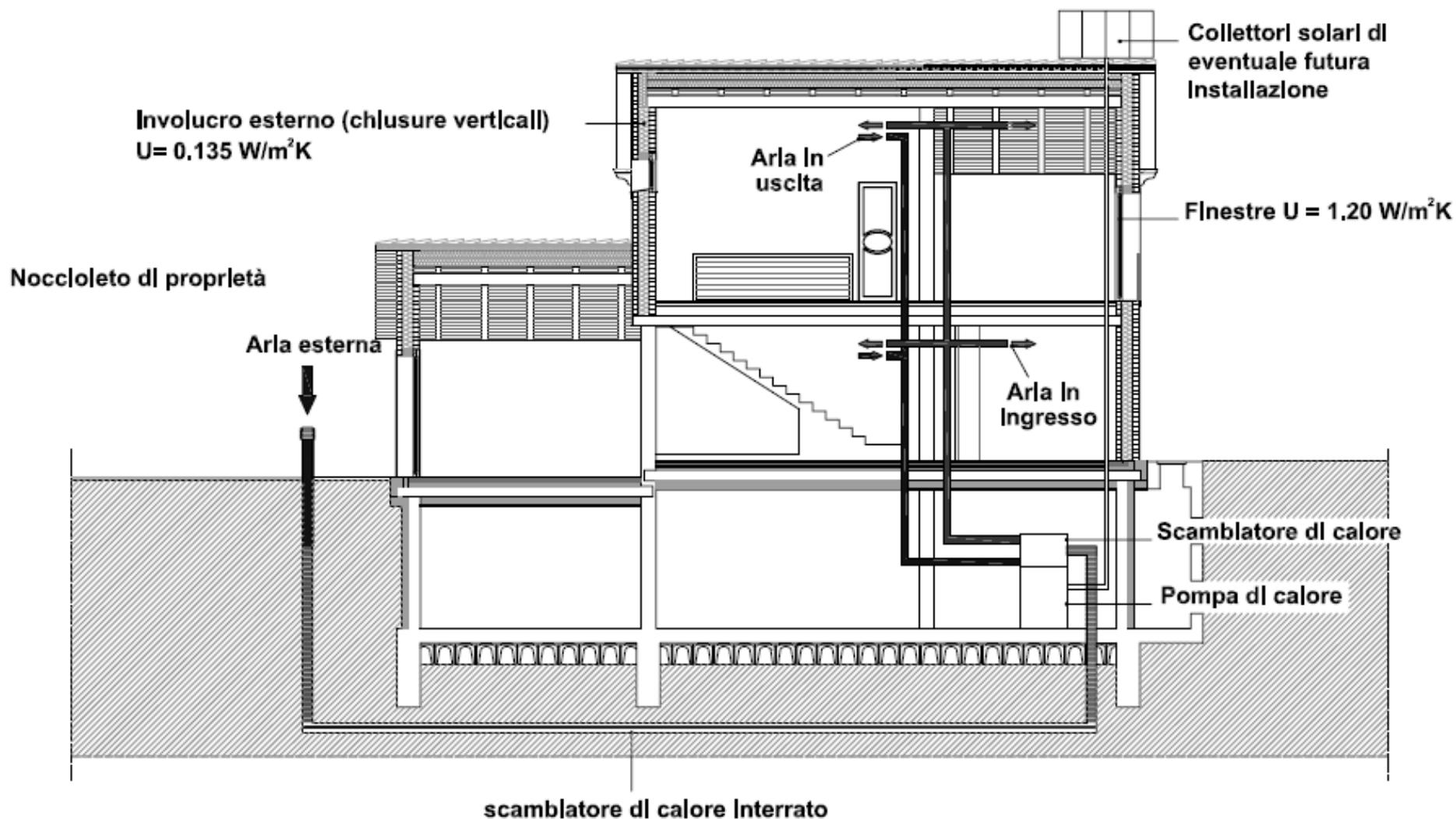


**Difficile per
l'esistente!**

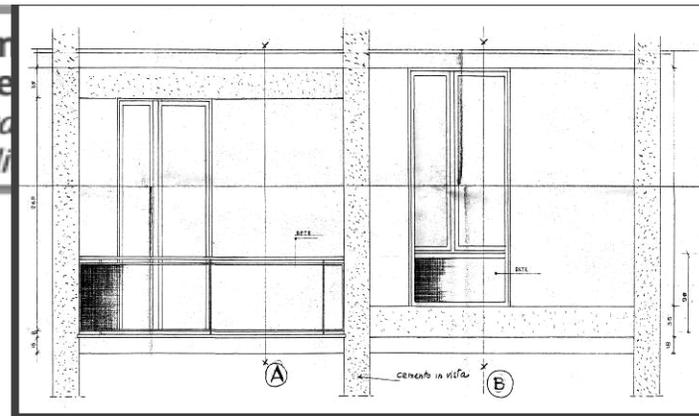
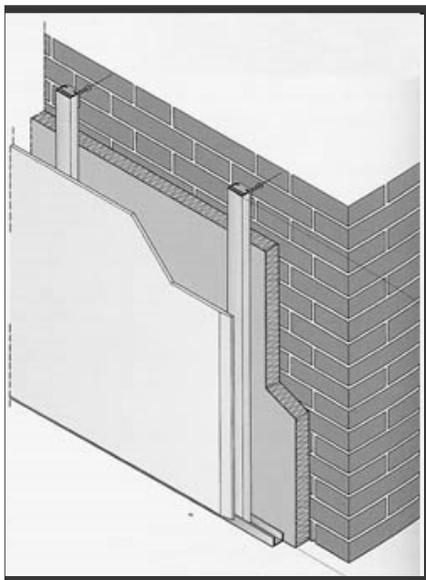
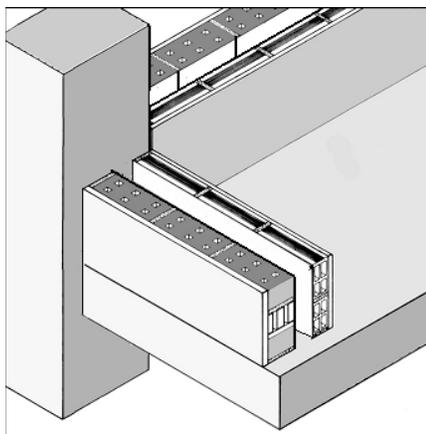
Certificazione energetica: norme e pratica professionale



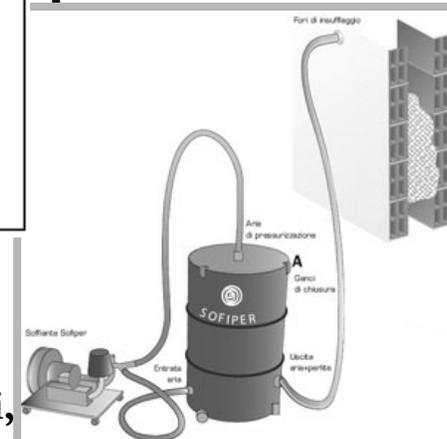
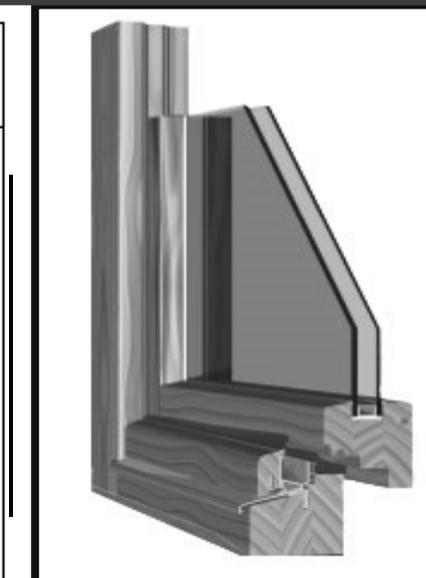
Ricambio d'aria per ventilazione: recupero di calore dal terreno



Interventi sull'involucro (rif. Zona Climatica D)

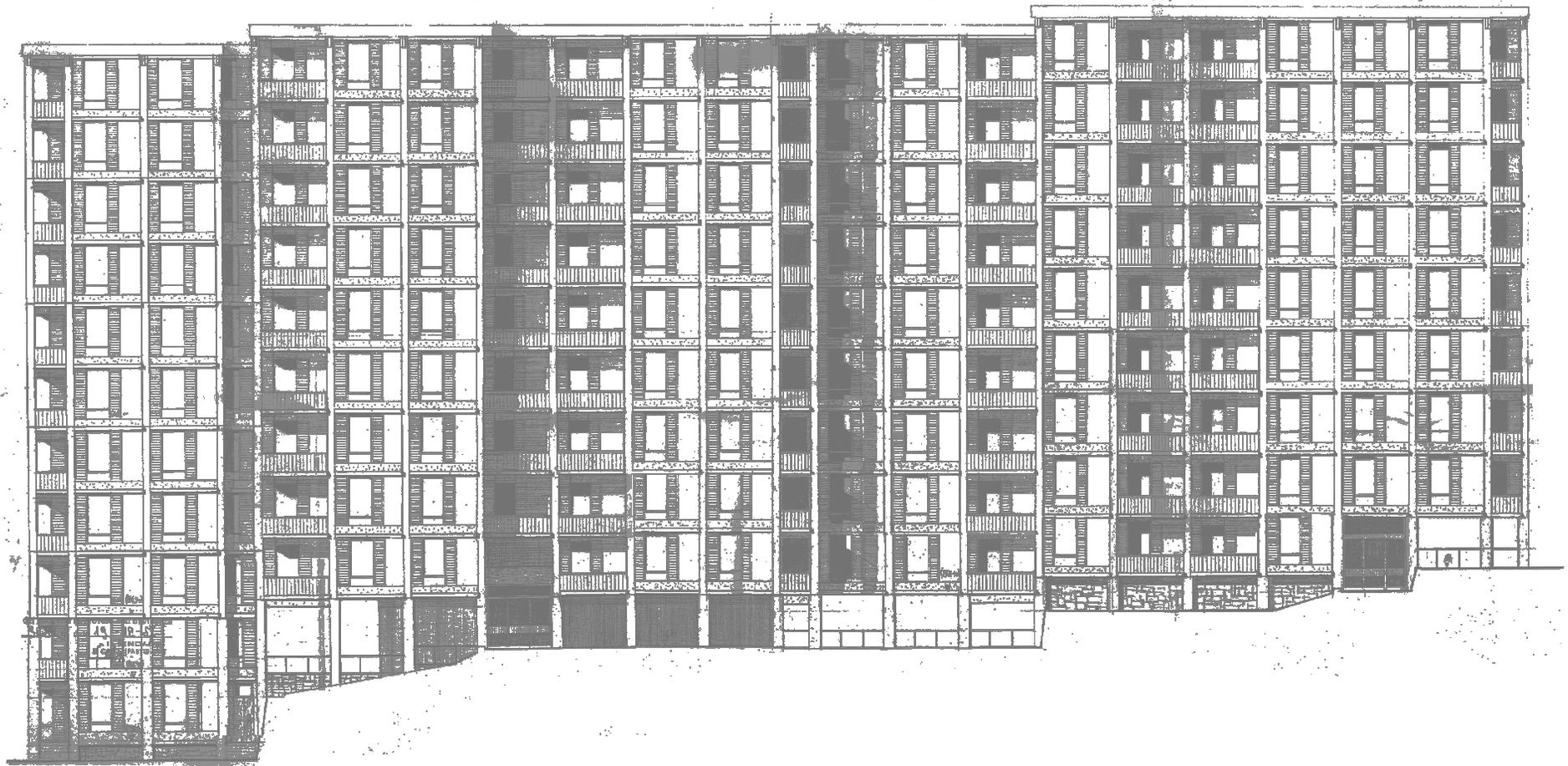


Intervento	Trasmittanza [W/m ² K]	Risparmio %
muro esistente	1.112	
pannello lana 2cm	0.64	12.2%
pannello lana 4cm	0.46	17.0%
polistirene estruso 2cm	0.66	11.8%
polistirene estruso 4cm	0.47	16.6%
Perlite	0.306	21.0%
Cellulosa	0.277	21.8%
Infisso esistente	5.74	
Infisso U 2.4 ovunque	2.4	12.1%
Infisso U 2.4 solo Nord	2.4	6.4%
Infisso U 1.58 ovunque	1.58	15.6%
Infisso U 1.58 solo Nord	1.58	8.0%

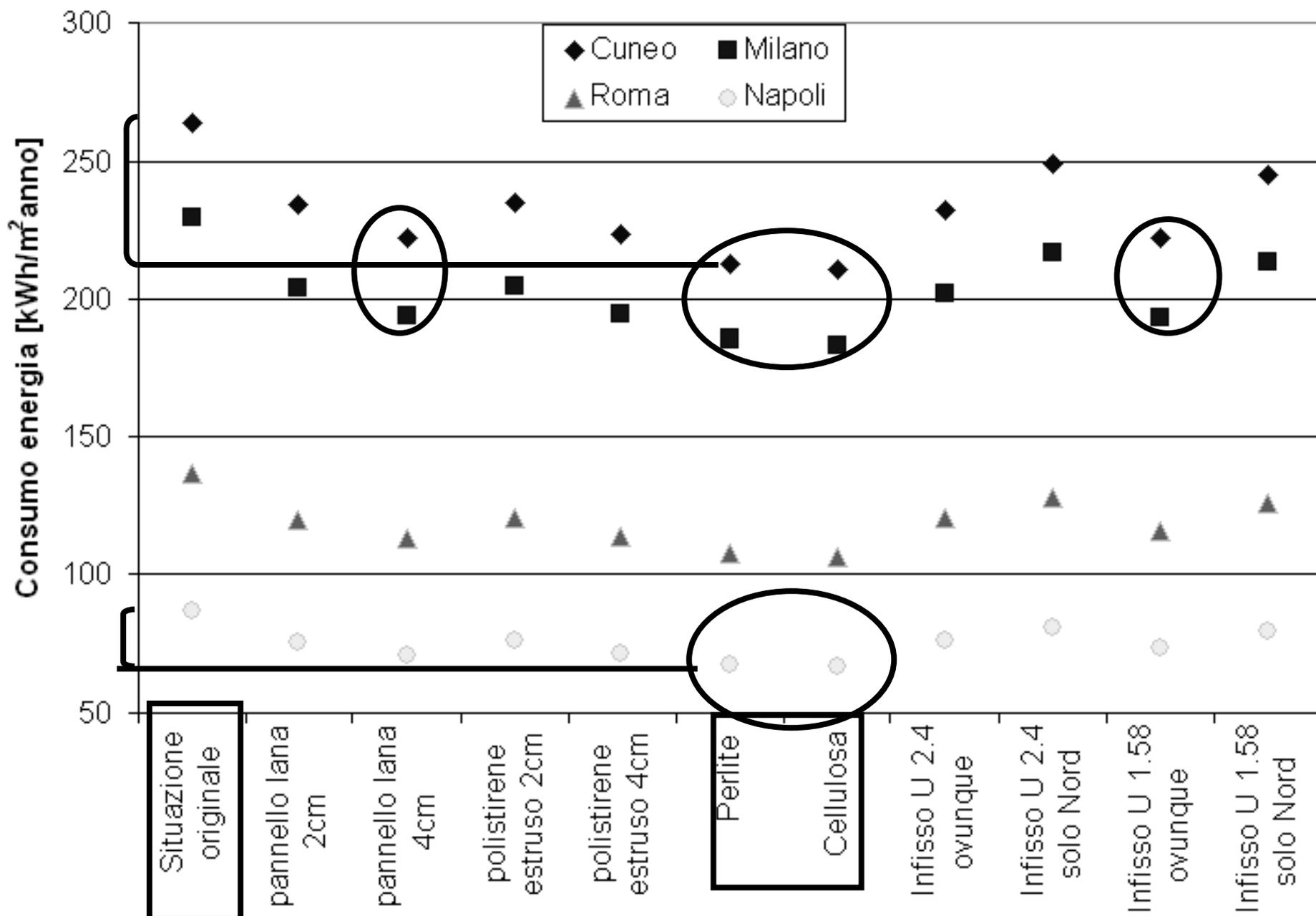


Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli,

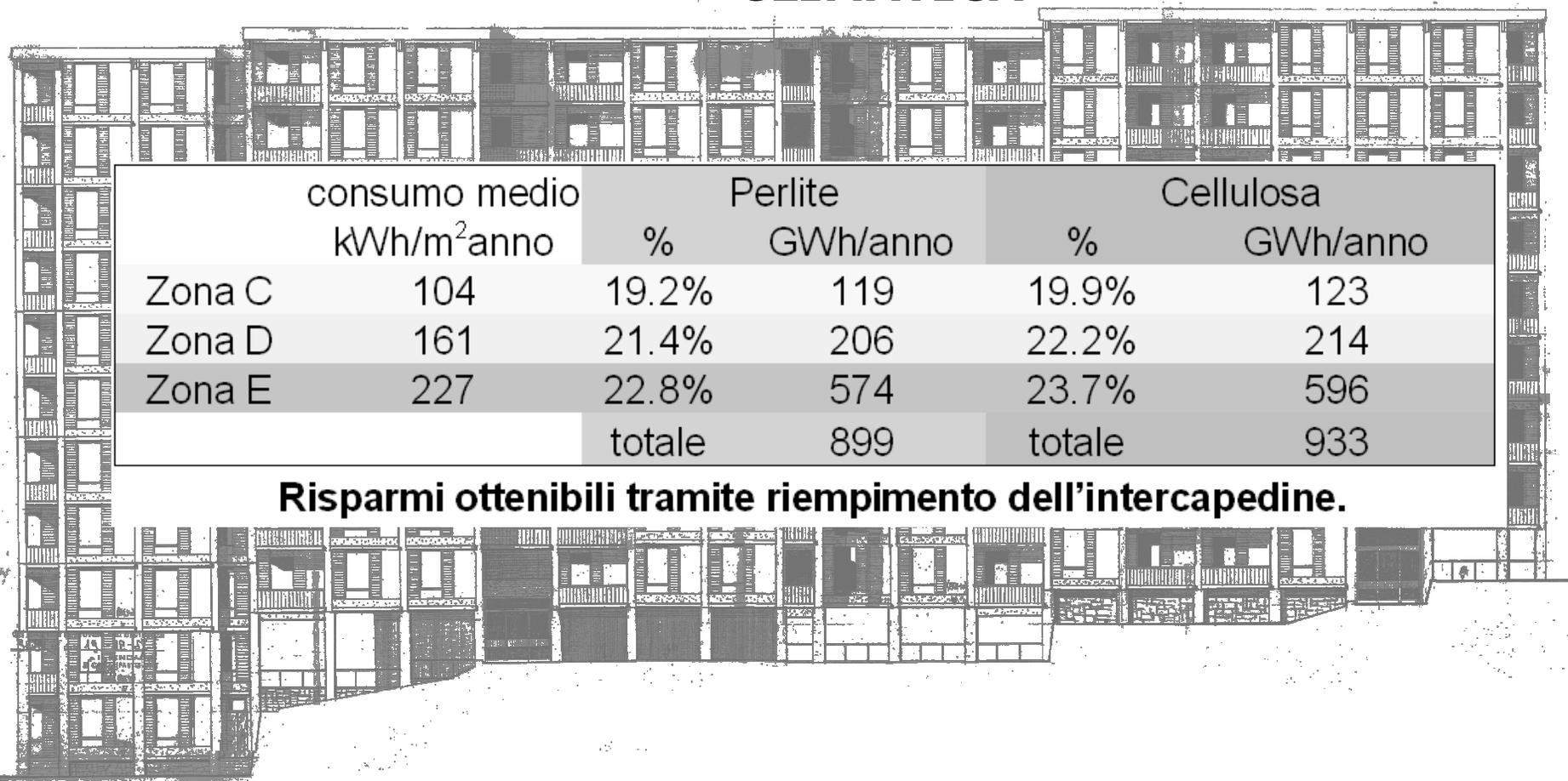
Interventi sull'involucro: RISPARMIO ANNUO IN FUNZIONE DELLA ZONA CLIMATICA



Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo



RISPARMIO ANNUO IN FUNZIONE DELLA ZONA CLIMATICA



Risparmi ottenibili tramite riempimento dell'intercapedine.

Analisi NPV e PBT

Intervento	PBT per città							
	Cuneo		Milano		Roma		Napoli	
	NO	SI'	NO	SI'	NO	SI'	NO	SI'
	incentivo al 55%							
pannello lana 2cm	15	=	17	=	24	=	>30	=
pannello lana 4cm	14	=	16	=	22	=	28	=
polistirene estruso 2cm	16	=	18	=	25	=	>30	=
polistirene estruso 4cm	13	=	15	=	21	=	27	=
Perlite	11	6	12	7	17	10	23	13
Cellulosa	12	7	14	8	19	11	25	15
Infisso U 2.4 ovunque	16	=	18	=	26	15	>30	21
Infisso U 2.4 solo Nord	13	=	15	=	19	11	25	15
Infisso U 1.58 ovunque	16	9	18	10	27	16	>30	22
Infisso U 1.58 solo Nord	14	8	15	9	21	12	27	16

Orizzonte temporale 25 anni, compatibile durata media degli interventi previsti.

Costo iniziale metano: 0.43 €/m³

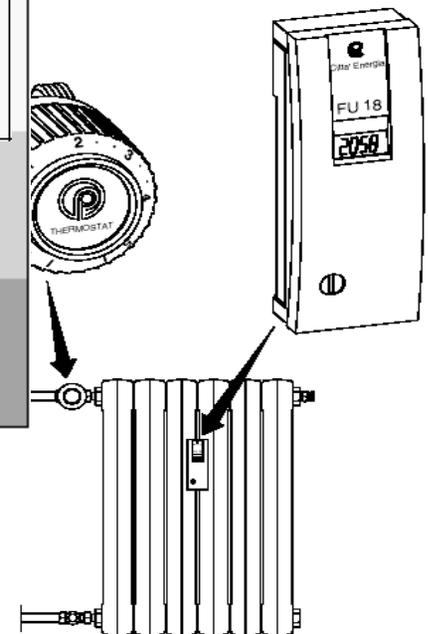
Tasso d'interesse del capitale 4%

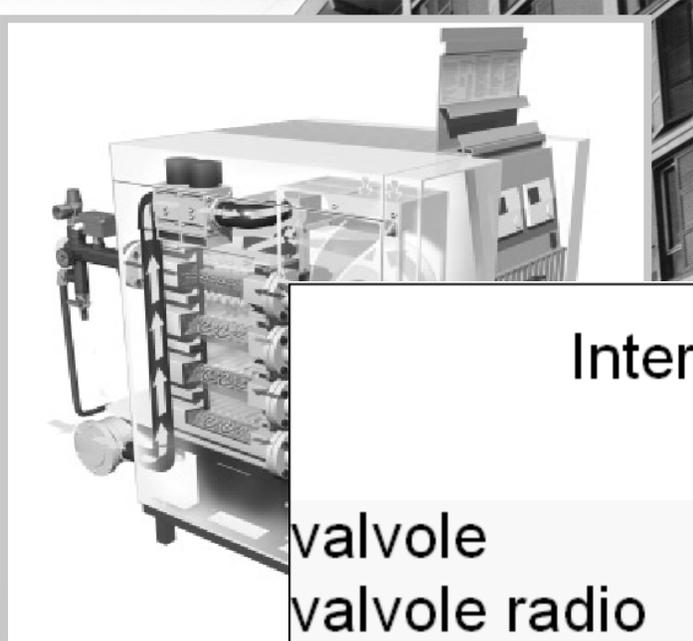
Incremento costo metano 7%.

Certificazione energetica: norme e pratica professionale. Napoli, 28 marzo

Interventi sull'impianto (rif. Zona Climatica D)

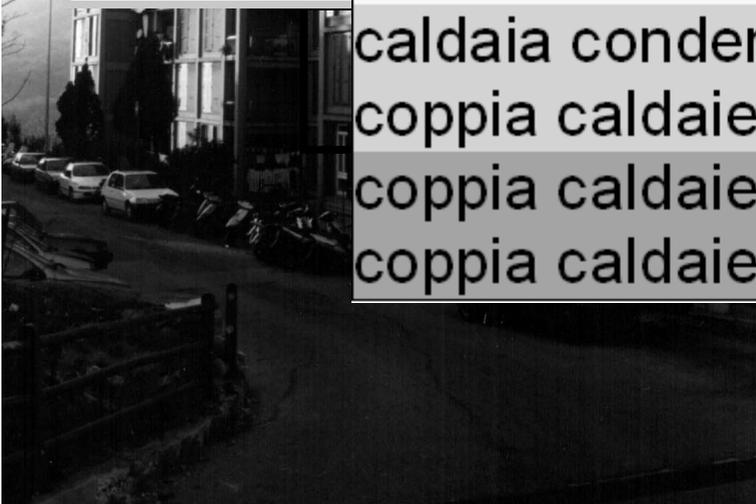
Intervento	Costo installazione [€]	risparmio
valvole	60602	
valvole radio	78464	
caldaia condensazione		14.0%
coppia caldaie		15.0%
coppia caldaie e valvole		31.2%
coppia caldaie e valvole radio		31.2%





Interventi sull'impianto (rif. Zona Climatica D)

Intervento	risparmio energia
valvole	Costo intera installazione
valvole radio	[€]
caldaia condensazione	69200
coppia caldaie	66200
coppia caldaie e valvole	31.2%
coppia caldaie e valvole radio	31.2%



Interventi sull'impianto (rif. Zona Climatica D)

Intervento	risparmio energia
valvole	15.1%
valvole radio	15.1%
caldaia condensazione coppia caldaie	Costo intera installazione [€]
coppia caldaie e valvole	102583
coppia caldaie e valvole radio	120445

Energie alternative

**Solare termico per soddisfare
almeno il 50% del fabbisogno
di energia primaria per ACS**



ca: norme e

**Solare
fotovoltaico
per la
produzione
di energia
elettrica**



Energia solare

Yearly sum of solar electricity generated by 1kWp photovoltaic system with optimally-inclined modules
ITALY

