

Laboratori tematici 2015

La riqualificazione energetica delle scuole: prospettive e criticità

I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere

Giacomina Di Salvo

ORGANISMI INTERMEDI



Direzione generale
per gli incentivi
alle imprese



REGIONI "CONVERGENZA"



AUTORITÀ DI GESTIONE



Direzione generale
per il mercato elettrico,
le rinnovabili e l'efficienza
energetica, il nucleare

La riqualificazione energetica delle scuole: prospettive e criticità

I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere

Obiettivi contributo

1. offrire un quadro dello stato dell'arte:
cosa si è fatto, in Italia e in Europa (Quali interventi, Quali costi, Quali risultati)
2. I criteri per gli interventi di riqualificazione : problemi e opportunità per definire priorità e indirizzare scelte (*da dove, come, perchè*)

Roma 16 e 17 aprile 2015

La riqualificazione energetica delle scuole: prospettive e criticità

Contenuti

A. Perché bisogna intervenire.

Politiche di risparmio energetico e patrimonio edilizio

B. Come intervenire

Interventi di riqualificazione energetica

Roma 16 e 17 aprile 2015

La riqualificazione energetica delle scuole: prospettive e criticità

A. Perché bisogna intervenire.

Politiche di risparmio energetiche e patrimonio

B. Come intervenire

Interventi di riqualificazione/ efficientamento energetico

Roma 16 e 17 aprile 2015

La riqualificazione energetica delle scuole: prospettive e criticità

A. Perché bisogna intervenire

Patrimonio pubblico e Kyoto. Politiche europee e efficienza energetica

- *Direttiva 27/2012 CE*

ridurre dell'80-95 % le emissioni di gas serra entro il 2050 rispetto al 1990

ristrutturazione parco immobiliare esistente come potenzialità massima di risparmio energetico e conseguimento obiettivi

Iniziare dagli edifici di proprietà degli enti pubblici (quota considerevole del parco immobiliare e visibilità nella vita pubblica)

definizione tasso minimo annuo di interventi sugli edifici della PA

Direttive UE indirizzate verso l'obiettivo del raggiungimento dell'efficienza energetica dal 2002

DIRETTIVA 2012/27/UE

DIRETTIVA 2010/31/UE *Zero Energy Building*

DIRETTIVA 2009/28/CE *Fonti Rinnovabili*

DIRETTIVA 2006/32/CE *Usi finali energia*

DIRETTIVA 2002/91/CE *Building Energy Performance*

Gli step da seguire nella **DIRETTIVA 2002/91/CE *Building Energy Performance*** riguardavano:
L'adozione di una metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici (art.3);
La fissazione dei requisiti minimi di prestazione energetica (art.4) applicati a:

Edifici di nuova costruzione

Edifici esistenti

La certificazione energetica degli edifici (art. 7), certificandone cioè la prestazione
L'ispezione periodica delle caldaie e degli impianti di condizionamento.

certificazione *Cened*

Principali indicatori di prestazione energetica

Fabbisogno specifico di energia primaria
 (climatizzazione invernale) - EP_H kWh/m a

Fabbisogno energetico specifico dell'involucro
 (climatizzazione invernale) - E_{in} kWh/m a

Fabbisogno energetico specifico dell'involucro
 (climatizzazione estiva) - E_c kWh/m a

Fabbisogno specifico di energia primaria
 (acqua calda sanitaria) - EP_w kWh/m a

Fabbisogno energetico specifico totale per
 usi termici (riscaldamento e acqua calda) - EP_T kWh/m a

**Cened classe energetica. combinazione di :
 Prestazioni involucro + Prestazioni impianto**

**Casa Clima classe energetica esclusivamente sulle
 prestazioni dell'involucro edilizio**

Certificazione *Casa Clima*



ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA

specifiche dell'immobile

Principali indicatori di prestazione energetica

Indicatore	Valore	Classe energetica	zona climatica
Fabbisogno specifico di energia primaria (climatizzazione invernale) - EP_H	4 kWh/m a	A+	zona climatica
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione invernale) - E_{in}	4 kWh/m a	A	zona climatica
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione estiva) - E_c	4 kWh/m a	B	zona climatica
Fabbisogno specifico di energia primaria (acqua calda sanitaria) - EP_w	4 kWh/m a	C	zona climatica
Fabbisogno energetico specifico totale per usi termici (riscaldamento e acqua calda) - EP_T	4 kWh/m a	D	zona climatica
Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili - E_{re}	4 kWh/m a	E	zona climatica

Emissioni di gas ad effetto serra in atmosfera - CO_{2eq}

Possibili interventi migliorativi del sistema edificio-impianto

Sistema	Intervento	Priorità dell'intervento		
		tassa	media	alta
Edificio	Coibentazione delle strutture opache verticali			
	Coibentazione delle strutture piano o trattenute di copertura			
	Coibentazione delle strutture orizzontali di interpiano			
	Miglioramento delle prestazioni dei componenti trasparenti			
Impianto	Sostituzione del generatore di calore			
	Adeguamento dell'edilizia di distribuzione			
	Adeguamento del sistema di regolazione			
	Installazione impianti aere termici			

Nota:

DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ. Il Soggetto certificatore dichiara, sotto la propria personale responsabilità, di aver redatto il presente attestato in conformità alle disposizioni contenute nella deliberazione di Giunta regionale, n. 1618/10 (del 26 giugno 2007 e s.m.).

Pure Energia Scrl
 Tel. 02 4540 1126 - Fax 02 3229 0340
 e-mail: info@cened.it
 web: www.cened.it

Prof. Validità fino al
 CERTIFICAZIONE ENERGETICA
 ATTESTATO DI
 certificazione energetica degli edifici

Quadro nazionale dopo le Direttive

Decreto Interministeriale 9 gennaio 2015 (*cabina di regia*) per attuazione art. 4 D.lgs

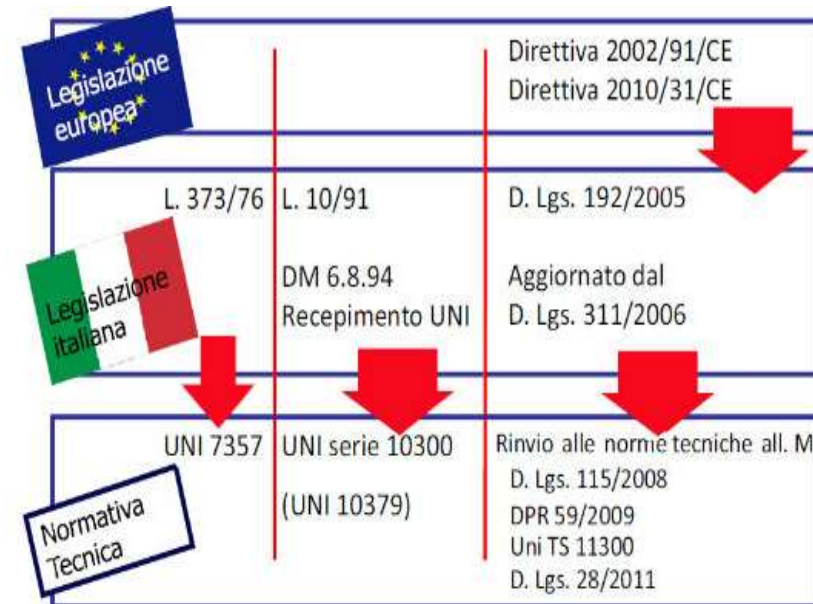
Dlgs 102/2014 promozione efficienza energetica edifici; **programma di interventi** per il miglioramento della prestazione energetica degli **immobili della PA**

DL 63/2013 integrazioni e modifiche D.Lgs. 192/2005

D.Lgs. 28/2011 norma l'**obbligatorietà dell'utilizzo alle fonti rinnovabili**

D.Lgs. 192/2005 e D.Lgs. 311/2006 disciplina:

- **criteri, le condizioni e le modalità per migliorare le prestazioni energetiche degli edifici**
- metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche integrate degli edifici;
- applicazione di **requisiti minimi** in materia di prestazioni energetiche degli edifici;
- **criteri generali** per la certificazione energetica degli edifici;
- **ispezioni periodiche** degli impianti di climatizzazione



L. 10/1991 calcolo consumi energia del sistema edificio-impianto: elemento di riferimento e guida per l'analisi, la valutazione e la convalida delle scelte progettuali effettuate

Norme UNI e altre metodologie di calcolo per le prestazioni energetiche degli edifici

metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche degli edifici (normativa tecnica nazionale **UNI TS 11300 Prestazioni energetiche degli edifici.**)

norma **EN PREN 15203–2005** (Energy Performance of Building) prevede due modalità di valutazione delle prestazioni energetiche degli edifici di tipo statico:

1. *Valutazione standard* (sulla base del calcolo del fabbisogno energetico in condizioni di utilizzo standard sulla base di dati climatici e di funzionamento degli impianti standard);
2. *Valutazione di esercizio* (basata sui consumi energetici misurati e rilevati sulla base delle bollette)

A. Perché bisogna intervenire

Patrimonio pubblico e Kyoto. Politiche europee e efficienza energetica

quadro consumi energetici e emissioni CO2 del patrimonio edilizio

edilizia e usi legati agli edifici

a livello globale:

- 32% consumi complessivi energia
- 10% sulle emissioni CO2

(IEA International Energy Agency 2012)

a livello UE:

- 40% del consumo energetico
- 36% delle emissioni CO2

(Direttiva 31/2013)



la Commissione UE ha indicato nel settore degli edifici il principale ambito di intervento per la riduzione dei gas serra.

**- Piano di efficienza energetica
COM (2011) 109**

**- Sostegno finanziario all'efficienza
energetica degli edifici
COM (2013) 225**

A. Perché bisogna intervenire

Il Patrimonio edilizio scolastico

Indagine sui consumi degli edifici pubblici (direzionale e scuole) e potenzialità degli interventi di efficienza energetica.

ENEA e Min. Sviluppo economico 2009-2013

valutazione consistenza patrimonio edilizio scolastico nazionale

Tot. di 36000

- 67 % sono antecedenti la L. 373/1976

L. 373/1976

*prima normativa in Italia finalizzata a **contenere il consumo energetico negli edifici**: regulate le caratteristiche di **prestazione degli impianti** e le caratteristiche di **isolamento termico** degli edifici.*



A. Il Patrimonio edilizio scolastico pubblico – scala nazionale

Perché bisogna intervenire

Anagrafe scolastica, Osservatorio Nazionale edilizia scolastica. Piano di sicurezza nelle scuole (stima 2mld €)

Tipi di interventi

- Messa in sicurezza edifici da normativa (sismica, antincendio, bonifica amianto,..)
- Adeguamento funzionale e *up grade* tecnologico
- Riqualificazione energetico-ambientale

Grande potenziale di risparmio attraverso interventi sul patrimonio scolastico

(Dati studio CRESME RIUSO03. *Ristrutturazione edilizia, riqualificazione energetica, rigenerazione urbana*, febbraio 2014)

1,3 mld € spese energetiche/anno

Stima Consumi energetici tot (termici e elettrici): 9.600 GWh

Il 20% patrimonio è altamente energivoro: priorità di intervento
(riduzione dei consumi di quasi 50 %, con un investimento di 3,6 mld €)

A. Il Patrimonio edilizio scolastico pubblico Perché bisogna intervenire

Investimento molto consistente
Ritorno non immediato/medio e lungo termine
Stimati 21 anni per il recupero investimento

Priorità per gli edifici particolarmente energivori
(es. prefabbricati, mancata manutenzione)



INTERVENTI MATERIALI

Strumenti

Bilanci comunali
Finanziamenti POR
Finanziamenti e incentivi nazionali

INTERVENTI 'IMMATERIALI' (CONTRATTI erogazione ENERGIA EPC)

Energy Service Companies, GSE
Energy Performance Contract
D.lgs. n. 115/2008

A. Il Patrimonio edilizio scolastico pubblico – scala nazionale

Perché bisogna intervenire



Condizioni patrimonio

Certificazioni esistenti

(dati studio Legambiente 2012. *Ecosistema scuola. XIV rapporto sulla qualità dell'edilizia scolastica, delle strutture e dei servizi*) **Alta percentuale di info non disponibili nelle scuole**

- **Certificato prevenzione incendi:** presente solo nel 35% dei casi
- **Certificato idoneità statica:** 54 %
- **Certificato agibilità:** 61 %
- **Certificato agibilità igienico-sanitaria:** 74%
- **Rischio sismico e idrogeologico:** solo il **10%** sono progettati secondo **normativa antisismica**. Il 38% si trovano in aree a rischio sismico. Solo il 54% hanno però comunicato la classificazione sismica precisa (zone 1-4)

Efficienza energetica:

Edifici costruiti con criteri di **bioedilizia (0,6%)**.

Edifici che utilizzano **fonti rinnovabili 13,5 %** (consumi coperti per il 36%)

Fonte: D. Pepe, M. Rossetti, *La riqualificazione energetico-ambientale degli edifici scolastici*, Maggioli ed. 2014

A. Il Patrimonio edilizio scolastico pubblico – scala nazionale Perché bisogna intervenire

CONDIZIONI MEDIOCRI

OPPORTUNITA' BUONE

URGENZA TANTA

Interventi necessari

(studio Legambiente 2012) :

1/3 scuole (obsolete):

sostituzione / demolizione
/ricostruzione

2/3 scuole:

- Messa in sicurezza
- Adeguamenti funzionali
- Riqualficazione energetica

A. Perché bisogna intervenire

Il Patrimonio edilizio scolastico_

quadro generale consistenza e condizioni

Periodo costruzione	Ante 1900	1900-45	1945-60	1961-80	Dopo 1980	totale
unità	1517	4120	5643	15872	9067	36219
%	4%	11%	16%	44%	25%	100%

2012 Anagrafe edifici scolastici ENEA - MIUR

Periodo costruzione	Ante 1900	1900-40	1941-74	1975-90	1991-2000	Dopo 2001
%	5,6%	15%	40,7%	29,2%	4,7%	4,8%

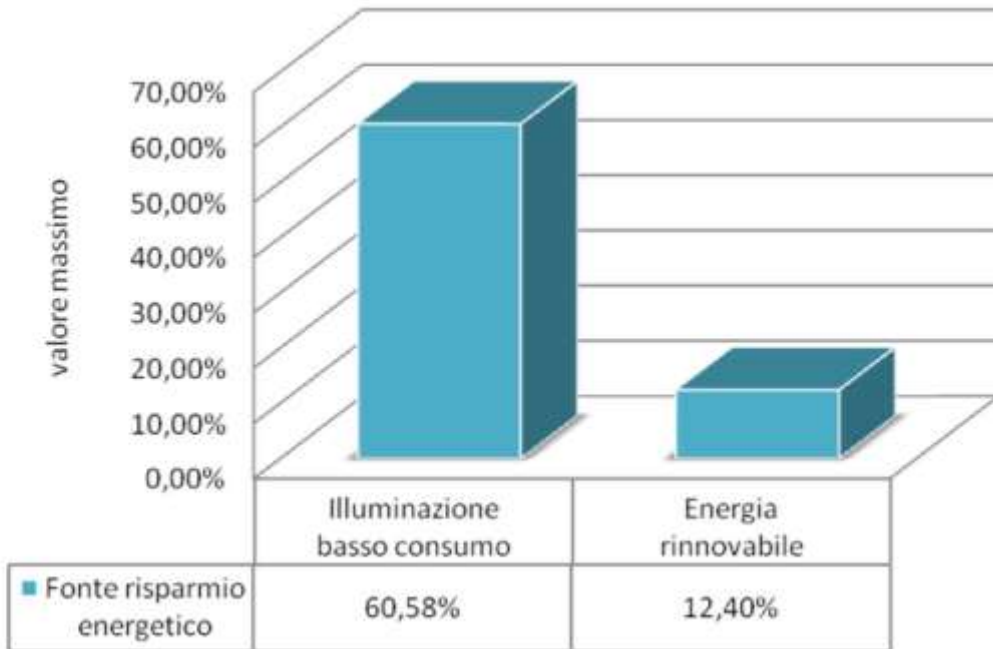
2012 Legambiente

61% edifici ante 1976

91% edifici ante 1991

A. Perché bisogna intervenire

Il Patrimonio edilizio scolastico_ quadro generale consistenza e condizioni

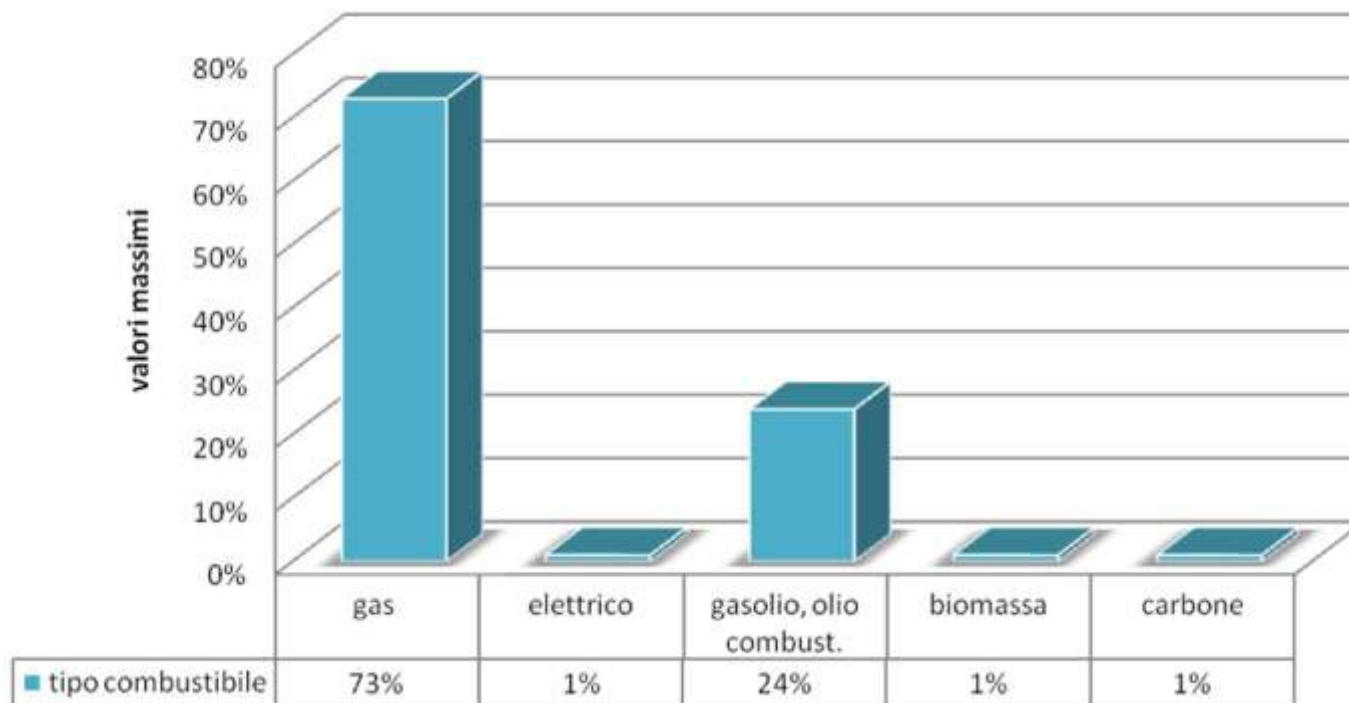


Enea 2011- produzione energia da FER e tecnologie per l'efficienza energetica

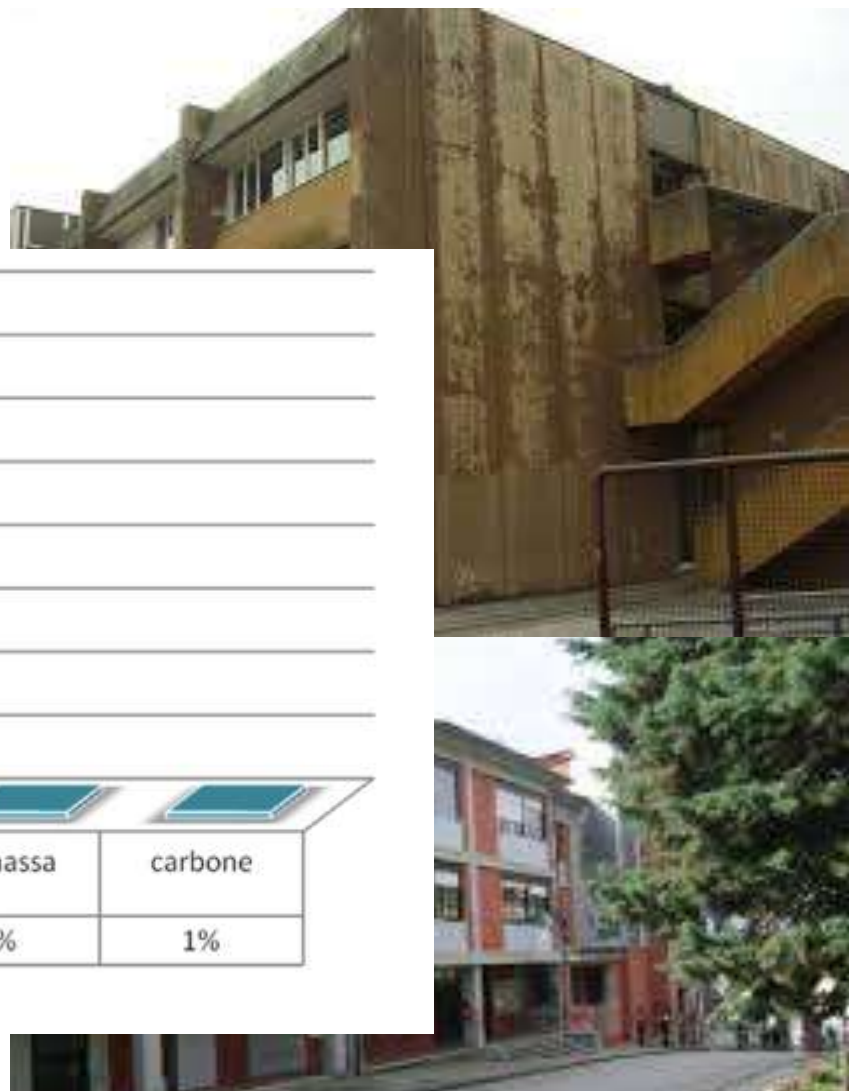


A. Perché bisogna intervenire

Il Patrimonio edilizio scolastico_ quadro generale consistenza e condizioni



2011- impianti riscaldamento usati nelle scuole



A. Perché bisogna intervenire

Il Patrimonio edilizio scolastico_

Provincia di Roma Scuole II livello Prov. Roma_ tipologie involucro e classe energetica

Tecnologia costruttiva	
Acciaio e pannelli prefabbr.	4%
c.a. e pannelli prefabbr.	6%
c.a. e muratura	63%
Muratura portante	27%

Involucro di materiali scadenti privo di isolante, se edificati prima della L. 10/1991

Classe energetiche dei 359 edifici scolastici II livello Prov. Roma
(Classi G anche per strutture in muratura)

Il 50% degli edifici non hanno alcuna schermatura per le superfici vetrate

Classe energetica	percentuale
D	1%
E	6%
F	29%
G	64%

A. Perché bisogna intervenire

Il Patrimonio edilizio scolastico_

Provincia di Roma Scuole II livello Comune Roma_ tipologie involucro e classe energetica

Periodo costruzione	Ante 1950	1951-75	1976-90	1991-oggi
unità	16	64	21	3
%	15%	62%	20%	3%

Maggior parte degli edifici costruiti in assenza di normativa per risparmio energetico

Solo il 3 % edificati dopo la L. 10/1991 (altri soli 3 edifici costruiti dal 2000 al 2013)

Mancata manutenzione negli anni del patrimonio scolastico

A. Perché bisogna intervenire.

Politiche di risparmio energetiche e patrimonio

B. Come intervenire

Interventi di riqualificazione/ efficientamento energetico

- **come**
- **da cosa iniziare**

Il nuovo è 'garantito'



Il 'grosso è stato costruito': il problema/la sfida è la rigenerazione dell'esistente



- Come

Riqualificazione/ristrutturazione?



**2007 - LAVORI DI MANUTENZIONE STRAORDINARIA ED
ADEGUAMENTO ALLE NORMATIVE VIGENTI
SCUOLA DELL'INFANZIA "IL GIARDINO INCANTATO"
Villa Borghese – Roma Capitale**



Demolizione e Ricostruzione ?



**2007- LAVORI DI DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE DELLA
SCUOLA MATERNA ED ELEMENTARE "DON FILIPPO RINALDI"
MUNICIPIO VIII – Roma Capitale**



Come intervenire

Tipologie di interventi

Interventi passivi:

- Miglioramento isolamento termico
- Incremento apporto solare tramite serre
- Protezione dall'irraggiamento con schermature
- Creazione aree verdi
- Sistemi di ventilazione naturale/meccanizzata
- Recupero acque meteoriche
- sostituzione impianti illuminazione

INVOLUCRO

Margini maggiori per miglioramento prestazione energetica edificio



Miglioramento complessivo comfort ambientale

Interventi attivi (produzione energia):

- Generazione energia con sistemi integrati con gli edifici (solari termici, fotovoltaici, eolici, geotermici)
- impianti di climatizzazione ad alta efficienza (caldaie a condensazione, pompe di calore)

IMPIANTI

- concetti di base *efficienza / prestazione / certificazione energetica*

COSA SI INTENDE per *prestazione energetica*?

quantità di energia stimata o effettivamente consumata per soddisfare i diversi bisogni energetici :

- Riscaldamento ambiente
- Riscaldamento dell'acqua calda sanitaria (ACS)
- Raffrescamento
- Ventilazione
- Illuminazione

I consumi sono considerati sulla base di un **uso standard o usi effettivi degli edifici** in relazione alla diversa destinazione d'uso e calcolati in funzione delle caratteristiche termiche dell'edificio, della sua posizione e orientamento, del clima esterno..

Efficienza / prestazione /certificazione energetica

IMPIANTO o INVOLUCRO?

Strategie progettuali e tipologie certificazioni

METODI DI CERTIFICAZIONE A CONFRONTO

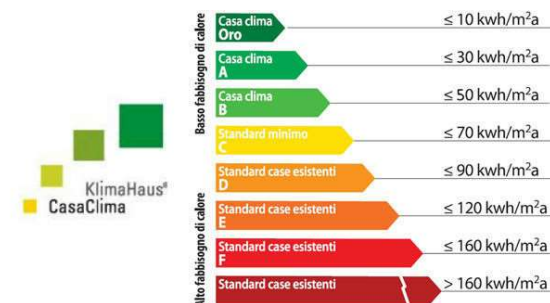
In relazione a questo argomento, a questa scelta di strategie progettuali, anche i diversi sistemi di certificazione energetica presenti in Italia si discostano e prendono differenti direzioni.

CENED:

Prestazioni involucro + Prestazioni impianto = Classe energetica

CASA CLIMA:

Prestazioni involucro = Classe energetica



Come

Le fasi principali

- 1. Analisi e diagnosi consumi energetici**
- 2. Certificazione energetica dello stato di fatto**
- 3. Analisi delle condizioni climatiche del contesto:** clima, radiazioni solari, ventilazione
- 4. Progetto**
 - scelte: interventi sull'involucro e/o sugli impianti e/o impianti produzione energia
 - stima risultati attesi (immediati e a lungo termine) e valutazione alternative
 - valutazione costi e implicazioni su manutenzione
- 5. Analisi e diagnosi consumi energetici post intervento:**
- 6. Certificazione energetica (post)**
- 7. Valutazione risultati**
- 8. Monitoraggio, gestione e manutenzione**

Le competenze in gioco

Tecniche

(progettisti e tecnici amministrazione)

Fisico-tecniche

Diagnosi comportamento termico edificio
Calcoli consumi
Calcoli risparmi ipotizzabili
Scelte tecniche

Tecniche – normative (risparmio energetico, sicurezza, sismica, ecc)

Direttive UE
Normativa nazionale
Norme UNI
Norme regionali e regolamenti edilizi
Normative scuola

Tecniche-formative-pedagogiche

Gli ambienti scolastici

Amministrativo – gestionali

Ente locale di competenza
Uffici Scolastici Regionali
Dirigenti scolastici

Scolastiche

operatori
utenti

Alcuni esempi in Europa

Rif. P.Boarin, Edilizia scolastica. *Riqualficazione energetica e ambientale*, 2010 Edicom Ed.

Low Energy Standards for School.

Programma di riqualificazione energetica edifici scolastici esistenti. Agenzia per l'energia Germania (DENA) 2007. interventi su 70 edifici

Obiettivi del programma:

- definire **standard di efficienza** per il risanamento energetico degli edifici
- **Trasferire conoscenze** su risanamento energetico
- individuare **effetti** (positivi e negativi) degli **interventi**
- Sostenere **l'immissione in mercato di tecnologie** per il rinnovamento energetico

Obiettivo specifico interventi:

- **Riduzione del 40 % degli standard** - previsti dalle nuove costruzioni- di consumo di energia primaria
- intervenire su **edifici pubblici** (scuole e pertinenze) costruiti **prima del 1990**

Agenzia energia DENA:

- Agevolazioni (prestiti a basso tasso di interesse)
- Supporto tecnico alla progettazione
- Supporto alluso, gestione e manutenzione degli edifici

Attuatori progetto:

Monitoraggio sull'andamento dei consumi e comportamento edificio ante e post

Alcuni esempi in Europa

Rif. P.Boarin, Edilizia scolastica. *Riqualificazione energetica e ambientale*,
2010 Edicom Ed.

International Energy Agency

Promozione e implementazione progetti sull'energia

32 casi studio più rappresentativi (anni 90 - 2000)

- Scuola primaria Kampen Oslo (N)
- Istituto Comprensivo Egebjerg – Ballerup (DK)
- Scuola secondaria di II livello Louis Labé – Lyon (F)



Rif. www.annex36.com *International Energy Agency*

• **Scuola primaria Kampen Oslo (N) - 2001**

Edificio storico 1888

Unione edifici separati con nuovo volume

Miglioramento sistema di ventilazione aule
con recupero calore

Sistema automatico per luce artificiale
(accende solo in caso di insufficienza e se
c'è presenza negli ambienti)



Miglioramento illuminazione naturale con
schermature per diffondere e sfruttare
l'illuminazione naturale e eliminare
abbagliamento (benessere visivo)



Già realizzati interventi di miglioramento
prestazioni edificio: coibentazione e
sostituzione infissi

Riduzione consumi per: riscaldamento(17%),
illuminazione (38%) , ventilazione (75%)

Costi: 840 mila € impianto ventilazione

Rif. www.annex36.com *International Energy Agency*

Istituto Comprensivo Egebjerg – Ballerup (DK)

Edificio 1973- 85. struttura leggera in acciaio, pannelli legno, eternit

Inserimento sistema di ventilazione naturale con condotte sotto pavimento (preriscaldata dai radiatori o per raffrescamento)

Camini per estrarre aria esausta

Rigenerazione e coibentazione involucro

Sostituzione copertura piana con falde coibentate con pannelli 20 cm lana minerale

Sostituzione infissi con nuovi termoisolanti
 $U = 1,7 \text{ W/m}^2\text{K}$



Ambienti serra – collettori solari

Riduzione consumi per riscaldamento:
 Da 181 a 87 kWh/mq

Costi: 500 mila € per interventi efficientamento

Alcuni esempi in Europa

Rif. www.annex36.com *International Energy Agency*

Scuola secondaria di II livello Louis Labé – Lyon (F) - 2000

post

Edificio 1953. str

Ampliamento, adeguamento accessibilità,
miglioramento energetico

ante



Impianto VMC e illuminazione controllata.
Entrambi gestiti da un *Building
Management System*

Incremento superfici vetrate e sostituzione
infissi (con vetrocamera isolante) per favorire
illuminazione naturale (schermature)

Coibentazione involucro (pareti, copertura)

Riduzione consumi riscaldamento: da 174 a 93 (kWh/mqa)

Impianto cogenerazione collegato con rete
teleriscaldamento

costi.: 9,5 mln€ (5 mln involucro, 1.5 impianti)

Alcuni esempi in Europa

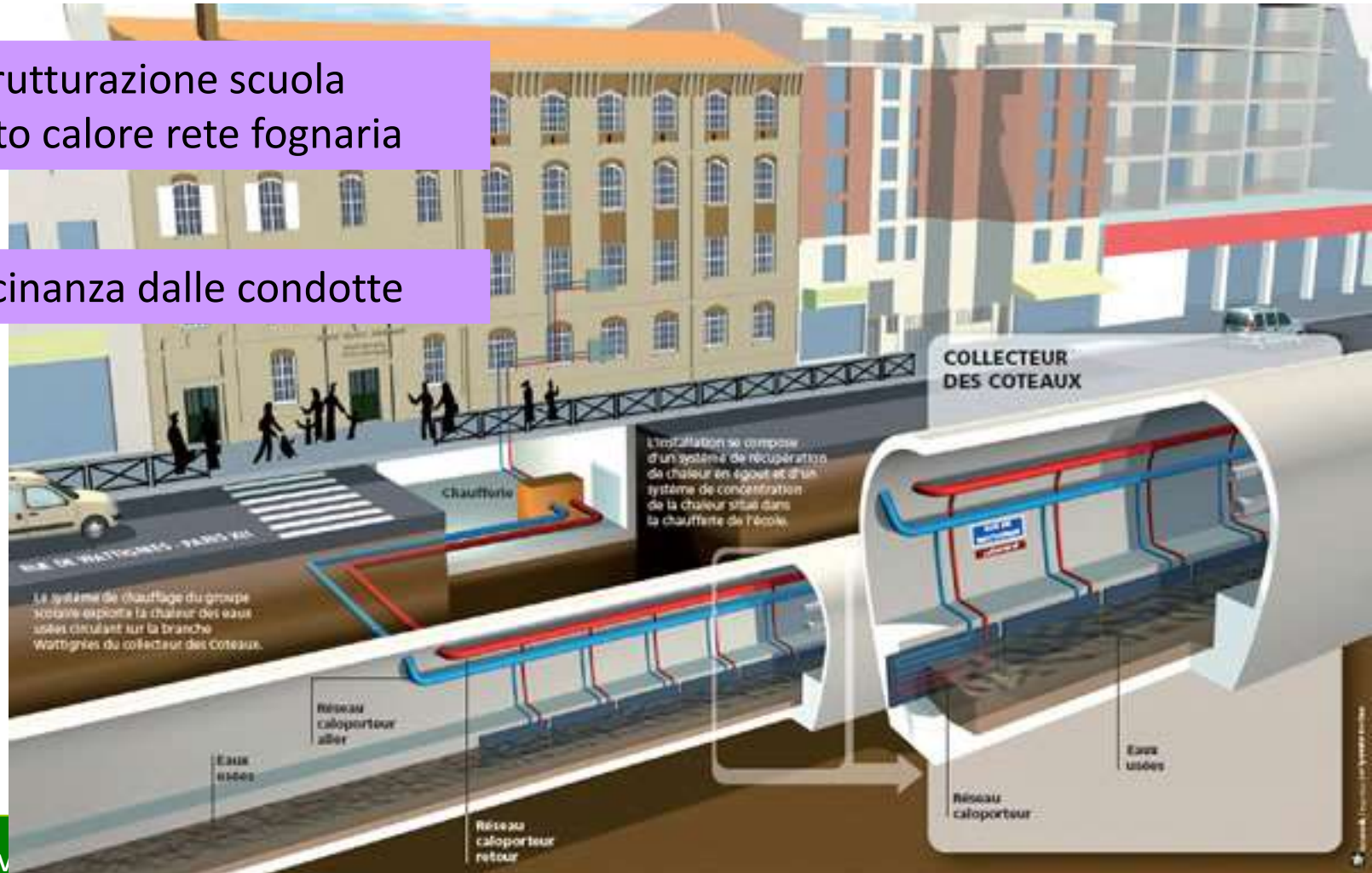
I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere

Studio A9 Arch. Giacomina Di Salvo

esempi innovativi – integrazione diverse soluzioni

Parigi - Ristrutturazione scuola
 Sfruttamento calore rete fognaria

requisiti: vicinanza dalle condotte



Alcuni esempi in Europa

I principali interventi

esempi innovativi – integrazione diverse soluzioni



Efficientamento energetico occasione di riqualificazione urbana

Comunicazione / educazione per favorire politiche e investimenti

EU

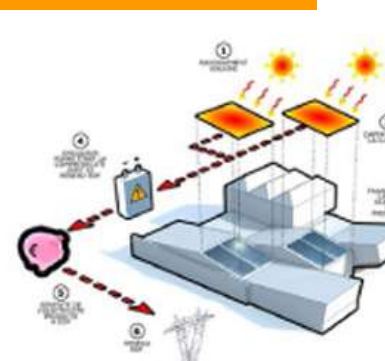
ISOLAMENTO



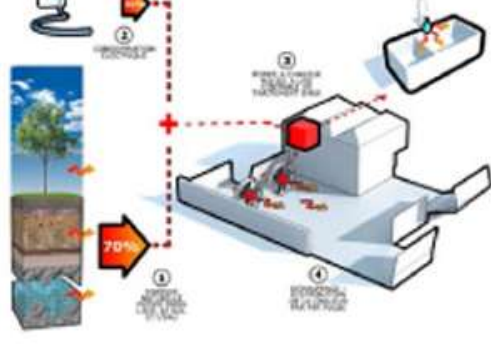
ACQUA



ENERGIA ELETTRICA



ACQUA CALDA



Best practices internazionali – esempi innovativi – integrazione diverse soluzioni

**Etablissements
scolaire . jeunesse**

Alpéo énergies

DESCRIPTIF

L'école Félix Leclerc fait l'objet d'une rénovation énergétique globale, pour ramener le bâtiment dans les standards actuels de performance. Une extension de 10 nouvelles classes permettra l'accueil des nouveaux arrivants sur la commune et permettra d'implanter au sein du pôle enfance un ALSH. La nouvelle maternelle de 1400 m² répond aux exigences de la RT2012 avec sa forme compacte, son ouverture optimisée au sud et son haut niveau d'isolation. Une chaudière bois centrale permettra le raccordement du nouveau bâtiment et la substitution des 3 chaudières fioul ou gaz existantes sur le site. La commune travaille sur la production de plaquettes bocagères pour assurer en toute autonomie la fourniture du combustible pour l'école. Priorité à la qualité de l'air intérieur, avec le choix des matériaux, une ventilation efficace et optimisée ainsi qu'un suivi des émissions de polluant par la pose d'enregistreurs reliés à la GTB.

PCI
 PROCESSUS DE CONCEPTION INTEGRÉE

Cette démarche que nous avons entamée pour le pôle enfance de Bouvron, vise à faire évoluer les méthodes de travail des acteurs de la construction en inversant les habitudes de travail actuelles où l'architecte conçoit d'abord la forme du bâtiment dans laquelle les divers intervenants viennent ensuite «caser» leurs contraintes. Dès le début, toute l'équipe travaille ensemble et co-élabore le projet avant qu'il ne soit dessiné par l'architecte. Un travail collégial a été mené lors d'ateliers durent chacun 2 jours, avec plus de trente personnes intéressées par le projet lors des phases esquisse et avant projet sommaire. C'est une véritable aide à la décision dans les phases de conception qui permet

**Construction pôle enfance
BOUVRON (44)**

IDENTIFICATION DU PROJET

TYPE DE BÂTIMENT	Petite enfance
ANNÉE LIVRAISON	En cours
TYPE DE MARCHÉ	Public – loi MOP + SSI
SURFACE (SHON)	1800 m ² neuf + 1200 m ² rénovation
COÛT DE CONSTRUCTION	3 000 000 € HT
MAÎTRISE D'OUVRAGE	Ville de Bouvron
MISSION AIRÉO ENERGIES	Maîtrise d'œuvre fluides : Chauffage, ventilation, climatisation, Plomberie, courant fort, courant faible, SSI, GTB, Processus de conception intégrée (PCI), Simulation Thermique Dynamique, Etude de faisabilité des approvisionnements en énergies, Etude faisabilité bois énergies, calcul réglementaire RT 2012 et RT sur l'existant, maîtrise d'œuvres fluides. Optimisation et suivi de la réalisation de l'étanchéité à l'air du bâtiment et des réseaux aérauliques et de l'isolation.

THERMIQUE & FLUIDES

Plancher bas	Dalle béton sur terre-plein + isolant polyuréthane de 100mm sous chape Uplancher = 0,197 W/m ² .°C
Murs extérieurs	Murs à ossature bois de 145mm remplissage ouate de cellulose + isolation intérieure complémentaire de 120mm. Umur = 0,153 W/m ² .°C
Plancher haut	Combles perdus avec isolation de 400mm de laine de roche Utoliture = 0,113 W/m ² .°C
Menuiseries	Menuiserie aluminium et mur rideau à structure bois, double vitrage à faible émissivité et remplissage argon. Uw = 1,139 à 1,616 W/m ² .°C selon les vitrages utilisés
Ponts thermiques	Analyse complète des ponts thermiques et préconisation de continuité d'isolant
Étanchéité à l'air	Objectif Q4Pasurf = 0,80 m3 / (h.m ²) Optimisation du confort d'été par la mise en place de menuiseries et de protection solaires adaptées.

Eau chaude sanitaire
Chaudière bois plaquette

Ventilation
Ventilation double flux à échangeur rotatif à haut rendement

Spécificité
Chauffage au bois centralisé, réseau de chaleur enterré polyéthylène haute densité 350 m, régulation et automatisme de supervision, réfection de l'ensemble des anciennes chaudières en sous-station

PERFORMANCE

	Projet	Référence RT2012
Bbio (sans unité)	Maternelle : 50.70	Bbiomax : 75.00
	Extension salles 13 à 15 : 71.30	
	Extension salle 12 : 54.70	

- ampliamento come **occasione** per migliorare efficienza energetica
- riduzione superfici disperdenti con **tipologia edilizia compatta**
- Interventi integrati per riscaldamento:
 - sostituzione caldaia gas con caldaia alimentata a **biomassa**
 - coltivazione bosco per alimentare caldaia
- partecipazione coordinata **tutti i soggetti**, ente locale, utenti e operatori

Comunicazione / educazione per favorire politiche e investimenti

ESEMPI nel panorama nazionale

B. Interventi –esempi

- Scuola per **l'infanzia** provinciale. **Monguelfo** (BZ). Ristrutturazione e ampliamento. 2004
- Scuola primaria Chienes – fraz Casteldarne (BZ). Ristrutturazione e ampliamento. 2006
- Scuola **primaria** 'Rosmini' – **Marco di Rovereto** (TN). Ristrutturazione e ampliamento. 2002-2004
- Scuola **secondaria I grado** 'Fucini' – **Roma**. Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo. 2004-2007
- Istituto professionale di Stato per Industria e Artigianato – **Rovigo** . Installazione facciata fotovoltaica. 2002

P. Boarin, Edilizia scolastica. *Riqualificazione energetica e ambientale*, 2010 Edicom Ed.

Ristrutturazione e Ampliamento:

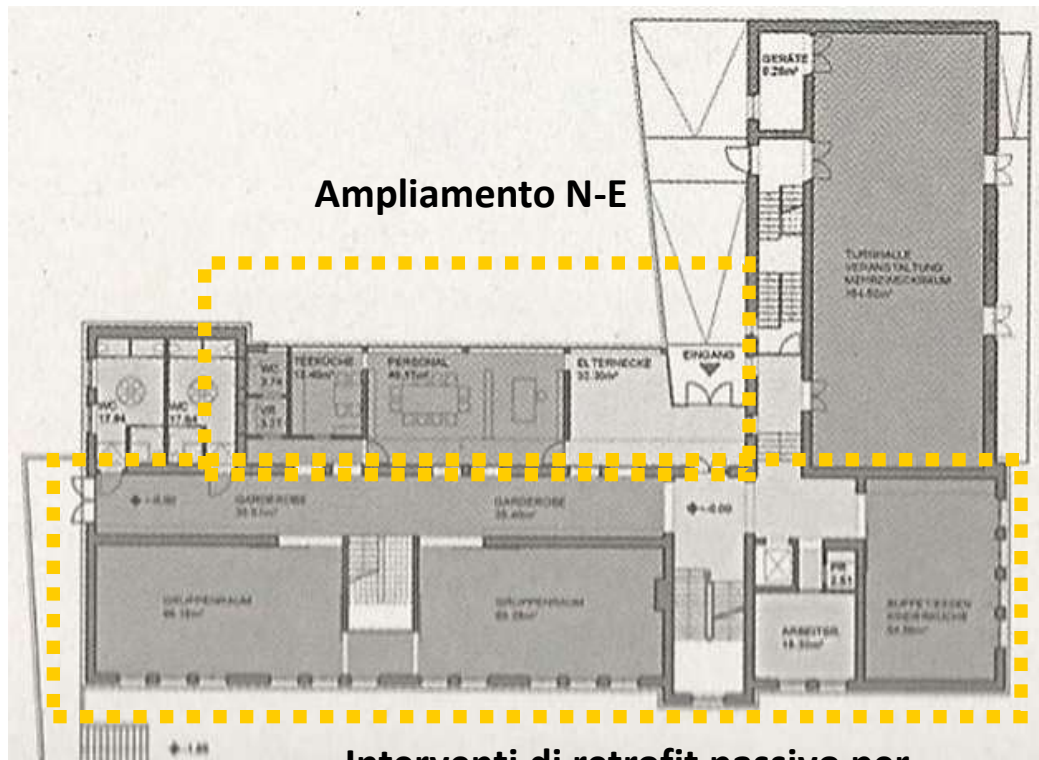
- Scuola Montessori Pulsano (TA). 2014**
- Scuola Elementare di Ora (BZ). 2013
- Scuola secondaria di I grado di Molteno (LC). 2011**
- Liceo classico di San Vito di Cadore (BL). 2011
- Scuola elementare Budoia (PN) . 2010
- Scuola elementare Asilo di Caldano (BZ). 2009**
- Scuola Materna di Villabassa (BZ). 2008
- Scuola primaria di Casteldarne (BZ). 2006

D. Pepe, M. Rossetti, *La riqualificazione energetico-ambientale degli edifici scolastici*, Maggioli 2014

Scuola per l'infanzia di Monguelfo (Bz)

Riferimenti: P.Boarin
 Progettisti: EM2 architetti

**Esistente
 Palestra**



B. Interventi -esempi

Interventi di retrofit passivo per ala esistente . Aule S-O

Modello distributivo	
	Corridoio
	Unità funzionale
Tipo edilizio	
	Scuola a blocco
	Scuola estesa
	Scuola strada
	Blocco con vuoto interno
	Piastra con vuoto interno
	Pettine
	Unità funzionale
	Scuola a piastra
	Open plan
	Blocco accorpato
	Gradon
	Croce
	Aperta
Tipo di edificio	
	Edificio proprio
	Edificio improprio
Tipo di intervento	
	Intervento Energy Retrofit passivo
	Intervento Energy Retrofit attivo



Programma Operativo Interregionale
**ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO**
2007 - 2013

Una scelta illuminata

**EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI RINNOVABILI:
UNA SFIDA TECNOLOGICA E UN'OPPORTUNITÀ**

Ciclo di Workshop nelle Regioni "Convergenza"



(Bz)
B. Interventi – esempi - Scuola per l'infanzia di Monguefio



facciata S-O

ante



facciata N-E

I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere

Studio A9 Arch. Giacomina Di Salvo



B. Interventi – esempi - Scuola per l'infanzia di Monguelfo
(Bz)

Scuola per l'infanzia di Monguelfo (bz)	
Tipo intervento	Ristrutturazione e ampliamento. trasformazione da scuola primaria a materna
Epoca e Tipologia edificio	1951. tipologia a blocco accorpato (a C). 2 piani utili.
Struttura e involucro originario	Struttura in muratura portante (mattoni forati e intonaco)
Dati contesto: zona climatica e Gradi Giorno.	F. 4.323. Orientamenti lati lunghi Nord-Est, Sud Ovest
Dati involucro	Pareti in mattoni forati intonacati di 38 cm. Assenza di isolamento termico (valori trasmittanza pareti molto alti). Infissi sostituiti recentemente. Solaio laterocemento, senza isolamento Copertura in legno a falde senza isolamento
Valori trasmittanza ante	Pareti perimetrali. $U > 0,85$ W/mqK. Infissi di alluminio e retrocamera ($U > 1,80$ W/mqK) Copertura tetto a falde ($U > 1,00$ W/mqK)
Consumi effettivi	165 kWh/mq a categoria Casa Clima G
Impianto ante	Caldaia Gasolio. Radiatori acqua calda.



(Bz)
B. Interventi – esempi - Scuola per l'infanzia di Monguelfo

Scuola per l'infanzia di Monguelfo (bz)

Intervento

Descrizione interventi

- Adeguamento strutture e tecnologia intervento alla scuola infanzia (riduzione tempi cantiere).
- Ampliamento con un volume accorpato a un'ala dell'edificio, su un piano solo, esposto a S-O:
 - Inserimento spazi per accoglienza bambini e aula maestre. spazi distributivi e scala a 'misura di bambino'. Accorgimenti progettuali per illuminare e aprire gli spazi alle esigenze psicopedagogiche.
 - Il nuovo volume si distingue dall'esistente, con parete e tetto piano. Struttura realizzata con tecnologie leggera a secco prefabbricata in legno, ancorata con staffe alla struttura esistente. Finestre a nastro e lucernario continuo.
- Interventi di Energy retrofit passivo sul volume esistente e adeguamenti interni per aumentare qualità ambientale: rimasto invariato esternamente, ad esclusione del capotto esterno che ne ha aumentato leggermente la larghezza e il prospetto.



Ampliamento. Spazi di accoglienza e riunioni



colore, altezza, tecnologia e materiali



lucernaio continuo per favorire illuminazione naturale

1. Ampliamento Ala S-O

- volume accorpato all'ala N-E dell'edificio
- caratteri distinti dall'esistente: h, tetto piano, tecnologia a secco prefabbricata in legno, ancorata con staffe - finestre a nastro e lucernario continuo
- inserimento spazi per accoglienza bambini e aula maestre. spazi distributivi e scala a 'misura di bambino'
- accorgimenti progettuali per illuminare e aprire gli spazi alle esigenze psicopedagogiche

2. ristrutturazione e adeguamento esistente Ala N-E

- azioni di **retrofit passivo (cappotto esterno, infissi)**
- ampliamento aperture verticali

3. Azioni **retrofit attivo su tutto edificio**



Nuova configurazione lato N-E



Interni ampliamento (S-O) spazi di distribuzione a misura di bambino

1. Ampliamento Ala S-O

- volume accorpato all'ala N-E dell'edificio
- caratteri distinti dall'esistente: h, tetto piano, tecnologia a secco prefabbricata in legno, ancorata con staffe - finestre a nastro e lucernario continuo

- inserimento spazi per accoglienza bambini e aula maestre. spazi distributivi e scala a 'misura di bambino'
- accorgimenti progettuali per illuminare e aprire gli spazi alle esigenze psicopedagogiche

2. ristrutturazione e adeguamento esistente Ala N-E

- azioni di retrofit passivo (cappotto esterno, infissi)
- ampliamento **aperture verticali**

3. Azioni retrofit attivo su tutto edificio



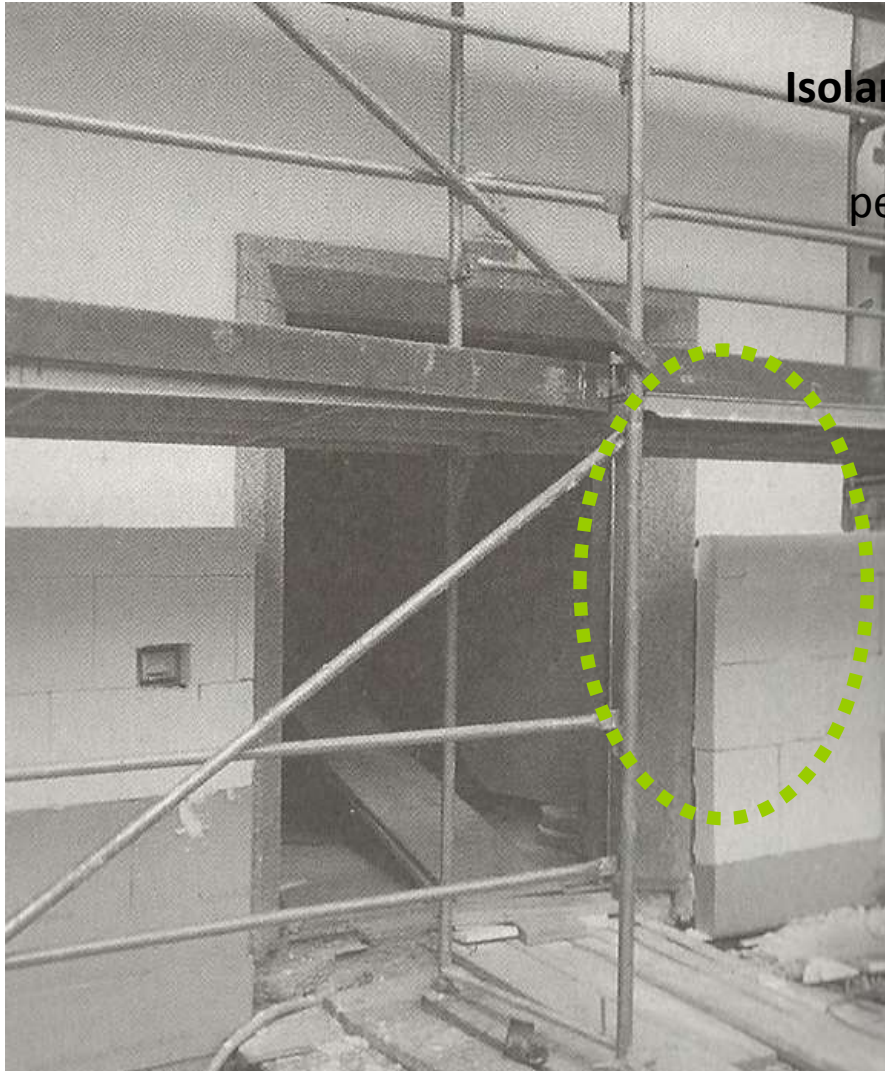
Interventi retrofit passivo

Ala esistente (N-E)

1. interventi di isolamento con cappotto termico esterno per ridurre dispersioni e consumi di riscaldamento:
 - pannelli polistirene 20 cm (da - 0.50 m a + 1.00m) applicati con collanti
 - pannelli in calcio-silicato per $h > 1.00$ m.
 - Finitura intonaco su reti plastiche
 - pannelli polistirene sotto solaio piano terra
 - isolamento copertura con pannelli in fibra di legno solaio sottotetto e strato ventilante
2. modifica facciata per illuminazione (ingrandimento finestre aule):
 - aumento illuminazione naturale e miglioramento qualità e comfort interno
 - vetri retrocamera basso emissivi ($U=0.87$ W/mqK)

Interventi retrofit attivo

- Impianto riscaldamento: sostituita caldaia a gasolio con gas.
- Sonde geotermiche per scambiatore termico per pre-riscaldare l'aria in entrata e pre-raffreddare in estate (da -16° C a -4° C in inverno, da 32 a 24° C in estate)
- Rete distribuzione: sostituzione termosifoni con pannelli radianti a parete regolabili dall'interno (impossibile realizzarli a pavimento)
- Ala nuova: sistema radiante a soffitto
- Climatizzazione estiva: scambiatore a terreno per pre-raffreddamento aria entrante ($\max 24^{\circ}$ C) e ventilazione interna con bocchette per aria uscente a soffitto
- VMC decentrato per le aule con recupero di calore, inserito negli armadi delle aule.



Isolamento termico a cappotto pareti verticali

Riduzione consumi energetici
per riduzione dispersione termica invernale

Riduzione condensa
per eliminazione ponti termici

Tecnologia:

- 20 cm pannelli polistirene
- inseriti nel terreno per 50 cm
- Incollate alla muratura
- Oltre h:1m pannelli calcio silicato

Posa in opera cappotto esterno
(rif. P.Boarin, EM2 architetti)



Programma Operativo Interregionale
**ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO**
2007 - 2013

Una scelta illuminata

**EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI RINNOVABILI:
UNA SFIDA TECNOLOGICA E UN'OPPORTUNITÀ**
Ciclo di Workshop nelle Regioni "Convergenza"



B. Interventi – esempi - Scuola per l'infanzia di Mongueifo (Bz)



facciata S-O



facciata N-E



ante

post



I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere

Studio A9 Arch. Giacomina Di Salvo



Risultati e costi

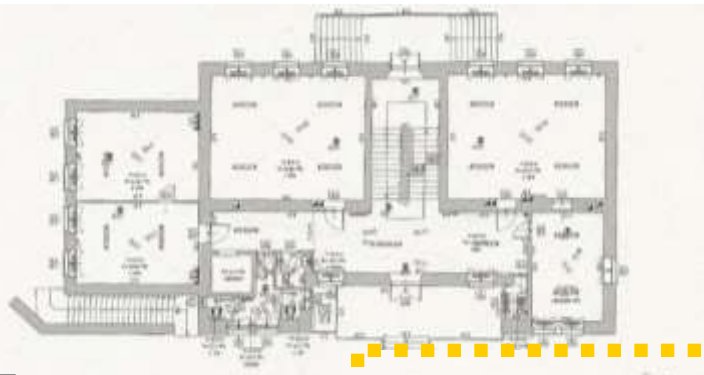
B. Interventi – esempi - Scuola per l'infanzia di Monguelfo (Bz)

Scuola per l'infanzia di Monguelfo (bz)	
Valutazione finale	
Consumi effettivi ante intervento	165 kWh/mq a categoria Casa Clima G
Consumi raggiunti con intervento. Classe energetica	18 kWh/mq a Classe Casa Clima A
Costo intervento	320 €/mq Circa 900 mila €

Scuola Primaria Rosmini Marco di Rovereto (Tn)

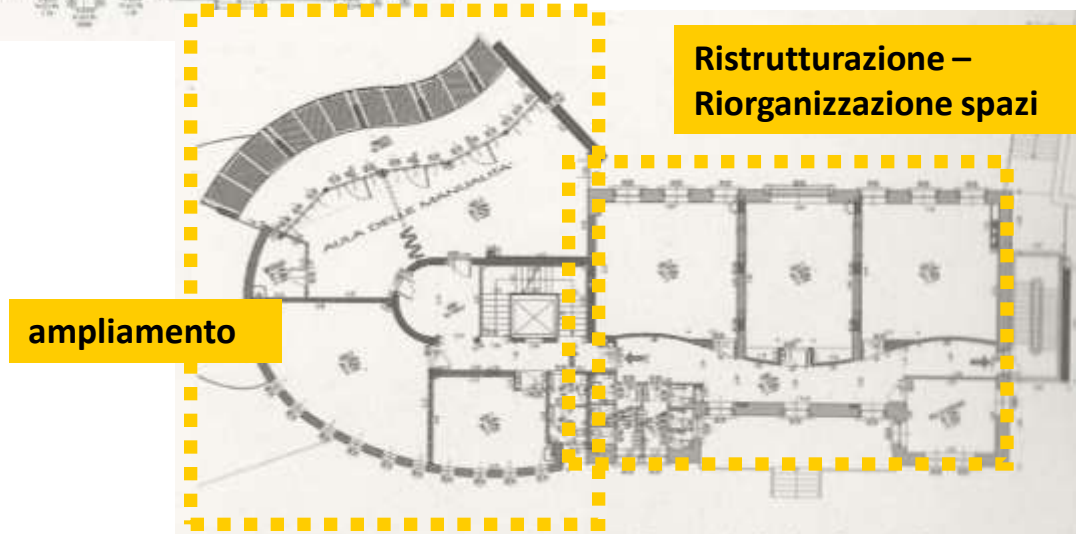
Riferimenti: P.Boarin Progettisti: Arch. G.Perottoni

Ante



- Ampliamento
- Efficientamento energetico
- Adeguamento normativo e funzionale

Post



Modello distributivo	
Corridoio	Unità funzionale
Tipo edificio	
Scuola a blocco	Scuola a piastra
Scuola estesa	Open plan
Scuola strada	Blocco accorpato
Blocco con vuoto interno	Gradoni
Piastra con vuoto interno	Croce
Pettine	Aperta
Tipo di edificio	
Edificio proprio	Edificio improprio
Tipo di intervento	
Intervento di Energy Retrofit passivo	Intervento di Energy Retrofit attivo

B. Interventi -esempi



Scuola primaria Rosmini – Marco di Rovereto (Tn)

Tipo intervento	Ristrutturazione e ampliamento scuola primaria per aumento classi
Epoca e Tipologia edificio	1918. tipologia a blocco lineare simmetrico. 570 mq sup coperta
Struttura e involucro originario	Struttura in muratura portante
Dati contesto: zona climatica e Gradi Giorno.	E. 2.713. Orientamenti lati lunghi Nord-Est, Sud Ovest
Dati involucro	Muratura mista con prevalenza pietra. elevato spessore (50 – 85 cm) Infissi legno altamente disperdenti Tetto a padiglione con struttura in legno senza isolamento. copertura in coppi (vincolo)
Valori trasmittanza ante	-
Consumi effettivi	Classe energetica F- G
Impianto ante	Caldaia Gasolio. Radiatori acqua calda.

NB: Non è stata effettuata diagnosi in quanto gli obiettivi dell'intervento erano legati all'ampliamento, prima che all'efficienza energetica



Scuola primaria Rosmini – Marco di Rovereto (Tn)

Intervento

Descrizione interventi

Finalità intervento: incremento offerta scolastica comune (più che raddoppiata)
Nuovi spazi: atrio, auditorium, mensa, cucina, aule,
sopraelevazione tetto edificio esistente: sala polivalente per attività aggregative
Riorganizzazione spazi interni scuola esistente e collegamento con i nuovi
Nuovo ingresso lato cortile e ampliamento
Interventi per ridurre i consumi energetici: retrofit passivo (involucro – pareti, infissi,
solai, copertura - illuminazione, e attivo (sostituzione impianto, pavimenti radianti,
VMC, predisposizione impianto produzione FER)





Interventi retrofit passivo

- isolamento interno pareti esistenti : pannelli in sughero 4 cm e controparte in laterizio 8 cm
- pareti edificio nuovo: muratura in laterizio alveolare $U=0,68$ W/mqK
- parete strutturale in acciaio e vetro a S-O
- infissi regolati in base all'orientamento e usi (ma tutti con requisiti vetrocamera termoisolante. per parte nuova anche basso emissivi)
- rifacimento solaio a terra con sopraelevazione per ventilazione e riscaldamento a pavimento
- sopraelevazione sottotetto e rifacimento copertura (i coppi vincolati sono stati riutilizzati): struttura in legno lamellare con coibentazione in pannelli di sughero (8cm) e in fibra di legno (6cm) ($U=0,25$ W/mqK), strato di ventilazione e manto copertura con coppi
- ampliamento: vetrata per apporto termico dal solare, con tettoia frangisole orientata per limitare apporto estivo

Interventi retrofit attivo

- nuovo impianto illuminazione altamente efficiente
- nuovo impianto di riscaldamento con caldaia a condensazione a gas
- distribuzione con pavimenti radianti
- impianto di Ventilazione Meccanica Controllata con recupero calore, per migliorare qualità aria e non disperdere calore
- predisposizioni per impianti fotovoltaici e collettori solari



Programma Operativo Interregionale
**ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO**
2007 - 2013

Una scelta illuminata

**EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI RINNOVABILI:
UNA SFIDA TECNOLOGICA E UN'OPPORTUNITÀ**
Ciclo di Workshop nelle Regioni "Convergenza"



Ristrutturazione e ampliamento



B. Interventi - Scuola Primaria Rosmini Marco di Rovereto (Tn)

Edificio originario

Ampliamento offerta scolastica
Aule e spazi didattici e aggregativi

Integrazione nuovo con esistente
Utilizzo materiali locali e naturali

Soluzioni integrate per l'innalzamento
della qualità ambientale (aria,
benessere igrometrico, visivo,
acustico)

Miglioramento comfort termico,
acustico, visivo, qualità aria

Riferimenti: P.Boarin Progettisti: Arch. G.Perottoni

Riferimenti: P.Boarin Progettisti: Arch. G.Perottoni

- Riduzione apporti solari estivi (frangisole)
- Accumulo apporti solari invernali (parete vetrata, finestre a nastro)
- Miglioramento benessere visivo e aumento illuminazione naturale

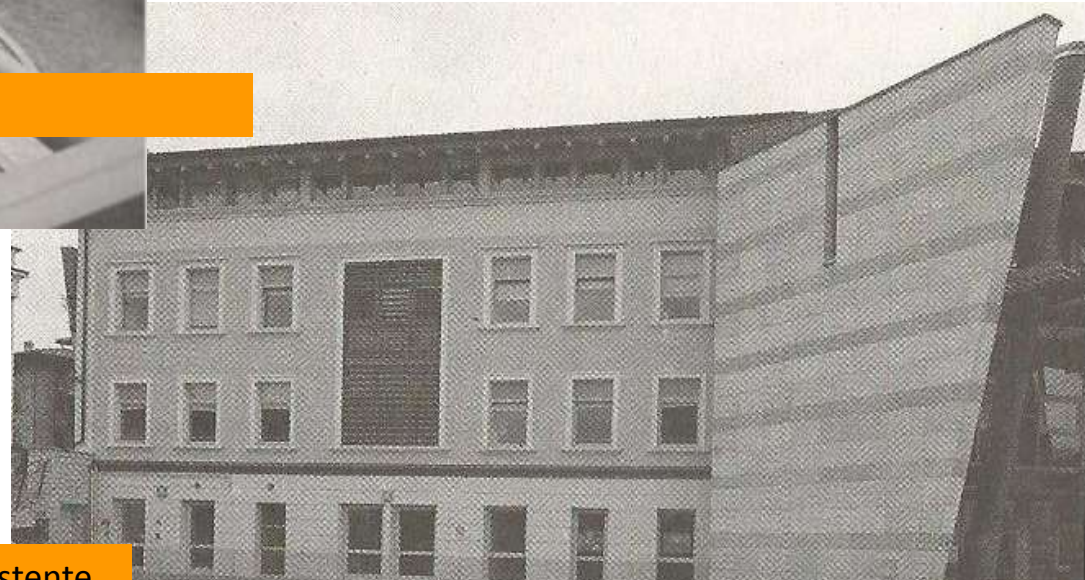
Ampliamento fronte Sud-Ovest. Parete vetrata nuovo ingresso

B. Interventi - Scuola Primaria Marco di Rovereto (Tn)

Tettoia con frangisole parete vetrata

Frangisole per vetrata centrale edificio esistente

Fronte sud: esistente e nuovo





Risultati e costi

Scuola primaria Rosmini – Marco di Rovereto (Tn)

Valutazione finale

Consumi effettivi ante intervento	-
Consumi raggiunti con intervento. Classe energetica	Classe energetica B (protocollo Prov TN) < 60 kWh/mqa
Costo intervento	870 €/mq (ampliamento e ristrutturazione) Circa 300 mq Circa 3 mln €



Riduzione consumi e emissioni nel rispetto minimi norme e protocollo Prov TN



Sfruttamento del retro (spostamento ingresso affaccio principale) sia per questioni funzionali che energetiche (spazio maggiore per area gioco e ingresso, orientamento e serra solare per guadagno solare gratuito)

- stesse scelte tecnologiche per ampliamento che ristrutturazione:
 - Ristrutturazione del solaio a terra e del tetto per ventilare, per inserimento pavimento radiante, e per isolare
 - VMC
 - Tipologia infissi doppia vetrocamera basso emissivi
 - Prevalenza tecnologie a secco



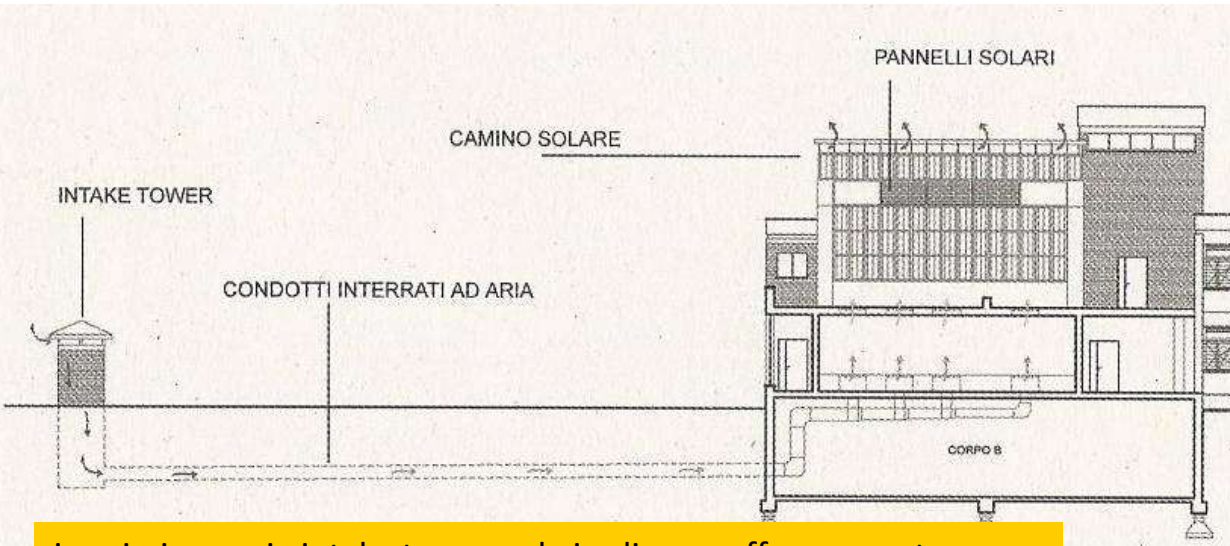
SINTESI intervento:

- Efficienzamento : **non** obiettivo **ma** criterio per lavori di ampliamento e ristrutturazione
- Ampliamento e ristrutturazione su **edificio storico con vincoli, ma** possibilità di modifiche interne anche strutturali
- Soluzioni interne per isolamento termico che non modificassero esterni (muri e coppi del tetto).
- Integrazione ampliamento esistente (architettura, altezze, spazi)
- **Riorganizzazione** funzionale (spostamento ingresso affaccio principale) con criteri **energetici** (spazio maggiore per area gioco e ingresso, orientamento e serra solare per guadagno solare gratuito)
- Ruolo fondamentale **infissi e schermature** (scelta infissi e tipologie finestre a seconda dell'orientamento e delle funzioni degli spazi)
- Solo **predisposizione** per impianti da **FER** (fotovoltaico e collettori)
- stesse scelte tecnologiche per ampliamento che ristrutturazione:
 - Ristrutturazione del solaio a terra e del tetto per ventilare, per inserimento pavimento radiante, e per isolare
 - VMC
 - Tipologia infissi doppia vetrocamera basso emissivi
 - Prevalenza tecnologie a secco
- **Soluzioni integrate** per l'innalzamento della **qualità ambientale** (aria, benessere igrometrico, visivo, acustico)
- Utilizzo **materiali naturali e locali** (rivestimento in marmo locale)

Scuola secondaria I grado R. Fucini Roma

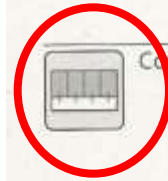
Riferimenti: P.Boarin

Progettisti: – Dip. SIMU Roma Capitale - Arch. M. Marocco -



immissione aria intake tower nel giardino e raffrescamento naturale con passaggio nel sottosuolo

Modello distributivo	
Corridoio	Unità funzionale
Tipo edilizio	
Scuola a blocco	Scuola a piastra
Scuola estesa	Open plan
Scuola strada	Blocco accorpato
Blocco con vuoto interno	Gradoni
Piastra con vuoto interno	Croce
Pettine	Aperta
Tipo di edificio	
Edificio proprio	Edificio improprio
Tipo di intervento	
Intervento Energy Retrofit passivo	Intervento di Energy Retrofit attivo



Sezione con schema di funzionamento sistema di raffrescamento passivo



Programma Operativo Interregionale
**ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO**
2007 - 2013

Una scelta illuminata

**EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI RINNOVABILI:
UNA SFIDA TECNOLOGICA E UN'OPPORTUNITÀ**
Ciclo di Workshop nelle Regioni "Convergenza"



B. Interventi – esempi - Scuola secondaria Fucini Roma



Vista scuola ante intervento

Riferimenti: P.Boarin – Dip. SIMU Roma Capitale
Progettisti: M. Marocco



Post intervento ala con orientamento S- O

I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere

Scuola secondaria I grado R. Fucini Roma

Tipo intervento	Manutenzione straordinaria e adeguamento normativo
Epoca e Tipologia edificio	1966. tipologia a croce con quattro corpi di fabbrica a 2 piani uniti da un atrio
Struttura e involucro originario	Struttura a telaio in c.a. con tamponature
Dati contesto: zona climatica e Gradi Giorno.	D. 1.415 Orientamento Nord- Sud
Dati involucro	Struttura in c.a. a vista Tamponature in laterizi forati rivestiti esternamente in cortina. Infissi: profilati ferro-finestra con vetri spessore 6mm Solai a terra e intermedi in laterocemento Solaio copertura in laterocemento con guaina impermeabilizzante senza isolamento
Valori trasmittanza ante	Non è stata effettuata diagnosi preventiva. Date le caratteristiche involucro, evidenti valori alti di trasmittanza Stime infissi $U = 6 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Consumi effettivi	165 kWh/mq a categoria Casa Clima G
Impianto ante	Caldaia a metano con radiatori in ghisa



Scuola secondaria I grado R. Fucini Roma

Intervento

Descrizione interventi

Progetto inquadrato in un programma di interventi su Roma
Collaborazione con ENEA e International Energy Agency per la sperimentazione e il monitoraggio di tecniche retrofit applicate a edifici scolastici.
Tecnologie per attivare processi di rinnovamento naturale dell'aria e intervenire sul raffrescamento

I principali interventi per la riduzione dei consumi energetici sono:

- sostituzione infissi (minore dispersione)
- schermature per regolare soleggiamento
- sistema di aerazione computerizzato (solo quando necessario)
- sistema di raffrescamento passivo con camino solare
- nessun intervento su pareti, solaio e copertura
- nessun intervento su impianto di riscaldamento né su impianto illuminazione

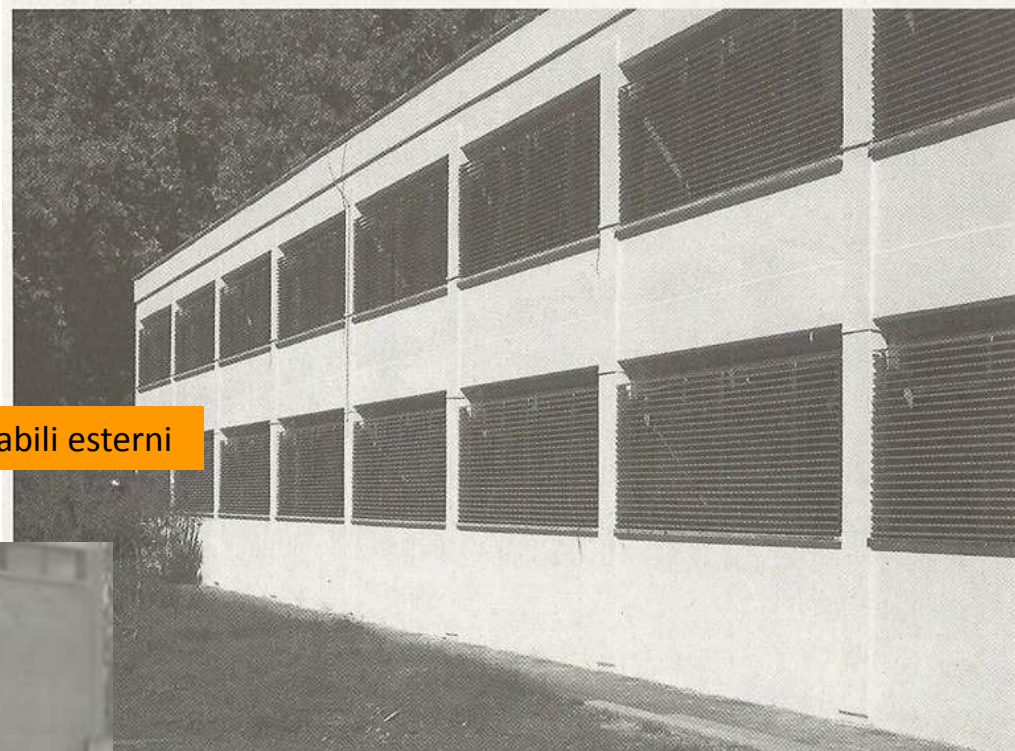
Intervento di efficientamento parziale con costi limitati

Tecnologie per raffrescamento solo edificio esposto a S-O

Intervento integrato con programma di monitoraggio per la verifica di funzionamento (IEA)



Aula con infissi sostituiti e frangisole orientabili esterni



Vista esterna dei dispositivi frangisole a lamelle orientabili installati nelle pareti esposte a sud ovest



Camino solare posto sulla copertura palestra

Riferimenti: P.Boarin – Dip. SIMU Roma Capitale
Progettisti: M. Marocco



Interventi retrofit passivo

- sostituzione degli infissi: con nuovi infissi a taglio termico e termocamere basso emissivo
- frangisole in listelli in alluminio orientabili, automatizzate con un dispositivo di controllo e regolazione luminosità per garantire minima spesa e max comfort
- Sistema di aerazione VMC con canali a nastro sopra le finestre e i tramezzi di divisione aule
- Canali di aerazione collegati con dispositivi computerizzati che si attivano sulla base delle temperature e livello di CO2 nelle aule, per permettere ricambio di aria quando necessario.
- Building Energy management: Centralina di controllo (Central Process Unit) consistente in un software per il controllo per la gestione automatica del sistema di ventilazione e di schermatura solare, a loro volta forniti di sensori
- sistema di raffrescamento passivo con immissione aria da intake tower e emissione a interni con griglie a pavimento. Raffrescamento naturale mediante passaggio nel sottosuolo (-3m) in canali di lamiera zincata.

Interventi retrofit attivo

Collettori solari (6 mq) per ACS per palestra
Predisposizione per impianto fotovoltaico non installato
Installazione valvole termostatiche sui radiatori esistenti

Sintesi

Interventi parziali Solo retrofit attivo

Progetto di Roma Capitale inquadrato in un programma di interventi su Roma
Collaborazione con *ENEA* e *International Energy Agency* per la sperimentazione e il monitoraggio di tecniche retrofit applicate a edifici scolastici

Intervento pilota rappresentativo



Scuola secondaria

Scuola Laboratorio di educazione ambientale permanente

Risultati e costi

Scuola secondaria I grado R. Fucini Roma	
Valutazione finale	
Consumi effettivi ante/post intervento	NON CI SONO DATI
Costo intervento	1mln 400 mila €

Scuola Materna Montessori Pulsano (TA)

Fonte e riferimenti:

D. Pepe, M. Rossetti, La riqualificazione energetico-ambientale degli edifici scolastici, Maggioli 2014

Riqualificazione architettonica e energetica

Risultati: da classe G a C c

Costo limitato: 385 mila € (450 €/mq)

Isolamento a cappotto pareti e solai

Caldaia a condensazione e coibentazione rete

Collettori solari per produzione ACS

Impianto recupero e riuso acqua piovana

Riduzione trasmittanza involucro (U W/mqK)

Pareti esterne da 1,14 a 0,24

Copertura: da 1,38 a 0,29

Infissi :da 5 a 1,2

Schermature esterne fisse con fotovoltaico

vegetazione giardino per riduzione calore





B. Interventi – Scuola Materna Montessori Pulsano (TA)

**Schermature esterne fisse:
frangisole e fotovoltaico poste a seconda dell'orientamento/conformazione edificio**



- Pergolato :**
- ombreggiatura spazio esterno
 - Ombreggiamento aula in estate
 - soleggiamento aule in inverno

Tettoia

I princip

ti da coinvolgere

Studio A9 Arch. Giacomina Di Salvo



progetto (rendering)



- Soluzioni diverse a seconda dell'orientamento
- integrazione vegetazione progettata per raffrescamento estivo (riduzione effetto isola di calore)



Colorazione chiara edificio per ridurre assorbimento radiazione solare



progetto (dettaglio)



-Sostituzione infissi vetro camera basso
emissivo con gas argon ($U=1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$)



- isolamento a cappotto con parete
ventilata con materiali eco compatibili



Parete coibentata $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$



Parete ventilata

Pannello in lana di legno 8 cm

Parete esistente $U = 1,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Pannello fibra di legno
idrorepellente 4 cm

Scuola Secondaria I grado Molteno (LC)

Fonte e riferimenti:

D. Pepe, M. Rossetti, La riqualificazione energetico-ambientale degli edifici scolastici, Maggioli 2014

Riqualificazione architettonica e energetica

Risultati classe energetica

- involucro A 18,5 kWh/mq
- edificio impianto (globale) B 66 kWh/mq

Emissioni di CO2 complessive annue: 3,4 Kg CO2/mca

Costo: 900 mila € (438 €/mq)

Isolamento a cappotto pareti e solai

Sostituzione serramenti a taglio termico

**Sostituzione impianto illuminazione
Ruolo architettonico nuove luci**

Risistemazione ingresso per maggiore sicurezza studenti



Fonte e riferimenti:

D. Pepe, M. Rossetti, La riqualificazione energetico-ambientale degli edifici scolastici, Maggioli 2014

B. Interventi – Scuola Secondaria I grado Molteno (LC)

Ante
- tipologia anni 70 molto diffusa
- struttura in c.a. a vista con tamponature in laterizio

Post
Riqualificazione , oltre efficientamento energetico:
Rispetto e messa in luce elementi progettuali originari
Messa in sicurezza ingresso



Fonte e riferimenti:

D. Pepe, M. Rossetti, La riqualificazione energetico-ambientale degli edifici scolastici, I

B. Interventi – Scuola Secondaria I grado Molteno (LC)

Dettaglio coibentazione angolo



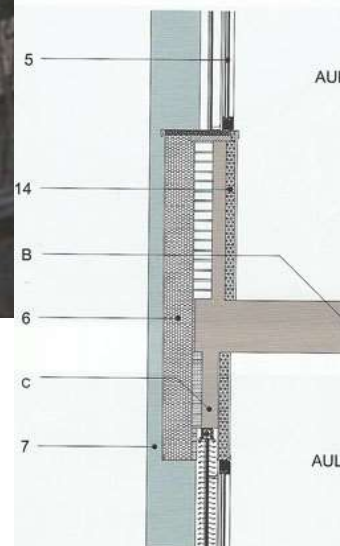
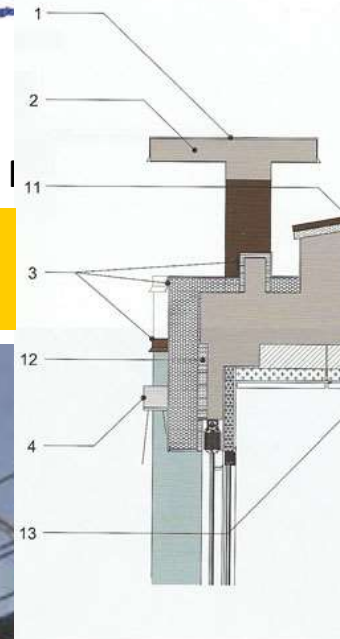
Riduzione trasmittanza involucro (U W/mqK)
-Pareti esterne 0,15 - Copertura: 0,22 - Infissi : 1,4



griglie ombreggianti sul basamento



**Cappotto con pannelli EPS (polistirene)
18 cm e 10 cm (sulle lesene)**



Scuola Elementare e Asilo – Caldaro (Bz)

Fonte e riferimenti:

D. Pepe, M. Rossetti, *La riqualificazione energetico-ambientale degli edifici scolastici*, Maggioli 2014

Ampliamento e Riqualificazione architettonica e energetica

Nuovo volume rivestito con lastre colorate

Impianto cogeneratore a gas metano

Distribuzione a pavimenti radianti

Consumi ante intervento: 450 kWh/mqa

Consumi post intervento: Classe A 6,3 kWh/mqa

Classe energetica involucro: Classe Oro 4,8 kWh/mqa

Costo: 3,5 mln €

B. Interventi – esempi

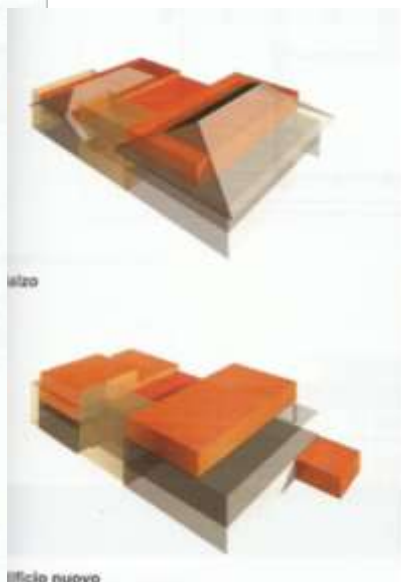
I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere

Studio A9 Arch. Giacomina Di Salvo



Riduzione superfici disperdenti mediante inserimento nuovo volume tra esistenti

B. Interventi – Scuola Elementare e Asilo – Caldaro (Bz)



Cappotto con pannelli polistirene 30 cm
($U=0,1 \text{ w/mqK}$)



Sostituzione infissi
(vetri a tre strati)

Tetti verdi (coibentazione,
qualità architettonica e
ritenzione acqua piovana)



Facciata vetrata altamente coibentata
($U=0,85 \text{ W/mqK}$)

Altri ESEMPI

EXUP progettisti S.rl. Umbertide PG

Intervento di Riqualificazione energetica. Ristrutturazione e manutenzione straordinaria Scuola Materna Garibaldi - Umbertide

**Roma Capitale – Dipartimento Sviluppo Infrastrutture e Manutenzione Urbana
– UO edilizia scolastica**

**Lavori di manutenzione straordinaria e adeguamento alle normative
Scuola dell'Infanzia "il giardino incantato" – via Pinciana**

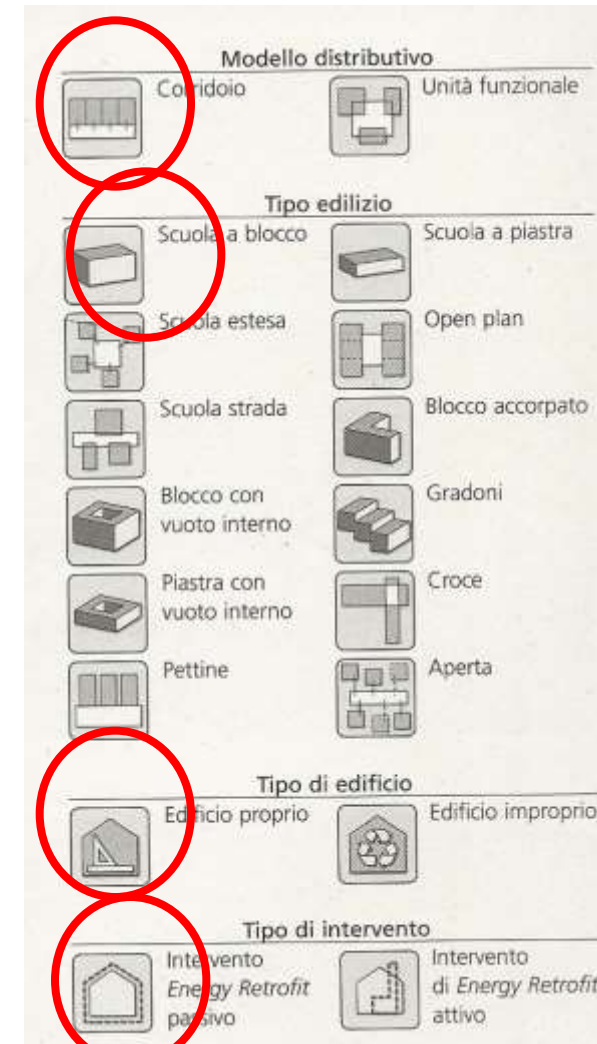
**Lavori di manutenzione straordinaria e adeguamento alle normative
Asilo nido "la filastrocca" – via Tarso**

**Lavori di manutenzione straordinaria e adeguamento alle normative
Scuola Media G. Ungaretti , via dello scalo Settebagni**

**Lavori di manutenzione straordinaria e adeguamento alle normative
Scuola dell'infanzia "Girotondo" , via Motta Camastra**

Scuola materna Garibaldi - Umbertide (PG)

Riferimenti: EXUP srl progettisti





Programma Operativo Interregionale
ENERGIE RINNOVABILI E
RISPARMIO ENERGETICO
2007 - 2013

Una scelta illuminata

EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI RINNOVABILI:
UNA SFIDA TECNOLOGICA E UN'OPPORTUNITÀ
Ciclo di Workshop nelle Regioni "Convergenza"



B. Interventi – Scuola Materna Garibaldi- Umbertide (PG)

Intervento di Riqualificazione energetica. Ristrutturazione e manutenzione straordinaria

Finanziamenti POR FESR 2007-2013

- Bando Regione Umbria 2011 per gli enti locali
- Asse III Attività B3: interventi di riqualificazione energetica negli edifici pubblici ad uso non abitativo
- Obiettivi:
 1. riduzione consumi energetici e combustibili fossili
 2. Miglioramento comfort degli edifici
- Interventi ammissibili:
 - ✓ Interventi di riqualificazione e energetica del sistema edificio-impianto
 - ✓ Integrazione interventi con installazione impianti per produzione energia da fonti rinnovabili



Regione Umbria



Programma Operativo Regionale
Fondo Europeo
di Sviluppo Regionale



16 e 17 aprile 2015
Patto Interregionale
INNOVABILI E
ENERGETICO
2007 - 2013

La riqualificazione energetica delle scuole: prospettive e criticità

EFFICIENZA ENERGETICA E FONTI RINNOVABILI:
Ciclo di Workshop nelle Regioni "Convergenza"



Una scelta illuminata

Bando Regione Umbria 2011 per gli enti locali

Intervento di Riqualificazione energetica. Ristrutturazione e manutenzione straordinaria .

• Specifiche tipologie di lavori ammissibili a finanziamenti:

- Isolamento termico involucro edilizio climatizzato (pareti, solai, coperture, pareti vetrate, infissi)
- Inserimento schermature esterne fissi o mobili per controllare apporto solare estivo
- Sostituzione impianto illuminazione interna con sistemi alta efficienza
- Modifiche impianti termoidraulici (pavimenti radianti, isolamento sistema distribuzione, installazione valvole termostatiche, installazione sistema di VMC con recupero di calore)
- Sostituzione impianti climatizzazione invernale con generatori a biomassa o a condensazione
- Installazione pompe di calore o sistema di cogenerazione associati all'impianto di climatizzazione esistente
- Installazione di collettori solari
- Installazione di impianto di produzione energia elettrica con FER (es fotovoltaico)



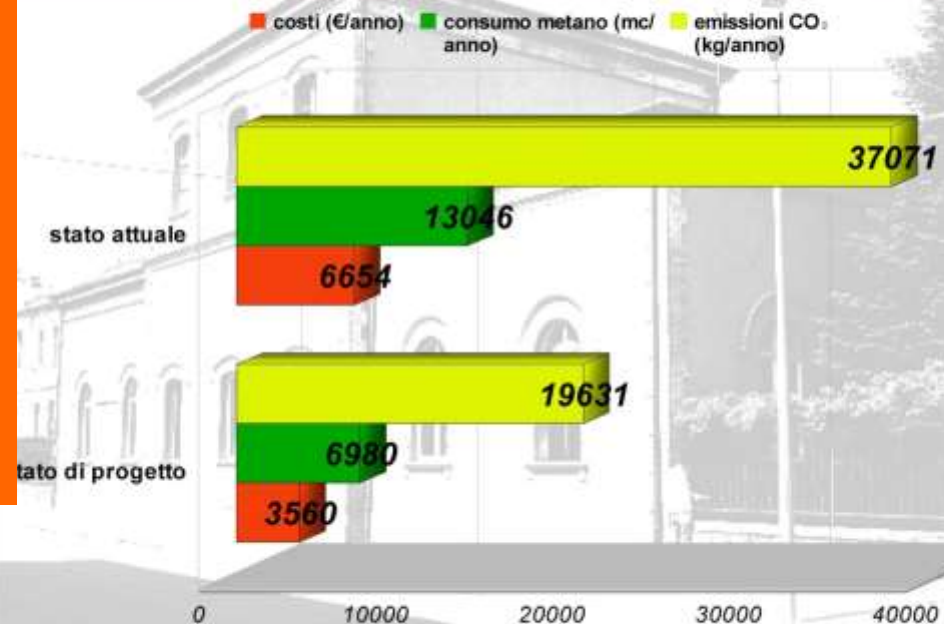
Riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi
Umbertide : **EXUP srl progettisti**

- Riduzione emissioni clima-alteranti
- Riduzione dei consumi di energia non rinnovabile (gas metano)
- Riduzione costi energetici annui



BENEFICI OTTENIBILI CON L'INTERVENTO

Scheda riassuntiva

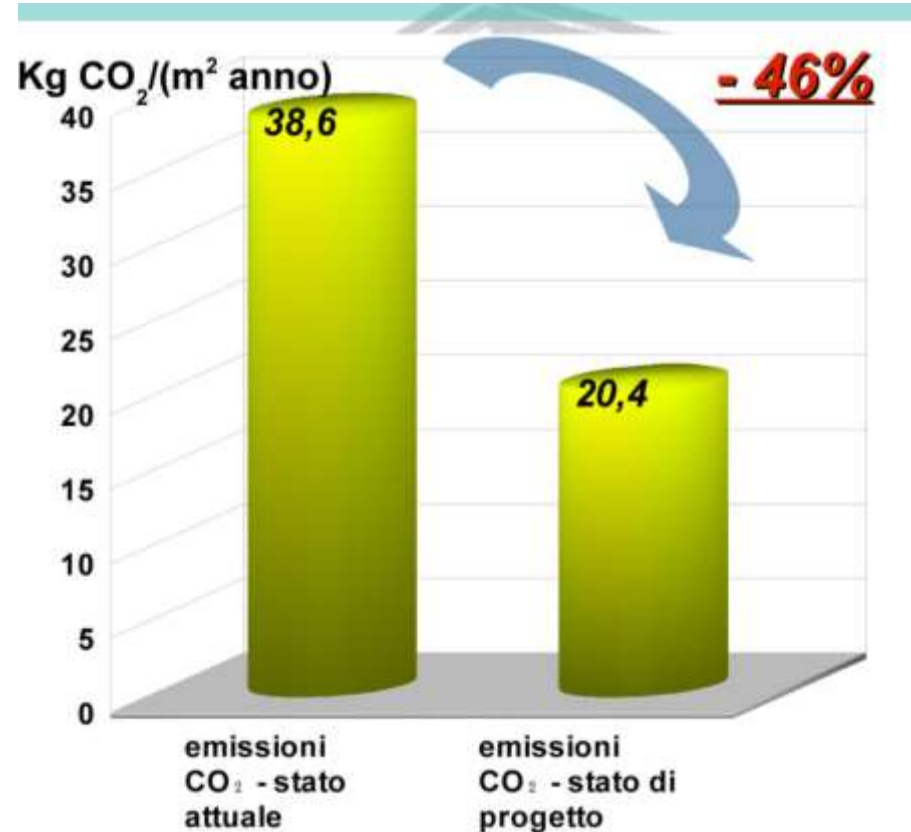


I vantaggi valutati derivanti dalle azioni di miglioramento prestazioni energetiche dell'edificio



Riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi
Umbertide : **EXUP srl progettisti**

- Riduzione emissioni clima-alteranti
- Riduzione dei consumi di energia non rinnovabile (gas metano)
- Riduzione costi energetici annui

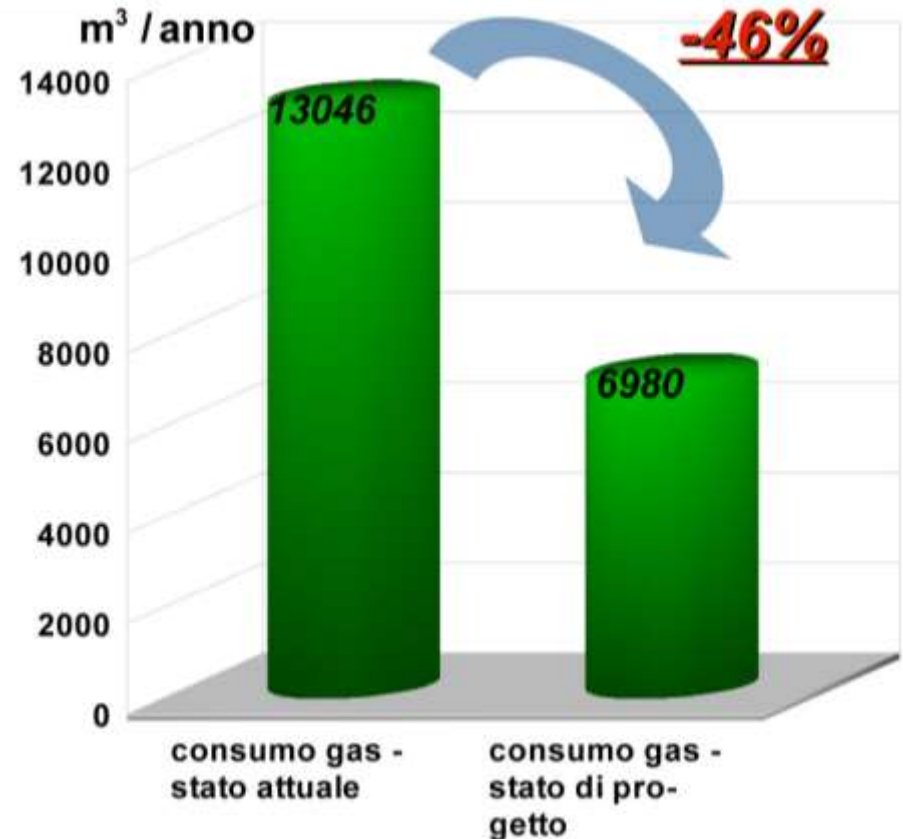


I vantaggi valutati derivanti dalle azioni di miglioramento prestazioni energetiche dell'edificio



Riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi
Umbertide : **EXUP srl progettisti**

- Riduzione emissioni clima-
alteranti
- Riduzione dei consumi di
energia non rinnovabile
(gas metano)
- Riduzione costi energetici
annui

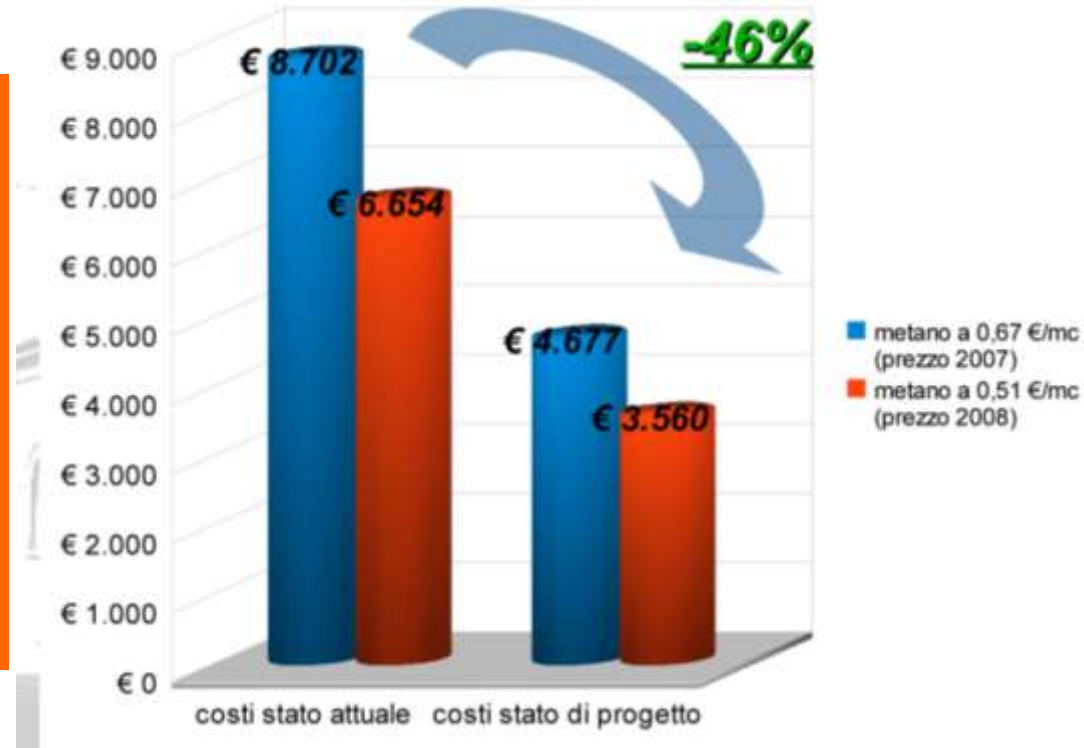


I vantaggi valutati derivanti dalle azioni di miglioramento prestazioni energetiche dell'edificio



Riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi
Umbertide : **EXUP srl progettisti**

- Riduzione emissioni clima-alteranti
- Riduzione dei consumi di energia non rinnovabile (gas metano)
- Riduzione costi energetici annui



I vantaggi valutati derivanti dalle azioni di miglioramento prestazioni energetiche dell'edificio



Riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi
Umbertide : **EXUP srl progettisti**

- Edificio storico in muratura
- Ampliamento in c.a.

Interventi principali finalizzati a
Riduzione dispersioni termiche

- isolamento termico involucro,
pareti e coperture con maggiori
dispersioni
- Sostituzioni infissi



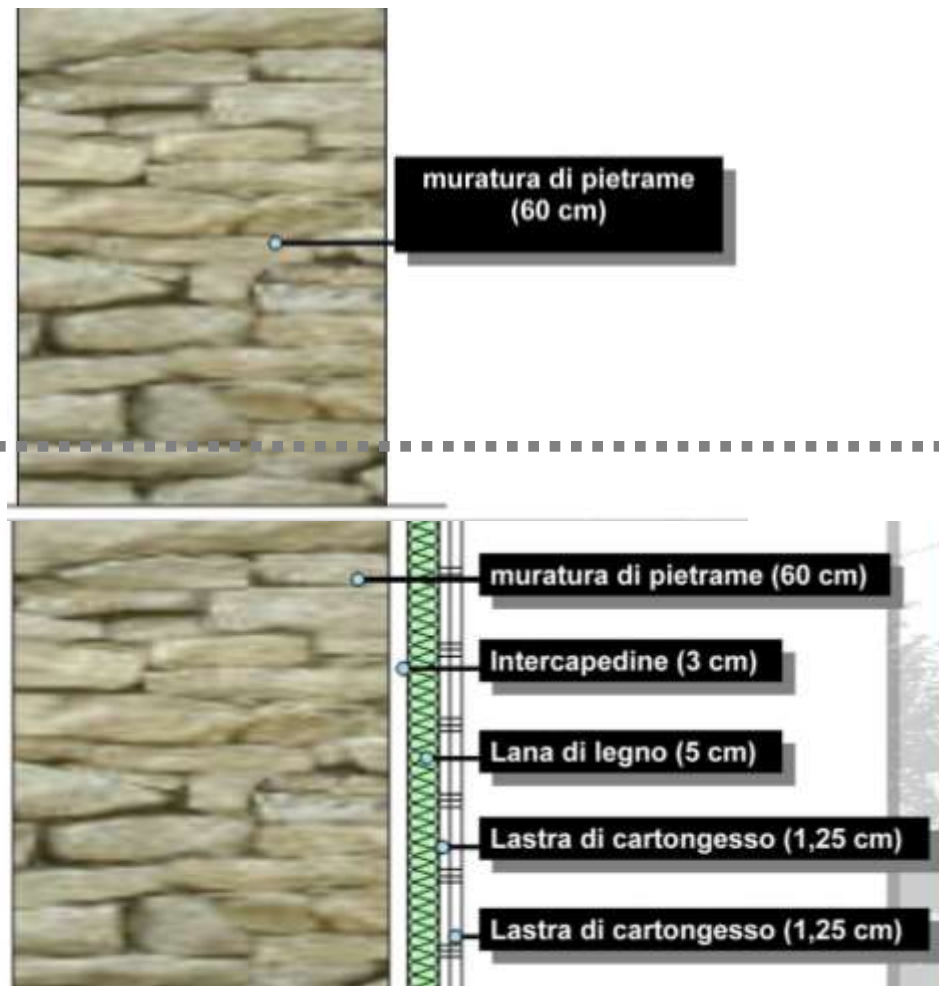


Riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi
Umbertide : **EXUP srl progettisti**

Isolamento involucro – parte storica

Parete esterna – stato attuale

Parete esterna – stato progetto

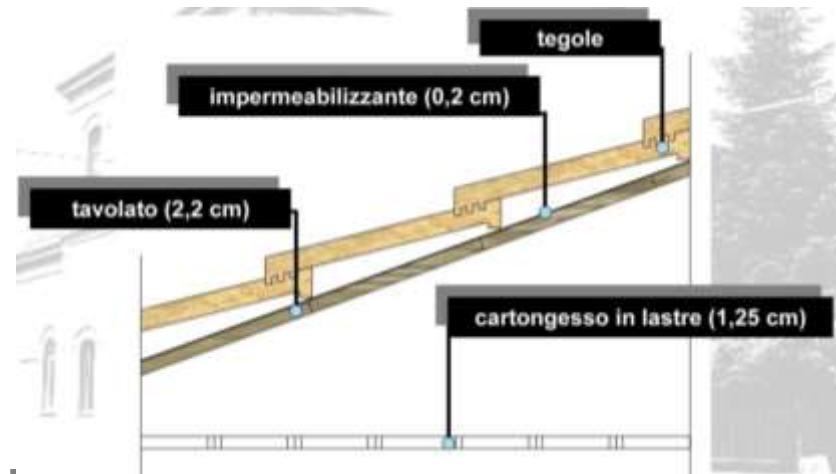




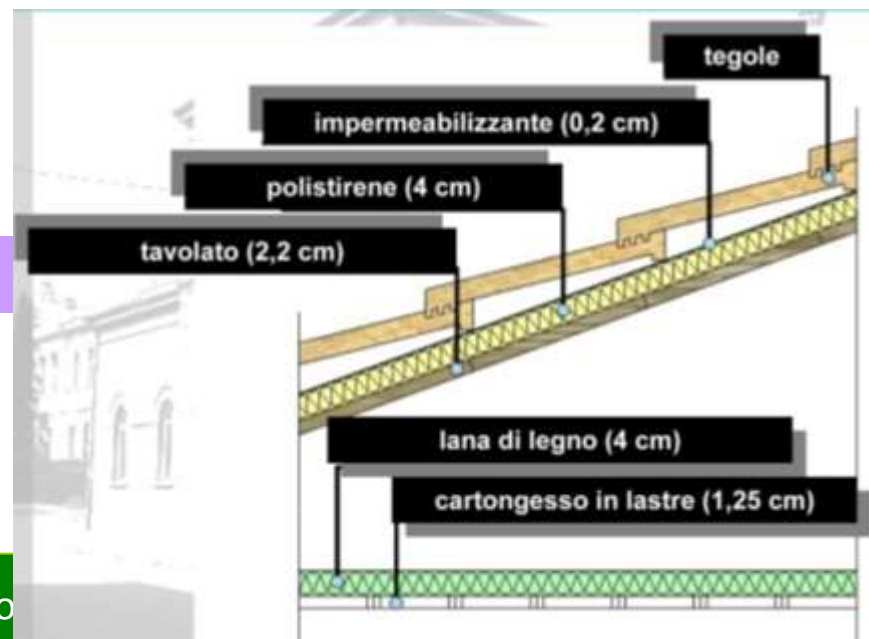
Riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi
Umbertide : **EXUP srl progettisti**

Isolamento involucro – parte storica

copertura – stato attuale



copertura – stato progetto



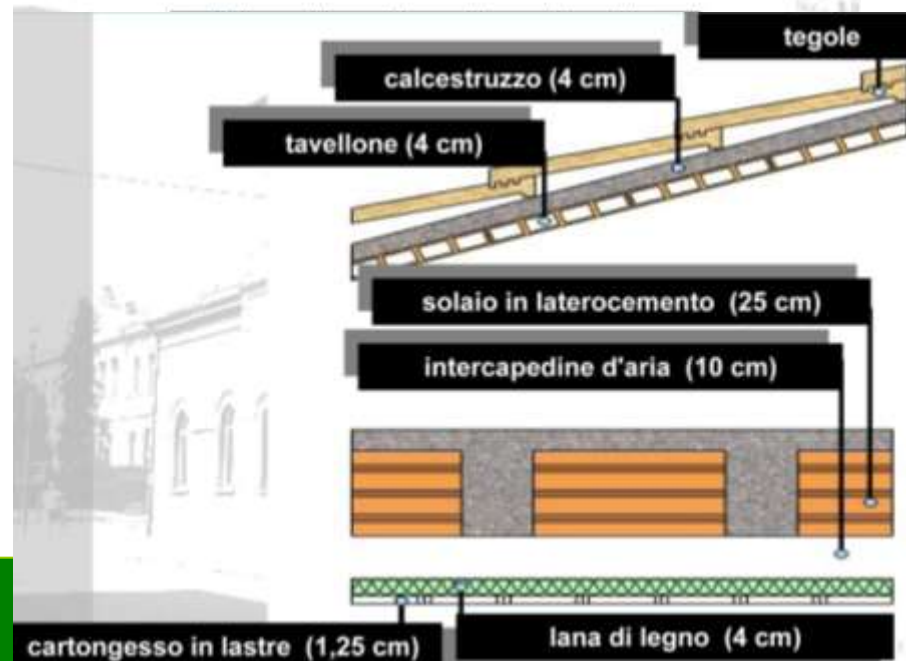
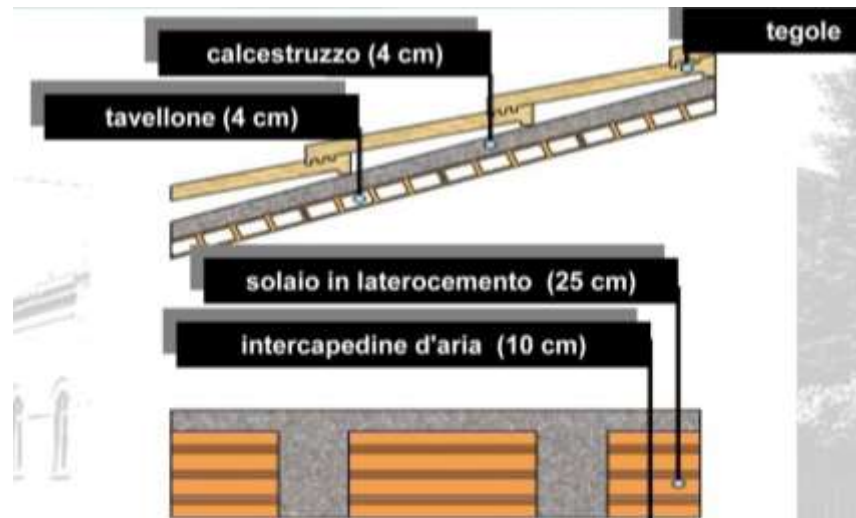


Isolamento involucro – ampliamento

B. Interventi – Scuola Materna Garibaldi- Umbertide (PG)

copertura – stato attuale

copertura – stato progetto



I principali interventi tecnici e gli esperti da coinvolgere



riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi - Umbertide : **EXUP srl progettisti**

Risultato fisico - tecnico : Riduzione Trasmittanza involucro opaco
potenza necessaria per mantenere differenza temperatura di 1 grado tra est e int





riferimenti e fonti progetto Scuola Materna Garibaldi - Umbertide : **EXUP srl progettisti**

Risultato fisico - tecnico : Riduzione Trasmittanza finestre
potenza necessaria per mantenere differenza temperatura di 1 grado tra est e int

stato attuale	↔	stato di progetto
<p>Vetri: <i>doppi senza intercapedine</i></p> <p>Telai: <i>in legno (edificio storico)</i> <i>in metallo senza taglio termico (ampliamento)</i></p> <p>Trasmittanze:</p> <p>$U_v = 5,780 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $U_{tl} = 1,650 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $U_{tm} = 7,000 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$</p>		<p>Vetri: <i>doppi con intercapedine basso emissivi</i></p> <p>Telai: <i>in legno (edificio storico)</i> <i>in metallo con taglio termico (ampliamento)</i></p> <p>Trasmittanze:</p> <p>$U_v = 1,381 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $U_{tl} = 1,100 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ $U_{tm} = 2,200 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$</p>

Qualche considerazione di sintesi

B. Interventi – considerazioni critiche

Tipologie e entità degli interventi di riduzione consumi e emissioni:

1. interventi 'immediati' o a breve termine, leggeri legati alla manutenzione/gestione

- **Gestione e Manutenzione**

es. manutenzione infissi, chiusura nicchie alloggiamento corpi riscaldanti, predisposizione dispositivi per chiusura automatica porte verso esterno o doppie porte, installazione valvole termostatiche, predisposizione schermature interne mobili, installazione dispositivi illuminazione alta efficienza, sensori presenza locali, regolatori flusso luminoso)

2. interventi a **medio-lungo termine** che impongono lavori di manutenzione straordinaria/ristrutturazione edilizia

- **Manutenzione straordinaria**
- **Ristrutturazione**
- **Ampliamento /Nuova edificazione di strutture di servizio** (es. nuove centrali, nuovi volumi separati ma connessi come serre o altro)
- **Demolizione e ricostruzione** (parziale e totale)

Azioni e effetti sul risparmio energetico e riduzione emissioni

Pay Back Period (tempo di ritorno intervento)	Azioni/Interventi	obiettivo	Risparmio energetico	
I tempi	Chiusure nicchie radiatori sotto finestre	Controllo trasmissione di calore attraverso l'involucro (Riduz ponti termici dispersione verso esterno)	1 - 5 %	
	Immediati	Inserimento materiale isolante e fogli riflettenti tra radiatore e muro	"	1 - 5 %
		Doppia porta o vestibolo ingresso	"	1 - 5 %
		Monitoraggio contratti di fornitura energetica	Riduzione consumi energetici per climatizzazione invernale	1 - 3 %
		Manutenzione ordinaria e straordinaria del generatore di calore	"	5%
		Installazione valvole termostatiche sui radiatori di ogni ambiente	"	10 - 20%
		Installazione dispositivi illuminazione alta efficienza	Riduzione consumi energetici per illuminazione	70 - 80 %
breve	Installazione sensori di presenza nei locali a breve permanenza (wc e corridoi)	"	5 - 15 %	
	Installazione regolatori flusso luminoso	"	5 - 15 %	
	Manutenzione infissi		1 - 5 %	
	Piantumazione alberature adeguate	Controllo apporti solari gratuiti	10%	
	Predisporre schermature interne mobili	"	15 %	
	Installazione sistema recupero calore se VMC	"	30 - 50 %	
	Coibentazione condotte distribuzione calore	"	1 - 5 %	
	Coibentazione condotte di ventilazione (se VMC) nei tratti di attraversamento di zone non riscaldate	"	0 - 15 %	

B. Interventi - considerazioni critiche

1 p

Giacomina Di Salvo

Azioni e effetti sul risparmio energetico e riduzione emissioni

Pay Back Period (tempo di ritorno intervento)	Azioni/Interventi	obiettivo	Risparmio energetico	
I tempi	schermature esterne fisse o mobili congrue con orientamento facciata e inclinazione raggi solari	"	30 %	
	Medio	Predisporre sistema VMC con recupero calore	Controllo trasmissione di calore attraverso l'involucro	30 %
		Sostituzione generatore di calore	Riduzione consumi energetici per climatizzazione invernale	15- 20 %
		Zonizzazione impianto climatizzazione invernale	Riduzione consumi energetici per climatizzazione invernale	5- 40 %
		Sostituzione infissi	Controllo trasmissione di calore attraverso l'involucro	10 – 20 %
Lungo	Isolamento termico involucro edificio	"	25 – 30 % 40 % (raffresc.)	
	Integrazione impianti solari termici	Utilizzo e integrazione fonti rinnovabili	Fino a 80 %	
	Integrazione impianti solari fotovoltaici	"	Variabile	
	Installazione sistemi di Buliding Automation	Riduzione consumi energetici per illuminazione	Fino a 40 %	

B. Interventi – considerazioni critiche



Integrare gli interventi

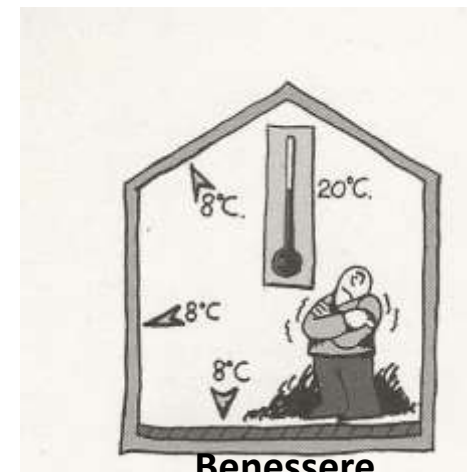
NB : Oltre ai requisiti 'energivori' (termici e illuminazione) altri parametri devono essere considerati per effettuare interventi per la qualità e il comfort degli ambienti scolastici:

aria, rumore, umidità.

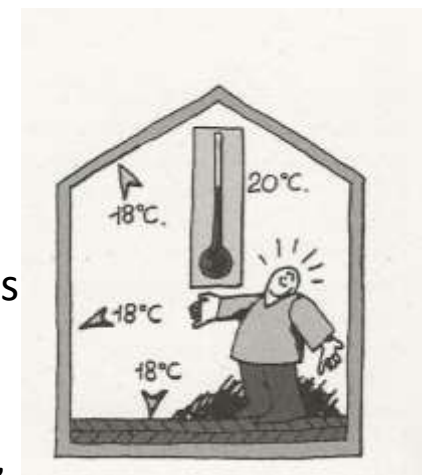
Gli interventi necessari per ridurre il consumo di energia e le emissioni di CO2 devono tenere in considerazione anche gli effetti su questi altri requisiti.

Altre integrazioni:

- adeguamento normativo e funzionale (es. miglioramento sistema antincendio, normativa scolastica),
- riqualificazione architettonica,
- sostenibilità (recupero acque piovane, interventi sul verde),
- apertura funzioni all'esterno



**Benessere
termo-igrometrico**



Temi particolari

Interventi in scuole ospitate in edifici storici

B. Interventi – considerazioni critiche

Destinazioni d'uso degli edifici scolastici (%)

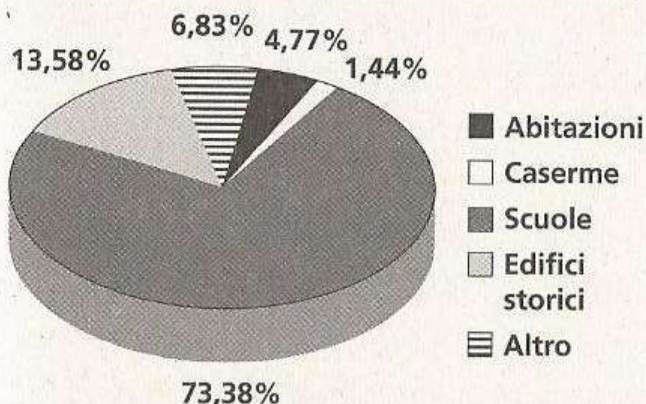
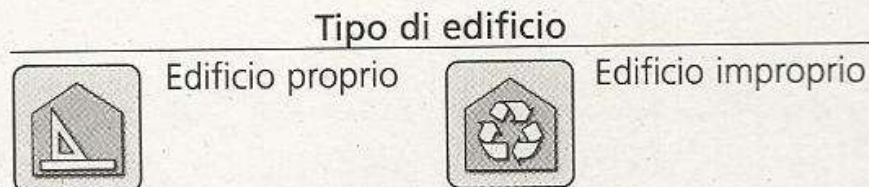


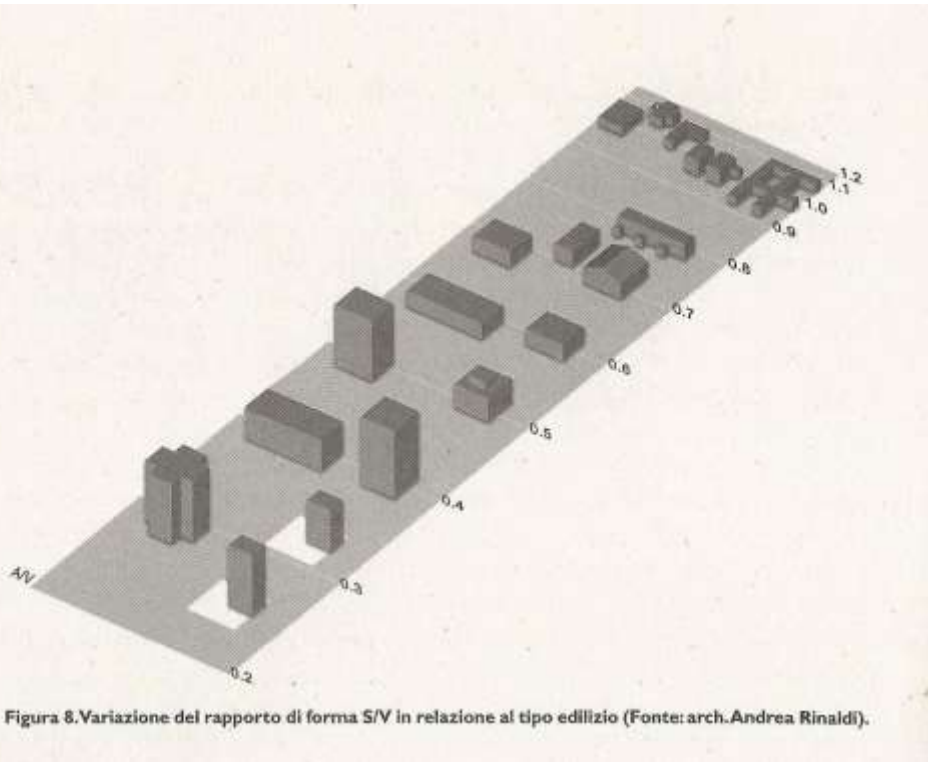
Figura 3. Destinazioni d'uso originarie degli edifici scolastici: valore percentuale rispetto ai dati raccolti in 62 Province (Fonte: rielaborazione grafica su dati di Legambiente, *Ecosistema Scuola 2009*).



Fonte P. Boarin, 2010, *Edilizia scolastica. Riqualificazione energetica e ambientale*, Edicom ed

Tipologie edifici, forma, orientamento e consumi energetici:

B. Interventi – considerazioni critiche



Fonte P. Boarin, 2010, *Edilizia scolastica. Riqualificazione energetica e ambientale*, Edicom ed



Procedure e attori

1. Avvio iniziativa

Fonte P. Boarin, 2010, *Edilizia scolastica. Riqualificazione energetica e ambientale*, Edicom ed

Costituzione tavolo di lavoro

- Orientamento e localizzazione edificio
- Tipologia edilizia e distributiva
- Tipologie e materiali edilizia
- Impianti

2. Valutazione preliminare edificio-impianto

- Dati metrici
- valutazione caratteristiche energetiche e ambientali
- valutazione delle dotazioni impiantistiche e dei contratti di fornitura energetica

Problematiche/condizioni:

- Reperibilità elaborati
- Verifica altre condizioni e sicurezza edificio: sismica, antincendio, accessibilità
- Partecipazione personale e utenti scuola

3. Valutazione approfondita Edificio-impianto

4. Verifica prestazionale edificio

- Confronto con le disposizioni legislative e normative vigenti
- Confronto con il quadro esigenziale e prestazionale di riferimento



Procedure e attori

5. Scelta strategia di intervento

- valutazione fattori energetici e ambientali coinvolti
- Ottimizzazione dei tempi di ritorno dell'investimento
- Massimizzazione risparmio energie conseguibile
- Massimizzazione dell'innalzamento qualità ambientale ottenibile

6. Progetto e esecuzione lavori

- redazione del bando di gara e capitolati di appalto
- Redazione elaborati grafici
- Organizzazione e programmazione lavori
- Esecuzione lavori

7. Gestione

- 7 sensibilizzazione e formazione operatori e alunni
- Gestione partecipata dell'edificio
- Post-occupancy evaluation
- Controllo periodico dei contratti di gestione energetica



Procedure e attori

5. Scelta strategia di intervento

- valutazione fattori energetici e ambientali coinvolti
- Ottimizzazione dei tempi di ritorno dell'investimento
- Massimizzazione risparmio energie conseguibile
- Massimizzazione dell'innalzamento qualità ambientale ottenibile

Verifica e analisi del budget di spesa:

- Elaborazione di un piano e un cronoprogramma
- Valutazione della priorità e urgenza degli interventi
- Analisi dei fondi.
- Verifica della competenza di spesa e esecuzione delle opere

Prerequisiti per la scelta delle strategie:

- Leggerezza componenti rispetto alle strutture esistenti
- Gestione attività di cantiere
- Rapidità di esecuzione
- Compatibilità con usi e utenze

Fonte P. Boarin, 2010, *Edilizia scolastica. Riqualificazione energetica e ambientale*, Edicom ed



Sintesi questioni

Integrare i temi di efficientamento con quelli della sicurezza

Interventi condivisi con gli operatori/utenti della scuola, per:

- **valutazione possibilità di gestione di sistemi automatizzati/delicati/complicati (monitoraggio e manutenzione impianti)**
- **durata cantiere e anno scolastico: spostamento alunni o cantiere integrabile con apertura scuola (scelta tecnologia, a secco e leggera, rimovibile)**
- **integrazione interventi e manutenzione : recupero acque piovane, piantumazioni, giardino,...**
- **apertura all'esterno degli spazi e strutture della scuola a usi e funzioni pomeridiane**