

La riqualificazione di un edificio scolastico. Una scuola sottovetro: Liguria e Lombardia due Regioni a confronto

ENRICA CATTANEO¹ – GUIDO GOZZOLI² – ERICA DELL'AMICO³

1 - Imps direzione regionale e Liguria ARTE

2 - Università di Genova Facoltà di Architettura DIPARCH

3 - Laureanda in Architettura

RIASSUNTO

Individuato un edificio scolastico del comune di Savona, si è proceduto ad una diagnosi dell'attuale fabbisogno energetico dell'immobile e si sono prospettati alcuni interventi di efficienza energetica incidenti sia sull'aspetto architettonico che impiantistico, unitamente all'uso di fonti rinnovabili.

Sulla base delle scelte progettuali fatte si è effettuata la valutazione edificio-impianto con i due schemi di calcolo a confronto: secondo la regione Liguria- secondo la regione Lombardia.

1. INTRODUZIONE

Il presente studio si occupa prevalentemente di risparmio energetico.

Proprio perché il riscaldamento delle abitazioni ed in generale dei volumi edilizi, è responsabile del 40% delle emissioni di gas prodotti dalla combustione, si ritiene importante contribuire a tale riduzione, per quanto possibile.

Bisogna inoltre considerare che dal 2007 è obbligatorio “catalogare” gli edifici in base alla classe energetica, ridurre le emissioni ed utilizzare fonti di energia rinnovabili. E' quindi necessario intervenire su questo fronte per tre motivi: il primo di carattere etico, in quanto tutti possiamo collaborare per un futuro migliore, il secondo di carattere normativo, perché è obbligo di legge ed il terzo di carattere economico, per la possibilità di risparmiare a medio o lungo termine.

Nel Comune di Savona ci sono molti edifici che devono essere adeguati alle nuove norme; tra questi è stato scelto, in accordo con gli uffici dell'amministrazione comunale, l'edificio scolastico sito nel quartiere “Oltre Letimbro”, denominato “Scuola Media B.Guidobono”.

Si tratta di un edificio sicuramente interessante dotato di numerose aule, attrezzature e laboratori.

Progettato e costruito negli anni 70 ha, come la maggior parte degli edifici realizzati nello stesso periodo, elevati livelli di consumo energetico che nell'ultimo anno sono stati di 78'262 mc di metano per una spesa di circa 50'000 euro.

Ciò è soprattutto dovuto alla rilevante percentuale di superfici vetrate che suggeriscono alla fantasia l'immagine di una "scuola sottovetro".

2. STATO ATTUALE

L'edificio che ospita le scuole medie B. Guidobono è stato progettato nel 1970 dall'ingegnere capo del Comune di Savona Lombezzini e realizzato negli anni successivi dalla Cooperativa Edile Savonese.

Ultimato nel 1977, è stato collaudato nel 1982. E' composto da tre corpi di fabbrica posti ad "U".

Il corpo centrale si sviluppa su 4 livelli; si affaccia sul cortile d'ingresso a sud-ovest e sul cortile centrale a nord-est.

Il corpo a sud ha uno spazio porticato a pilotis al livello inferiore e due livelli superiori; le finestre delle aule affacciano sul lato sud-est, sull'altro fronte è sistemato il corridoio.

Il corpo a nord ha uno spazio porticato a pilotis al livello inferiore e due livelli superiori; le finestre delle aule affacciano sul lato sud-est, sull'altro fronte è sistemato il corridoio.

La struttura dell'edificio è in calcestruzzo armato, con pilotis a sezione cruciforme variabile con l'altezza, pilastri, travi, solai in laterocemento con travetti gettati in opera e alleggerimento in volterrane.

Le pareti esterne di tamponamento sono realizzate in laterizi forati con intercapedine; i serramenti sono in alluminio con numerose tipologie differenti e cattivo stato di manutenzione.

I tamponamenti di parte del corpo centrale sono realizzati con pannelli tipo "Glasal", su intelaiatura in alluminio.

Le parti murarie esterne sono intonacate e tinteggiate.

La copertura a terrazza è attualmente accessibile dalle scale di sicurezza e dagli spazi distributivi del corpo centrale, recentemente è stata applicata a caldo una guaina bituminosa autoprotetta.

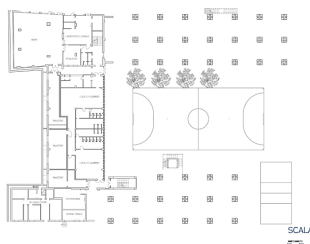


Figura 1 – Pianta del piano terra –

3. PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE

3.1. INSUFFLAGGIO, PARETE VENTILATA E PONTI TERMICI

Le pareti di tamponamento sono costruite con un foglio esterno di mattoni forati posti di piatto dello spessore di 12 cm e da un foglio interno di mattoni forati posti di coltello dello spessore di 8 cm, con un' intercapedine d'aria dello spessore di 15 cm, intonaco interno ed intonaco esterno.

La trasmittanza attuale è di 1.12 W/mqK.

Si prevede di insufflare all'interno delle intercapedini fiocchi di cellulosa ricavata da quotidiani con aggiunta di sali di boro. La scelta è dettata dal fatto che si tratta dell'isolante con il minor consumo di energia necessaria per la produzione (2800 MJ per 1000 kg).

Tale isolante è indicato per l'isolamento di pareti, solette, pavimenti e tetti. Elimina completamente la possibilità di fughe e giunti tra l'isolante e la struttura.

E' traspirante, costituisce barriera al fuoco, fornisce anche una buona coibentazione acustica.

Il prodotto è in grado di assorbire umidità per l'8 - 10% del peso con 50% di umidità relativa, il 16 - 18% del peso con 80% di umidità relativa per poi ricederla quando l'aria è secca. E' inattaccabile da topi, insetti e muffe ed è inodore.

L'insufflaggio viene eseguito attraverso fori del diametro di 65 mm eseguiti nella parte alta e nella parte bassa delle pareti. La densità del materiale è di circa 50 Kg /mc.

La trasmittanza della parete così trattata è pari a $U = 0,22$ W/mqK.



Figura 2 e 3 – Insufflaggio e Fiochi di cellulosa –

3.1.1. PARETE VENTILATA

I tamponamenti della facciata sud-ovest attualmente sono composti da serramenti modulari in alluminio ancorati alla struttura in acciaio, con una parte in vetro ad anta apribile ed una parte fissa cieca in pannelli tipo Glasal di colore blu.

Nel complesso, questo tipo di parete ha una trasmittanza che si può paragonare a quella del vetro singolo.

Per fini energetici si è dovuto pensare ad una soluzione diversa dalla precedente, ottenuta attraverso l'uso di due pannelli prefabbricati composti da una miscela di ossido di magnesio, carbonato di calcio, silicati naturali, fibre di vetro e legno di spessore 2 cm

con interposto materassino compatto di fibra di cellulosa dello spessore di 10 cm che consente di raggiungere una trasmittanza pari a $U = 0.33 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La superficie delle finestrate in progetto è leggermente inferiore a quella attuale e, comunque, sovrabbondante rispetto a quanto richiesto dalle normative. Questo per limitare ulteriormente le dispersioni termiche e per contenere il costo dei lavori, in considerazione della spesa elevata richiesta dalla sostituzione dei serramenti.

Una prima soluzione decorativa della facciata sud-ovest, potrebbe essere l'uso di pellicole per esterni decorative in poliestere. In questo modo si ottengono capacità riflettenti, di filtraggio e meccaniche dell'insieme vetro/pellicola, con incremento delle prestazioni di protezione dalle radiazioni solari (ultraviolette ed infrarosse) e di sicurezza.

Una seconda soluzione decorativa potrebbe essere la sovrapposizione di vetri serigrafati. Questa seconda ipotesi, anche se cara, è stata scelta per la maggior durata nel tempo. Nel caso in oggetto si ipotizza un disegno che richiama l'attività scolastica.

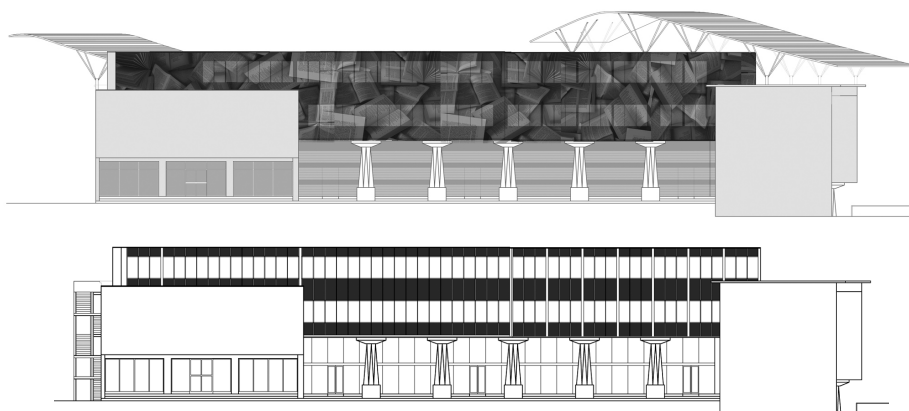


Figura 4 – Prospetto sud-ovest, confronto tra stato di progetto e stato di fatto –

3.1.2. PONTI TERMICI

In un edificio esistente necessariamente vengono mantenuti i ponti termici originari che non vengono eliminati con le opere di riqualificazione sulle grandi superfici.

E' necessario pertanto risolvere singolarmente ogni problema di dispersione.

Secondo la normativa ISO/FDIS 13789 del 2007 è stato calcolato il ponte termico relativo agli angoli delle murature e ai pilastri angolari in calcestruzzo armato.

Per la muratura ad angolo risulta 10.42 W sensibilmente << del ponte termico attuale pari a 53 W .

Il valore determinato tiene conto dei fiocchi di cellulosa insufflati nella camera d'aria; viene effettuata una successiva correzione per diminuire ulteriormente il valore, ponendo in opera dei pannelli di fibra di cellulosa rigidi in corrispondenza della parete interna.

Nel caso di pilastro d'angolo il valore del ponte termico è pari a 28.61 W sensibilmente << dei 63.17 W attuali. Anche in questo caso verrà posto in opera un pannello rigido di fibra di cellulosa ad angolo.

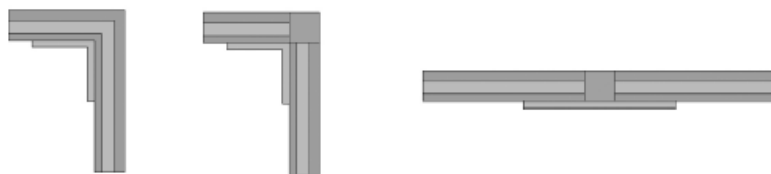


Figura 5 – Risoluzione dei ponti termici –

3.2. TAMPONAMENTO AL PIANO TERRA

3.2.1. PARETI

Si è previsto di tamponare il porticato con un materiale differente dai tamponamenti esistenti nel resto del complesso per non entrare in competizione con l'edificio preesistente. Nei prospetti si è voluta lasciare a vista la struttura dei pilastri rientrando di 90 cm dal bordo esterno superiore. Questa scelta ha comportato la progettazione del ponte termico che si viene a creare avendo una porzione di solaio scoperta. Lungo il perimetro dei nuovi locali è perciò stata pensata una coibentazione esterna con pannelli in fibra di legno tipo “Flytherm” di 8 cm di spessore che corregge il ponte termico. I pannelli, sommati al solaio in laterocemento, danno una trasmittanza complessiva di $U = 0,43$.

Il tamponamento del piano terreno viene realizzato con pareti multistrato in legno composte da una struttura orizzontale ed una struttura verticale ed uno strato di isolamento contenuto tra due elementi di rivestimento costituiti da tavolato in legno fissati al telaio. La coibentazione è garantita da pannelli in fibra di cellulosa. Tale sistema si presta bene alla prefabbricazione costituendo un risparmio in termini di tempo durante la posa in opera e il montaggio a secco facilitando inoltre l'eventuale smontaggio e le operazioni di manutenzione.

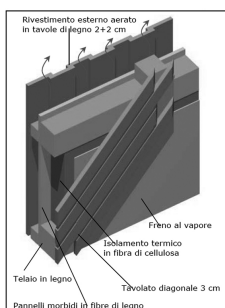


Figura 6 – Tipologia costruttiva dei tamponamenti –

Lo spessore dello strato termoisolante è di 16 cm; è opportuno scegliere i materiali di origine vegetale, animale e minerale escludendo i derivati del petrolio. Nel caso in esame si prevede l'utilizzo di pannelli morbidi in fibra di legno ed un foglio di carta oleata con funzione di freno al vapore sulla faccia interna. Il rivestimento esterno in legno deve essere ventilato e viene pertanto montato ad una distanza di 4 cm dal pannello isolante. L'illuminazione diurna dei locali a piano terra è ottenuta mediante l'inserimento di finestre a nastro che consentono di illuminare in modo omogeneo gli ambienti interni attraverso luce diffusa, limitando i raggi diretti.

3.2.2. SOLAIO CONTRO TERRA

Per la formazione dei nuovi locali a piano terra si prevede la realizzazione di un nuovo piano di calpestio, mediante uno scavo della profondità di circa 50 cm, la posa in opera di uno strato di calcestruzzo magro armato con una rete elettrosaldata, sul quale appoggiare casseforme a cupola, getto di completamento in calcestruzzo leggermente armato.

Il solaio dell'area esistente già chiusa resterà, invece, inalterato.

3.2.3. GEOTERMICO

Vista la tipologia delle opere progettate, l'integrazione dell'impianto di riscaldamento sarà ottenuta con pannelli radianti a pavimento abbinati all'utilizzo di pozzi geotermici e pompa di calore.

Il dimensionamento dell'impianto è ottenuto come segue.

Il fabbisogno energetico della nuova porzione di edificio equivale alla potenza richiesta pari a $P_t = 30,3 \text{ KW}$.

L'area considerata si trova ai limiti della pianura alluvionale del fiume Letimbro, in corrispondenza della testata della dorsale della Rocca di Legino.

Si prevede di eseguire le sonde geotermiche in corrispondenza del lato ovest del cortile, ad una distanza l'una dall'altra di 10 m per evitare l'interferenza dei coni termici. Il terreno interessato è costituito da uno strato superficiale di alluvione sciolta satura con una resa presumibile di 40 W/m e da uno strato profondo di gneiss cristallino precarbonifero con una resa presumibile di 60 W/m. Si prevede in prima approssimazione di realizzare due sonde geotermiche della profondità di 100 m con una resa complessiva pari a 11.2 KW.

Il principale riferimento per il dimensionamento di impianti di potenza termica inferiore o uguale a 30 KW è rappresentato dalle normative tedesche VDI 4640 con le seguenti condizioni al contorno:

- profondità della sonda compresa tra 40 e 100 m;
- minima distanza tra le sonde di 6 m per profondità tra 50 e 100 m.

Il dimensionamento della pompa di calore si basa sulla potenza media e non su quella di picco richiesta P_t , perchè i costi dell'intervento geotermico sono alti e si preferisce sopperire alla richiesta sporadica di potenza di picco per mezzo di un serbatoio d'accumulo.

$P_{media} = P_t \times (T_m / T)$ dove $T_m = 1481/166 = 8.92 \text{ }^\circ\text{C}$

$P_{media} = 30 \times (8.92/20) = 13.38 \text{ KW}$, approssimato a 13.5 KW

Considerando che in media le pompe di calore hanno un rendimento pari a $COP = 4-4.5$, si assume un valore di $COP = 4.5$

Il calcolo della potenza scambiata a terreno è uguale a:

$P_{ev} = ((COP-1)/COP) \times P_{media} = ((4.5-1)/4.5) \times 13.5 = 10.5 \text{ KW} = 10'500 \text{ W}$

perciò due fori da 100 metri, come da progetto, verificano le condizioni.

3.3. TETTO VERDE

Nel progetto si prevede una copertura verde, poiché i tetti verdi offrono ulteriori superfici fruibili, poiché la vegetazione protegge l'impermeabilizzazione del tetto dal caldo, dal freddo e in genere dagli agenti atmosferici quali il ghiaccio, il vento e la grandine. Aumentano inoltre la durata dell'impermeabilizzazione.

Il tetto verde trattiene oltre il 50% delle precipitazioni annuali decongestionando le canalizzazioni di scarico delle acque bianche soprattutto nel caso di precipitazioni intense e di breve durata. Con il tetto verde inoltre si contribuisce al miglioramento del microclima della città.

La vegetazione sul tetto funge da coibente. Il processo di evaporazione permette nei momenti di grande caldo di ridurre la temperatura negli ambienti sottostanti.

Si prevede di realizzare sulla maggior parte della superficie una copertura a verde estensivo, con forme di verde simili alla vegetazione spontanea e specie vegetali che richiedono una bassa struttura di stratificazione e minima cura di manutenzione e quindi contenute spese. Richiedono inoltre minimi requisiti di statica poiché lo spessore dello strato di terreno è di 6 cm.

Si prevedono aree di verde intensivo leggero, con uno spessore dello strato di terreno di 16 cm, nelle aree centrali e laterali delle terrazze, in corrispondenza dei pilastri e delle travi principali, per contenere i problemi collegati all'aumento di carico. In tali spazi sarà possibile porre a dimora specie vegetali più complesse per effettuare esercitazioni didattiche ed osservazioni di scienze.

A partire dalla superficie impermeabilizzata esistente vengono posti in opera uno strato isolante di 6 cm, uno strato protettivo dell'impermeabilizzazione, un manto di protezione delle radici, uno strato drenante in materiali plastici riciclati, una stuoia filtrante ed un substrato a base di argilla espansa, miscele organiche fertilizzanti, sabbia e frammenti di laterizio.

La trasmittanza della copertura, con l'aggiunta del tetto verde, diventa: $U = 0.40 \text{ W/mqK}$.

3.4. INFISSI

I serramenti attualmente in opera in alluminio anodizzato con vetro semplice da 5 mm, non danno sufficiente isolamento e costituiscono inoltre pericolo ai fini della sicurezza.

Si prevede pertanto la totale sostituzione dei serramenti riducendo il numero delle tipologie, da 29 a 5.

I serramenti adottati sono in pvc a taglio termico, di colore bianco, con vetrocamera degli spessori di 6/7 - 14 - 6/7 mm con pellicola interna ed esterna da 0.38 mm come previsto dalla normativa vigente per gli edifici scolastici.

Per la palestra si adotta un analogo serramento in pvc con vetrocamera degli spessori 8/9 - 12 - 8/9 mm e pellicola interna ed esterna di 0.76 mm antisfondamento.

La trasmittanza di tali serramenti è pari a 1.2 W/mqK per i primi e pari a 1.1 W/mqK per i secondi.

3.5. FOTVOLTAICO

3.5.1. LA FACCIATA FV

La maggior parte delle pareti esposte a sud è schermata da cortine vegetali composte da alberi a latifoglie di alto fusto che agiscono efficacemente per ombreggiare le aule durante la stagione estiva.

La parte terminale della facciata esposta a sud del corpo lato giardini è libera da schermature; si ipotizza pertanto di porre in opera su di essa una parete ventilata, costituita da pannelli composti da due strati di vetro (5mm vetro Float e 8mm vetro temprato) con interposta una pellicola di silicio amorfo a film sottile trasparente.

La struttura del pannello consente l'applicazione in facciata di edifici in sostituzione di vetrate con il duplice vantaggio di produrre energia fotovoltaica e nello stesso tempo creare uno schermo trasparente in grado di bloccare i raggi UV ed il calore.

I moduli amorfi garantiscono la loro efficienza anche in condizioni di scarsa illuminazione, di cielo nuvoloso ed in tutte quelle condizioni in cui la luce diffusa è dominante rispetto alla componente diretta dell'irraggiamento.

E' stato effettuato tramite il sito www.solaritaly.enea.it il calcolo della radiazione solare globale.

Media quinquennale mensile su superficie inclinata di 90° sul piano orizzontale e di 16° di Azimut.

Energia prodotta = $138 \times 0,044 \times 0,8 \times 2,72 \times 365 = 4'822,6$ KWhel.

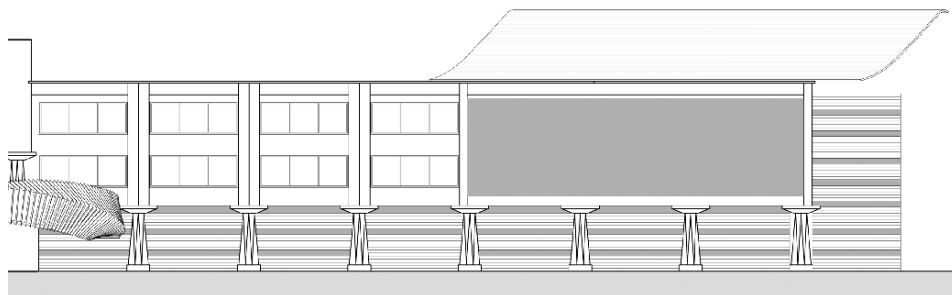


Figura 7 – Particolare, facciata fotovoltaica –

3.5.2. IL TETTO FV

L'edificio è orientato con un'inclinazione di 16 gradi sull'asse est-ovest. La copertura è piana e quindi il posizionamento dei pannelli solari rispetto alle due direzioni principali delle facciate non può essere ottimale. Si sceglie pertanto di orientare i pannelli fotovoltaici perpendicolarmente alla direzione nord-sud e di porli in opera su di una struttura indipendente dalla copertura attuale per la quale si è studiata una forma che possa essere inserita in modo esteticamente accettabile nel complesso dell'edificio.

L'inclinazione ottimale dei pannelli è di 35° rispetto al piano orizzontale ma tale inclinazione avrebbe portato ad una falda unica molto alta e impattante e soggetta all'azione dei venti principali provenienti dalla valle del Letimbro. Il posizionare più file di pannelli direttamente sulla copertura non avrebbe garantito un buon inserimento.

Sono state progettate pertanto due strutture in acciaio con pilastri ad albero appoggiati sulla copertura in coincidenza dei pilastri ai piani sottostanti. Tale struttura sostiene un reticolo che congiunge le diagonali dei pilastri, a formare dei rombi, che seguono la curvatura della struttura e fungono da irrigidimento per i pannelli fotovoltaici.

E' stato scelto di utilizzare moduli flessibili in silicio amorfo per il buon rendimento anche in condizioni di cielo nuvoloso, per la durata e per la scarsa manutenzione richiesta.

I moduli, larghi 53 cm e lunghi 550 cm, verranno posti in opera orizzontalmente senza interruzione per tutta la lunghezza della struttura; ogni 3 moduli orizzontali verrà lasciato uno spazio della larghezza di 50 cm per limitare il carico del vento.

E' stato effettuato tramite il sito www.solaritaly.enea.it il calcolo della radiazione solare globale.

Media quinquennale mensile su superficie inclinata di 15° sul piano orizzontale e di 0° di Azimut.

Energia prodotta = $265 \times 0,136 \times 0,8 \times 4,1 \times 365 = 43'147,1$ KWhel

Sarebbe possibile inoltre usare i pannelli fotovoltaici in silicio policristallino che con la stessa quantità di moduli produrrebbe 47.58 KWhel.

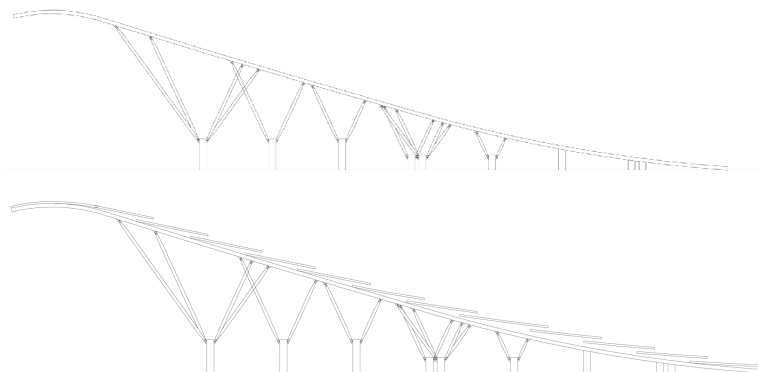


Figura 8 – Confronto tra la struttura per pannelli in silicio amorfo e la struttura per pannelli in silicio policristallino –

3.6. PRIMA E DOPO- CONFRONTO DELLE TRASMITTANZE

Tabella I - Confronto delle trasmittanze di ogni componente strutturale tra lo stato di fatto, lo stato di progetto e la normativa relativa al 2010 –

Componenti	Valori U [W/m ² K]		
	Attuale	Progetto	Limite di Legge al 2010
<i>Strutture opache verticali</i>			
Muri perimetrali	1,12	0,22	0,468
Tamponamento prospetto sud-ovest	5,82	0,33	0,468
<i>Strutture opache orizzontali</i>			
Solaio su terreno	1,98	1,98	0,468
Solaio su Pilotis	1,68	0,43	0,468
Copertura	1,84	0,40	0,416
<i>Serramenti</i>			
Chiusure trasparenti	5,82	1,20	3,120
Vetri	5,80		2,470
<i>Tamponamento del porticato</i>			
Strutture opache verticali	assente	0,30	0,468
Strutture opache orizzontali	assente	0,26	0,429

4. CERTIFICAZIONE ENERGETICA DELLA REGIONE LIGURIA

4.1. STATO DI FATTO E STATO DI PROGETTO IN SAVONA (vedi figura 9)

4.2. STATO DI PROGETTO IN UNA LOCALITA' LOMBARDA CON GG2679

Il programma di certificazione energetica CENED della regione Lombardia prevede l'applicazione per le sole località regionali. Pertanto, ai fini del confronto fra le due procedure ligure e lombarda si è ipotizzati di trasferire la scuola oggetto del presente studio in una località lombarda con GG 2679. In tale situazione climatica la nuova certificazione energetica ligure diventa come in figura 10.

5. CERTIFICATO ENERGETICO DELLO STATO DI PROGETTO. REGIONE LOMBARDA, GG 2679

L'intervento di riqualificazione comporta per lo stesso stabile l'uso di due distinti sistemi di riscaldamento:

l'impianto di riscaldamento a caldaia a metano costituito da due caldaie della potenzialità al focolare rispettivamente di 770 KW (modello Biklim PR i-H) e di 754

KW (modello Carbofuel TRP AR 500), l'una di riserva all'altra in caso di eventuale malfunzionamento; l'impianto geotermico a servizio della sola parte a pilotis di nuova confinazione. Pertanto, nella procedura CENED occorre distinguere le due porzioni di fabbricato, definendo per cadauna il singolo certificato e sommare i rispettivi risultati per avere la classe dell'intero edificio. Inoltre, per tener conto dell'intero contributo del fotovoltaico si è considerato l'impianto della facciata nella prima unità e quello della copertura nella seconda.

5.1. CERTIFICATO ENERGETICO DEI LOCALI RISCALDATI DA CALDAIA A METANO (vedi figura 11)

5.2. CERTIFICATO ENERGETICO DEI LOCALI RISCALDATI ATTRAVERSO LA GEOTERMIA (vedi figura 12)

Sommando i risultati dei due certificati energetici, dotati di impianto di riscaldamento differente, si ottiene un risultato di 50 Kwh/m³a che corrisponde alla classe energetica E.

NOMENCLATURA

U Trasmittanza [W/m²K]

BIBLIOGRAFIA

- Associazione Nazionale per l'isolamento termico e acustico. <http://www.anit.it/>
Atlante italiano della radiazione solare. <http://www.solaritaly.enea.it/>
Basta S., Minchio F., 2008. "Geotermia e pompe di calore, guida pratica agli impianti geotermici di climatizzazione". Geotermia.org, maggio 2008.
Cabrini F., Ricci D., 1993. "Progetti ecologici di architettura". Oikos bioedilizia, 1993.
Casa Clima. <http://www.casaclima.info/>
Comune di Savona. <http://www.comune.savona.it/>
Dati climatici e geografici. <http://www.comuni-italiani.it/>
De Eccher A., Marchigiani E., Marin A., "Riqualificare la città con gli abitanti". Edicom, 2005.
Ecopanelli da costruzione. <http://www.ecopannelli.it/>
Ente per le nuove tecnologia, l'energia e l'ambiente. <http://www.enea.it/>
Materiali naturali per l'edilizia. <http://www.lacasaditerra.com/>
Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. "Prezziario regionale, Opere edili". Unioncamere Liguria, 2007.
Naturalmente casa. <http://www.naturalmentecasa.it/>
Oleotto E., 2006. "Edifici scolastici ecocompatibili, progetti per una scuola sostenibile". Edicom, 2006.

*La riqualificazione di un edificio scolastico. Una scuola sottotetto:
Liguria e Lombardia due regioni a confronto*

CERTIFICATO ENERGETICO Regione Liguria

Gradi giorno	1481	GG
Volume lordo	27686,21	m ³
Superficie lorda disperdente	9304	
Superficie utile netta	6620,1	m ²
Potenza apporti gratuiti f_{nt}	4	W/m ²
Numero ore/giorno occupazione	8	h/g
Coeff. Dispers. $H_z=HT+HV$	6533,99	W/°C
Rend. globale stagion. η_g	0,75	-

Dati per ACS in Regione Liguria

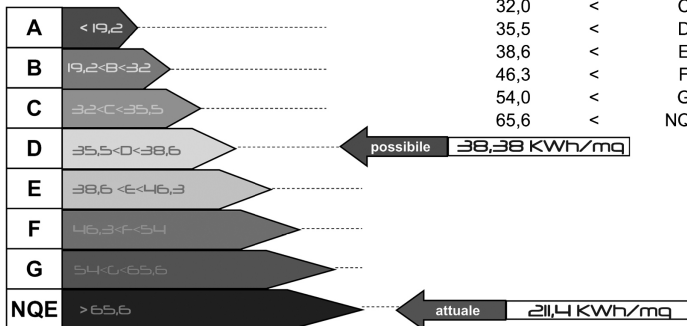
N (gg/a)	166	gg/a
Vs	300	l/m ² a
Rendimenti impianto ACS		
Produzione	0,33	
Distribuzione	0,97	
Regolazione	0,98	
Rendimento ACS	0,31	

Dati per certificato

Energia utile Eu	836079	MJ
Energia apporti gratuiti E_{nt}	126597,5	MJ
Energia ACS E_w	207838	MJ
Energia primaria Ep	1608517	MJ
Efficienza impianto e	0,57	-
Emissioni di CO2	40,81	t/anno

25,0	kWh/m ²
3,8	kWh/m ²
6,2	kWh/m ²
48,0	kWh/m ²
11,43	Kwh/mc

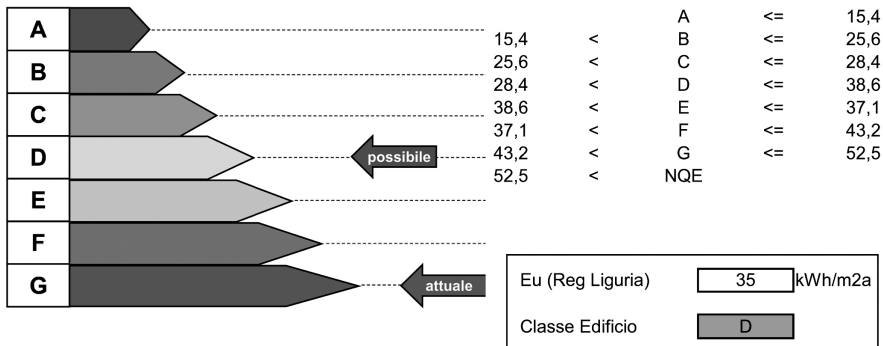
Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale



Classi energetiche Regione Liguria

19,2	<	A	<=	19,2
32,0	<	B	<=	32,0
35,5	<	C	<=	35,5
38,6	<	D	<=	38,6
46,3	<	E	<=	46,3
54,0	<	F	<=	54,0
65,6	<	G	<=	65,6
		NQE		

Dispersioni energetiche involucro



Classi energetiche Regione Liguria

15,4	<	A	<=	15,4
25,6	<	B	<=	25,6
28,4	<	C	<=	28,4
38,6	<	D	<=	38,6
37,1	<	E	<=	37,1
43,2	<	F	<=	43,2
52,5	<	G	<=	52,5
		NQE		

Figura 9 – Stato di fatto e stato di progetto in Savona –

La riqualificazione di un edificio scolastico. Una scuola sottotetto:
Liguria e Lombardia due regioni a confronto

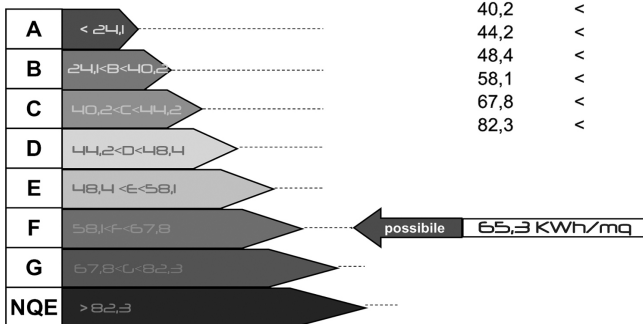
CERTIFICATO ENERGETICO Regione Liguria

Gradi giorno	2679	GG	Dati per ACS in Regione Liguria	
Volume lordo	27686,21	m ³	N (gg/a)	166
Superficie lorda disperdente	9304		Vs	300
Superficie utile netta	6620,1	m ²	Rendimenti impianto ACS	
Potenza apporti gratuiti f _{int}	4	W/m ²	Produzione	0,33
Numero ore/giorno occupazione	8	h/g	Distribuzione	0,97
			Regolazione	0,98
Coeff. Dispers. H _z =HT+HV	6533,99	W/°C	Rendimento ACS	0,31
Rend. globale stagion. η _g	0,75	-		

Dati per certificato

Energia utile Eu	1512394	MJ	45,2	kWh/m ²	
Energia apporti gratuiti E _{int}	126597,5	MJ	3,8	kWh/m ²	
Energia ACS E _w	207838	MJ	6,2	kWh/m ²	
Energia primaria Ep	2510270	MJ	74,9	kWh/m ²	17,84 Kwh/mc
Efficienza impianto e	0,63	-			
Emissioni di CO ₂	67,82	t/anno			

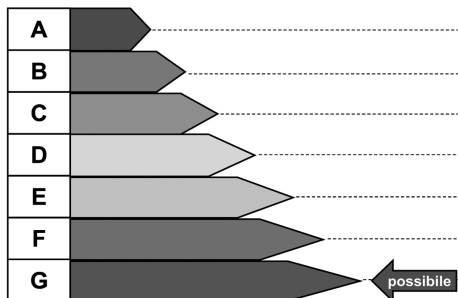
Fabbisogno specifico di energia primaria per la climatizzazione invernale



Classi energetiche Regione Liguria

24,1	<	A	<=	24,1
40,2	<	B	<=	40,2
44,2	<	C	<=	44,2
48,4	<	D	<=	48,4
58,1	<	E	<=	58,1
67,8	<	F	<=	67,8
82,3	<	G	<=	82,3
		NQE		

Dispersioni energetiche involucro



Classi energetiche Regione Liguria

19,3	<	A	<=	19,3
32,1	<	B	<=	32,1
35,3	<	C	<=	35,3
48,4	<	D	<=	48,4
46,5	<	E	<=	46,5
54,2	<	F	<=	54,2
65,8	<	G	<=	65,8
		NQE		

Eu (Reg Liguria)	63	kWh/m2a
Classe Edificio	G	

Figura 10 – Stato di fatto in una località lombarda con GG2679 –

La riqualificazione di un edificio scolastico. Una scuola sottotetto:
Liguria e Lombardia due regioni a confronto

punti energia



ATTESTATO DI
CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CENED Versione 1.08.05.15

Prof. --
Validità fino al

ATTESTATO DI
CERTIFICAZIONE ENERGETICA

CENED
certificazione energetica degli edifici

Specifiche dell'immobile

Comune: **Albavilla (Como)**
Indirizzo: **Via Niccolò Macchiavelli2**
Foglio - particella - sub.: **Foglio ; Part. ; Sub.**
Nome intestatario:
Oggetto dell'intervento:
Destinazione d'uso: **E.7**
Anno di costruzione: **1977**
Progettista: **Ing. Capo Lombezz**
Direttore Lavori: **Ing. Capo Lombezz**
Costruttore: **Cooperativa edile savonese**
Soggetto certificatore (n.): **(1)**

Dati generali

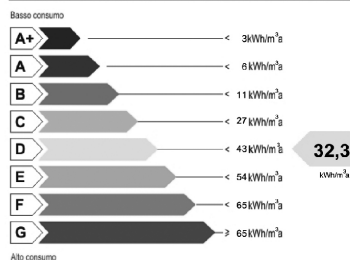
Zona climatica: **E**
Gradi Giorno: **2679**

Volume lordo riscaldato: **23265,81** m³
Superficie utile riscaldata: **5653,9** m²
Trasmittanza media involucro: **0,26** W/m²K
Trasmittanza media copertura: **0,4** W/m²K
Trasmittanza media basamento: **1,98** W/m²K
Trasmittanza media serramenti: **1,14** W/m²K
Tipologia impianto riscaldamento: **Gen. multistadio/modulante**
Vettore energetico: **Metano**

Principali indicatori di prestazione energetica

Fabbisogno specifico di energia primaria (climatizzazione invernale) - EP_w: **32,3** kWh/m³
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione invernale) - E_w: **25,8** kWh/m³
Fabbisogno energetico specifico dell'involucro (climatizzazione estiva) - E_c: **32,3** kWh/m³
Fabbisogno specifico di energia primaria (acqua calda sanitaria) - EP_w: **4,6** kWh/m³
Fabbisogno energetico specifico totale per usi termici (riscaldamento e acqua calda) - EP_t: **36,9** kWh/m³
Contributo energetico specifico da fonti rinnovabili - E_{FER}: **2,4** kWh/m³

Classe energetica zona climatica



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



Possibili interventi migliorativi del sistema edificio-impianto

Sistema	Intervento	Priorità dell'intervento		
		bassa	media	alta
Edificio	Coibentazione delle strutture opache verticali			
	Coibentazione delle strutture piane o inclinate di copertura			
	Coibentazione delle strutture orizzontali di interpiano			
	Miglioramento delle prestazioni dei componenti trasparenti			
Impianto	Sostituzione del generatore di calore			
	Adeguamento del sistema di distribuzione			
	Adeguamento del sistema di regolazione			
	Installazione impianto solare termico			

Note

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. VIII/5018 del 26 giugno 2007 e s.m.i.

Comune di Albavilla

Soggetto Certificatore



Punti Energia Scarl
Tel. 02 4548 7126 - Fax 02 3658 6040
e-mail: info@cened.it
web: www.cened.it



*La riqualificazione di un edificio scolastico. Una scuola sottovetro:
Liguria e Lombardia due regioni a confronto*

Figura 11 – Certificato energetico dei locali riscaldati da caldaia a metano –

La riqualificazione di un edificio scolastico. Una scuola sottotetto:
Liguria e Lombardia due regioni a confronto

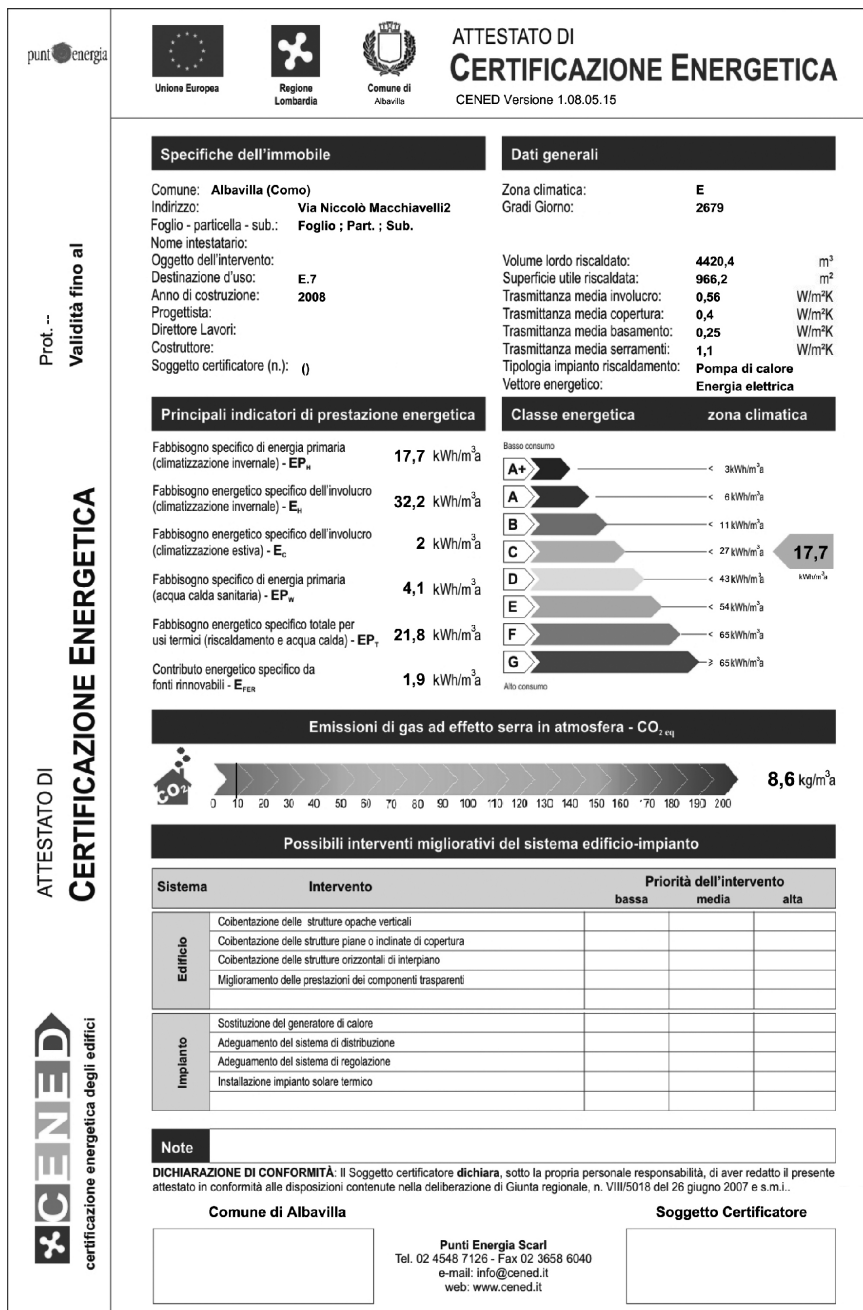


Figura 12 – Certificato energetico dei locali riscaldati attraverso la geotermia –