

PROGETTAZIONE INTERVENTI



SAIC Ingegneri Associati
 Salita Pollaiuoli, 15/1
 16123 Genova (GE)
 Ing. Emiliano Bronzino



CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
 DIREZIONE SVILUPPO ECONOMICO E SOCIALE
 SERVIZIO EDILIZIA

EDIFICIO - ATTIVITA':
 Via Trento e Trieste, 87C BORGO FORNARI - GENOVA
 LEVI PRIMO

CODICE	
EDIFICIO	ATTIVITA'
SIGE 13	A

OGGETTO DELLA TAVOLA:
 Relazione specialistica opere edili

N° TAVOLA	
001	
SCALA	-
DATA	09/2019
RIF. FILE ANAGEDIL:	

CODIFICA ELABORATO

NOME FILE

Argomento	Progressivo	Revisione	Codice documento	NOME FILE
A - R	001	00	A - R - 001 - 00	A-R-001-00

REDATTO DA: ING. EMILIANO BRONZINO	VERIFICATO DA: ING. FEDERICO VALSUANI	APPROVATO DA: ING. EMILIANO BRONZINO	
	DATA VERIFICA 26/09/2019	DATA APPROVAZIONE 26/09/2019	



Città Metropolitana
di Genova

Direzione Sviluppo Economico e Sociale

Servizio Edilizia

RELAZIONE SPECIALISTICA OPERE EDILI
Plesso scolastico Primo Levi Corso Trento e Trieste 87c
Borgo Fornari – Ronco Scrivia (GE)



Genova, 26/09/2019

I tecnici:



dott. ing. Emiliano Bronzino

via Ceccardi 3/1 - 16121 Genova - cell. 3498719133

email emiliano.bronzino@saicingegneria.it

Esperto in Gestione dell'Energia - Settore INDUSTRIALE, numero di certificato EGE0011, emesso dall'Organismo Accreditato Bureau Veritas Italia S.p.A. il 30/11/2015



dott. ing. Federico Valsuani

via Ceccardi 3/1 - 16121 Genova - cell. 3939172894

email federico.valsuani@saicingegneria.it

Esperto in Gestione dell'Energia - Settore CIVILE, numero di certificato EGE0015, emesso dall'Organismo Accreditato Bureau Veritas Italia S.p.A. il 30/11/2015

INDICE

1	Premessa	3
2	Stato di fatto.....	5
2.1	Involucro edilizio	5
2.2	Impianto Termico	5
2.3	Impianto di illuminazione	6
3	Modellazione del sistema edificio impianto	6
4	Interventi di riqualificazione a progetto.....	9
4.1	Sistema a cappotto	9
4.1.1	Stato attuale chiusure perimetrali	9
4.1.2	Soluzione proposta.....	9
4.1.2.1	Scheda tecnica del pannello isolante.....	9
	Il sistema a cappotto	10
4.2	Coibentazione della copertura a falde.....	16
4.2.1	Stato attuale della copertura a falde	16
4.2.1.1	Soluzione proposta.....	17
4.2.1.2	Scheda tecnica del pannello isolante.....	17
	Modalità di posa.....	17
	Finitura.....	18
	Interferenze e raccordi	19
4.3	Coibentazione del terrazzo.....	20
4.3.1	Stato attuale della copertura piana	20
4.3.2	Soluzione proposta.....	20
4.3.2.1	Scheda tecnica del pannello isolante.....	20
	Modalità di posa.....	20
	Finitura.....	21
	Interferenze e raccordi	22
4.4	Coibentazione del pavimento della palestra.....	23
4.4.1	Stato attuale del pavimento	23
4.4.2	Soluzione proposta.....	23
4.4.2.1	Scheda tecnica del pannello isolante.....	23
	Modalità di posa.....	24
	Finitura.....	25
	Interferenze e raccordi	25
4.5	Sostituzione degli infissi	26
4.5.1	Stato attuale dei serramenti esistenti	26
4.5.2	Soluzione proposta.....	27
4.5.2.1	Modalità di posa.....	29

1 Premessa

La presente relazione specialistica riferisce a riguardo degli interventi di efficientamento energetico da effettuare sull'involucro edilizio del Plesso scolastico Primo Levi a Borgo Fornari – Ronco Scrivia (GE) e in particolare sull'edificio ospitante i laboratori e la palestra.

Il Plesso scolastico Primo Levi a Borgo Fornari – Ronco Scrivia (GE) è sito nel centro cittadino in Corso Trento e Trieste 87c ed è costituito da due distinti corpi di fabbrica. Il primo, risulta vincolato ed è realizzato con un'elegante struttura con pareti in pietra a vista. L'immobile si sviluppa su cinque livelli dal piano semi-interrato al piano terzo. Il secondo, realizzato in epoca successiva, è invece realizzato con struttura mista con pilastri, travi e tamponamenti con pareti a cassa vuota. L'edificio si sviluppa su quattro livelli dal piano terra al terzo e non presenta alcun vincolo.

Il primo edificio ospita la segreteria e le principali aule didattiche utilizzate durante le lezioni per una superficie utile riscaldata di circa 1046 m² e un volume netto di 3537 m³.

Nel secondo trovano collocazione la palestra, gli spogliatoi annessi e alcuni laboratori didattici per le materie scientifiche e di informatica. La superficie utile riscaldata è pari a circa 791 m², mentre il volume netto ammonta a 2613 m³.

L'intero complesso dispone così di una superficie utile riscaldata pari a circa 1837 m², con un volume netto di 6150 m³.

Nell'immagine sottostante la struttura è identificata all'interno di vista satellitare.



Figura 1.1: Vista Satellitare del plesso scolastico

Proprio per la presenza di vincoli architettonici e la volontà di raggiungere prestazioni energetiche di eccellenza, con l'obiettivo di ottenere un edificio a energia quasi zero, si è limitato l'intervento al corpo di fabbrica in cui sono ospitati i laboratori e la palestra. Di seguito pertanto si farà riferimento soltanto a questo. L'altro edificio gioverà comunque del nuovo sottosistema di generazione dal momento che la centrale termica è condivisa e attualmente insediata in adiacenza alla palestra.

Gli interventi di riqualificazione energetica dell'involucro edilizio:

- isolamento delle pareti perimetrali tramite sistema a cappotto dello spessore di 10 cm
- isolamento della copertura tramite coibentazione del tetto a falde per uno spessore di 14 cm
- isolamento della copertura tramite coibentazione del soffitto sotto terrazzo per uno spessore di 10 cm
- isolamento del pavimento della palestra tramite posa di coibente per uno spessore di 10 cm

- sostituzione degli infissi esistenti tramite serramenti in alluminio taglio termico e vetri basso-emissivi.



Figura 1.2: Prospetto principale della scuola

2 Stato di fatto

2.1 Involucro edilizio

L'edificio oggetto di intervento si sviluppa su quattro livelli fuori terra all'interno dei quali sono ospitate essenzialmente: la palestra, lo spogliatoio, i laboratori di elettrotecnica, elettronica, informatica e telecomunicazioni, i servizi igienici e alcuni locali di supporto, tra cui la centrale termica.

Le strutture verticali sono miste con pilastri e travi in cemento armato e pareti a cassa vuota di vario spessore, tipiche dell'epoca di edificazione. Le strutture orizzontali sono realizzate con solai in laterocemento. La copertura a falda è stata realizzata con struttura lignea e presenta nella sua composizione uno strato coibente di basso spessore, non allineato ai recenti standard costruttivi.

I serramenti sono in buona parte realizzati con telaio in alluminio e vetrocamera, non raggiungendo comunque le prestazioni richieste dagli attuali standard costruttivi.

La struttura è dotata di ascensore per il superamento delle barriere architettoniche.

L'edificio non risulta vincolato.

Per il dettaglio delle stratigrafie dei paramenti murari si rimanda all'audit energetico e alla relazione di calcolo ad esso allegata.

2.2 Impianto Termico

L'impianto termico, comune ai due edifici, provvede al riscaldamento degli stessi e alla produzione di acqua calda sanitaria. La centrale termica è ubicata in apposito locale tecnico nell'edificio secondario, oggetto di riqualificazione. Nel locale è presente un generatore di calore ad alto rendimento, di produzione Sant'Andrea, modello G Tre 35, avente potenza termica utile pari a 400 kW e potenza termica nominale pari a 432 kW. Al generatore di calore è abbinato un bruciatore a gas di produzione Sant'Andrea, modello OSA 58/2G, di tipo bistadio, caratterizzato da una potenza elettrica pari a 2800 W.

Nella centrale sono inoltre presenti le pompe di circolazione, costituite essenzialmente da:

- pompe primario riscaldamento edificio principale: due elettropompe Dab, modello KLM 65/600 T, aventi portata massima pari a 17,4 m³/h e prevalenza di 3,8 m. La potenza elettrica è pari a 360 W.
- pompe primario riscaldamento edificio palestra: due circolatori Dab, modello BPH 60/280.50T, aventi potenza elettrica pari a 589 W.
- pompe primario produzione acqua calda sanitaria edificio palestra: una elettropompa Grundfos, modello UPT 40-60, avente portata massima pari a 10,0 m³/h e prevalenza di 4,4 m. La potenza elettrica è pari a 360 W. Una elettropompa Grundfos modello UP 40-60/2, avente portata massima pari a 9,7 m³/h e prevalenza di 4,6 m.
- pompe ricircolo acqua calda sanitaria edificio palestra: un circolatore Grundfos, modello UPS 25-80, avente potenza elettrica pari a 165 W. Un circolatore Salmson, modello NSB, avente potenza elettrica pari a 114 W.

La regolazione sul circuito riscaldamento destinato all'edificio palestra è climatica grazie ad una valvola miscelatrice a tre vie Siemens.

Nella sottostazione termica, ubicata nell'edificio principale, al piano seminterrato, trovano sistemazione il collettore di distribuzione per la separazione del fluido termovettore tra il servizio riscaldamento e per la produzione di acqua calda sanitaria. E' presente un separatore idraulico posto sull'arrivo dalla centrale termica. La produzione di acqua calda sanitaria è garantita attraverso uno scambiatore di calore di produzione STB, modello SRS3A.

Nella sottostazione termica sono inoltre presenti le pompe di circolazione, costituite essenzialmente da:

- pompe primario riscaldamento edificio: due circolatori Dab, modello DPH 60/280.50T, aventi potenza elettrica pari a 589 W.
- pompa primario produzione acqua calda sanitaria: un circolatore Grundfos, modello UPS 32-80, avente potenza elettrica pari a 245 W.
- pompa ricircolo acqua calda sanitaria: un circolatore Grundfos, avente potenza elettrica pari a circa 165 W.

La regolazione sul circuito riscaldamento dell'edificio principale è climatica grazie ad una valvola miscelatrice a tre vie Controlli.

Per entrambi gli edifici sono inoltre presenti due piccoli gruppi di suppressione per l'adduzione idrica.

2.3 Impianto di illuminazione

Allo stato attuale l'edificio oggetto di intervento è dotato di armature e corpi illuminanti tradizionali. Non sono presenti sistemi di illuminazione del tipo a Led. In particolare il sistema prevalentemente impiegato, data la destinazione d'uso, è costituito da plafoniere a tubi fluorescenti.

Nella palestra sono presenti proiettori alogeni.

In particolare si contano circa:

- otto corpi illuminanti alogeni, aventi potenza elettrica di circa 400 W/cad;
- settantadue corpi illuminanti fluorescenti lineari, nelle tipologie 1x18, 1x30, 1x36, 2x18, 2x36, aventi potenza elettrica totale pari a 4.092 W.

3 Modellazione del sistema edificio impianto

Nella fase preliminare della progettazione, al fine di valutare la tipologia di interventi applicabili alla struttura e stimare il risparmio energetico conseguibile, è stato realizzato, tramite l'utilizzo di un software commerciale certificato dal CTI, un modello termofisico del sistema edificio-impianto. Di seguito è riportata l'immagine tridimensionale degli edifici oggetto di indagine. Grazie al programma sono stati individuati i fabbisogni termici dell'edificio prima e dopo dell'intervento determinando il dimensionamento di massima dei generatori di calore. Per il dettaglio dei calcoli si rimanda alla relazione di Audit e all'allegato di calcolo.

Al fine di ridurre in maniera consistente il fabbisogno energetico per il riscaldamento e migliorare nel contempo il comfort termico interno si prevede di effettuare la coibentazione: delle pareti verticali opache, del solaio controterra, dei solai sotto i terrazzi e della copertura a falde. Questi interventi risultano particolarmente indicati per la stabilizzazione delle condizioni termo-igrometriche e per la riduzione della trasmittanza termica dell'involucro dell'intero edificio in oggetto. L'adozione di queste soluzioni riveste un ruolo centrale all'interno dell'intervento complessivo di efficientamento energetico dell'edificio. In generale, è bene limitare a monte le dispersioni di calore attraverso l'involucro edilizio per ottenere il maggior giovamento e effetto utile da un qualsiasi altro intervento di efficientamento energetico tra cui anche la sostituzione del generatore di calore con un impianto termico ad elevata efficienza che comporta un notevole risparmio di energia.

Per migliorare la trasmittanza di ogni singolo elemento dell'edificio, si prevede in aggiunta la sostituzione degli attuali serramenti caratterizzati da prestazioni energetiche discrete, grazie alla presenza di vecchi infissi ad alluminio e vetrocamera privi di taglio termico, con nuovi serramenti più performanti. Questo intervento, oltre ad offrire un miglioramento della capacità isolante delle vetrate e quindi un contenimento delle dispersioni termiche verso l'esterno, permette di aumentare l'isolamento acustico degli ambienti interni a vantaggio del comfort.

Tutti questi interventi sull'involucro edilizio presuppongono in fase di realizzazione una serie di opere edili e di adeguamenti impiantistici complementari, che risultano propedeutici alla posa in opera dei macro interventi. Ad esempio l'isolamento del pavimento controterra presuppone la ristrutturazione interna del piano, comprendendo la palestra. Discorso analogo vale per i locali sottostanti ai terrazzi, per i quali si prevede l'isolamento termico del soffitto con inserimento di isolante termico all'intradosso e finitura con pannello in cartongesso. L'impianto di illuminazione dovrà così essere completamente riqualificato con spostamento dei corpi illuminanti. La realizzazione di isolamento a cappotto richiede le modifiche di tutti i davanzali in modo da adeguarli al nuovo spessore dei paramenti murari.

L'intervento si dovrà completare con la riqualificazione integrale dell'impianto di riscaldamento. Per rendere più efficiente il sistema edificio-impianto dal punto di vista delle risorse energetiche, la riqualificazione energetica dell'edificio deve quindi intervenire anche sugli impianti tecnologici. A livello interno si considera di realizzare una nuova distribuzione in modo da consentire una regolazione per zona dell'impianto, rendendo così funzionalmente indipendenti le singole zone termiche, separando così la palestra dai laboratori. I terminali di impianto della palestra, costituiti da radiatori, saranno sostituiti con un sistema a pavimento radiante, in grado di operare a bassa temperatura, con un meccanismo di scambio per irraggiamento, più adatto ai volumi di altezza elevata. Così facendo si ridurrà la stratificazione della temperatura nella zona palestra e si potrà ridurre la temperatura media del locale, grazie ad una temperatura media radiante più favorevole.

I laboratori saranno invece dotati di sistema tradizionale a radiatori e l'alimentazione di ogni aula avverrà con stacchi indipendenti a partire dalla colonna montante principale, in modo da consentire una regolazione programmabile per singolo ambiente, grazie ad un sistema di termoregolazione completo di valvola motorizzata a due vie e di termostato ambiente programmabile. I terminali di impianto saranno dimensionati per il nuovo fabbisogno, ridotto grazie agli interventi sull'involucro, atti ad operare ad una temperatura massima di 65°C in modo da massimizzare l'efficienza del sistema di generazione.

La centrale termica verrà integralmente riqualificata, con l'adozione di un sistema ibrido costituito da una caldaia a biomassa di potenza adeguata a coprire i consumi termici di base e una caldaia a

condensazione modulare che interverrà ad integrazione per coprire i picchi di richiesta durante il periodo con clima più rigido o in caso di disservizio del sistema primario.

Così facendo si garantisce la necessaria affidabilità consentendo di gestire anche da remoto l'avviamento del generatore di backup. La nuova centrale termica avrà una potenzialità tale da soddisfare il fabbisogno termico di progetto anche per l'edificio principale, dal momento che la sottostazione di quest'ultimo è alimentata dalla centrale termica comune.

Il sistema a biomassa sarà costituito da una caldaia a cippato, in grado di operare anche con pellet garantendo quindi massima affidabilità e flessibilità di utilizzo. Il sistema consentirà di migliorare così le performance energetiche grazie all'utilizzo di una fonte energetica assimilata alla rinnovabile. Il sistema sarà installato mediante prefabbricato esterno preassemblato all'interno del quale sarà presente la centrale termica a biomassa e il silos di stoccaggio del combustibile.

La caldaia a condensazione sarà di tipo modulare in modo da consentire un'elevata resa anche a carico parzializzato, grazie alla modulazione sul singolo bruciatore e all'inserzione parziale o totale dei moduli presenti.

Sulle falde di copertura e su struttura a copertura del terrazzo sarà installato un impianto fotovoltaico ad alta integrazione costituito da pannelli fotovoltaici in silicio monocristallino. Tale soluzione consente di massimizzare la resa energetica specifica in favore della massima producibilità. Data la disomogeneità di esposizione e la presenza di alcuni elementi che possono generare ombreggiamenti, si è proceduto con una soluzione basata su diversi convertitori statici di frequenza e su specifici ottimizzatori.

A completamento dell'intervento si prevede l'installazione di opportuna strumentazione che consenta di monitorare l'energia termica ed elettrica associata all'edificio oggetto di intervento. Dal momento che sia la fornitura elettrica che di gas metano è comune all'edificio principale e a quello palestra-laboratori, si prevederà di:

- installare in centrale termica un contatermie per la misura dell'energia termica impiegata per il riscaldamento dell'edificio oggetto di intervento (circuiti radiatori e pannelli radianti);
- installare in centrale termica un contatermie per la misura dell'energia termica impiegata per la produzione di acqua calda sanitaria dell'edificio oggetto di intervento.

Sul quadro elettrico generale, all'ingresso dell'edificio oggetto di intervento si installerà inoltre un multimetro che consentirà l'acquisizione dei consumi elettrici.

Gli inverter dell'impianto fotovoltaico saranno collegati ad apposito datalogger che consentirà l'acquisizione in tempo reale e la storicizzazione dei valori di produzione dell'impianto stesso in modo da verificarne le prestazioni. Il sistema acquisirà anche i dati climatici compresa la radiazione solare in modo da poter controllare nel tempo le prestazioni.

Tutti gli interventi effettuati sull'involucro sono di seguito dettagliati. Per quanto riguarda gli interventi effettuati sugli impianti tecnologici si rimanda alla Relazione specialistica Impianti Tecnologici.

4 Interventi di riqualificazione a progetto

4.1 Sistema a cappotto

4.1.1 Stato attuale chiusure perimetrali

Le pareti perimetrali dell'edificio sono a cassa vuota di spessore pari a circa 37 cm e trasmittanza pari a 0,46 W/m²K. Sono presumibilmente così composte: intonaco, mattone forato da 12 cm, intercapedine non ventilata da 9,5 cm, mattone forato da 12 cm e ancora intonaco.

L'edificio, pur essendo suddiviso in tre volumi di differente altezza e sviluppo planimetrico, presenta prospetti piuttosto semplici e lineari e quindi privi di particolari ostacoli alla realizzazione di un rivestimento isolante esterno, quali modanature, tettoie o balconi. Questo rende possibile quella che è la migliore soluzione di isolamento dell'involucro perimetrale e cioè il sistema a cappotto, che prevede la stesura dello strato isolante dall'esterno evitando così la formazione dei ponti termici che sarebbero inevitabili se si coibentasse dall'interno a causa della presenza delle pareti divisorie e dei solai.

4.1.2 Soluzione proposta

Il sistema a cappotto previsto garantirà il rispetto del limite di trasmittanza imposto dal Conto Termico per questa zona climatica (E), che, per le strutture opache verticali verso l'esterno o ambienti non riscaldati, deve essere pari a 0,26 W/m²K.

Nello specifico verranno coibentate tutte le pareti perimetrali dell'edificio racchiudenti locali riscaldati, quindi verranno escluse le pareti del locale tecnico in cui attualmente si trova la centrale termica.

La superficie totale da coibentare sarà di circa 1.073,76 mq.

4.1.2.1 Scheda tecnica del pannello isolante

Il pannello isolante scelto è composto da una schiuma polyiso (PIR). Si tratta di un prodotto con espandenti che non intaccano lo strato di ozono e senza l'impiego di CFC e HCFC. La schiuma è rigida, a celle chiuse, imputrescibile, resistente alla maggior parte degli additivi chimici e alle alte temperature (fino a 110 °C). I pannelli sono tra i migliori isolanti termici in commercio, dichiarando infatti un valore di conducibilità termica λ_D , fino a 0,025 W/mK, a seconda dello spessore, secondo la normativa europea EN 13165.



Il pannello qui proposto fa parte della linea della Stiferite denominata Class SK che ha la caratteristica di essere rivestito su entrambe le facce di velo vetro saturato.

L'azienda produttrice del pannello è certificata con sistema di gestione qualità UNI EN ISO 9001:2015, sistema di gestione ambientale UNI EN ISO 14001:2015, sistema di gestione a tutela della Sicurezza e della Salute dei Lavoratori OHSAS 18001:2007 ed ha la marcatura di conformità CE su tutta la gamma. È dotata anche di Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) verificata da Ente terzo e valutazione dei Criteri Minimi Ambientali (CAM) previsti dal Green Public Procurement (GPP).

Nello specifico, applicando uno spessore di 10 cm di isolante, la conducibilità λ del materiale raggiungerà il valore di 0,026 W/mK.

Le caratteristiche del pannello Class SK sono le seguenti:

- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,028 per spessori fino a 70 mm, 0,026 da 80 a a100 mm e 0,025 da 120 a 200 mm di spessore;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d / \lambda_D$ - [m²K/W]: da un minimo di 0,71 (20 mm di spessore), ad un massimo di 8,00 (200 mm di spessore);

- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE E;
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 56 ± 2 ;
- Massa volumica pannello - ρ [kg/m^3] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: $35 \pm 1,5$;
- Calore Specifico - C_p [$\text{J}/\text{kg}^\circ \text{K}$] Valore medio: 1464;
- Resistenza alla diffusione del vapore d'acqua - Z [$\text{m}^2\text{hPa}/\text{mg}$] (EN 12086): 4,2 - 8,0;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%] Valore medio: 2,57;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804;
- Emissioni di composti organici volatili (UNI EN ISO 16000): Classe Francese A.

Il sistema a cappotto

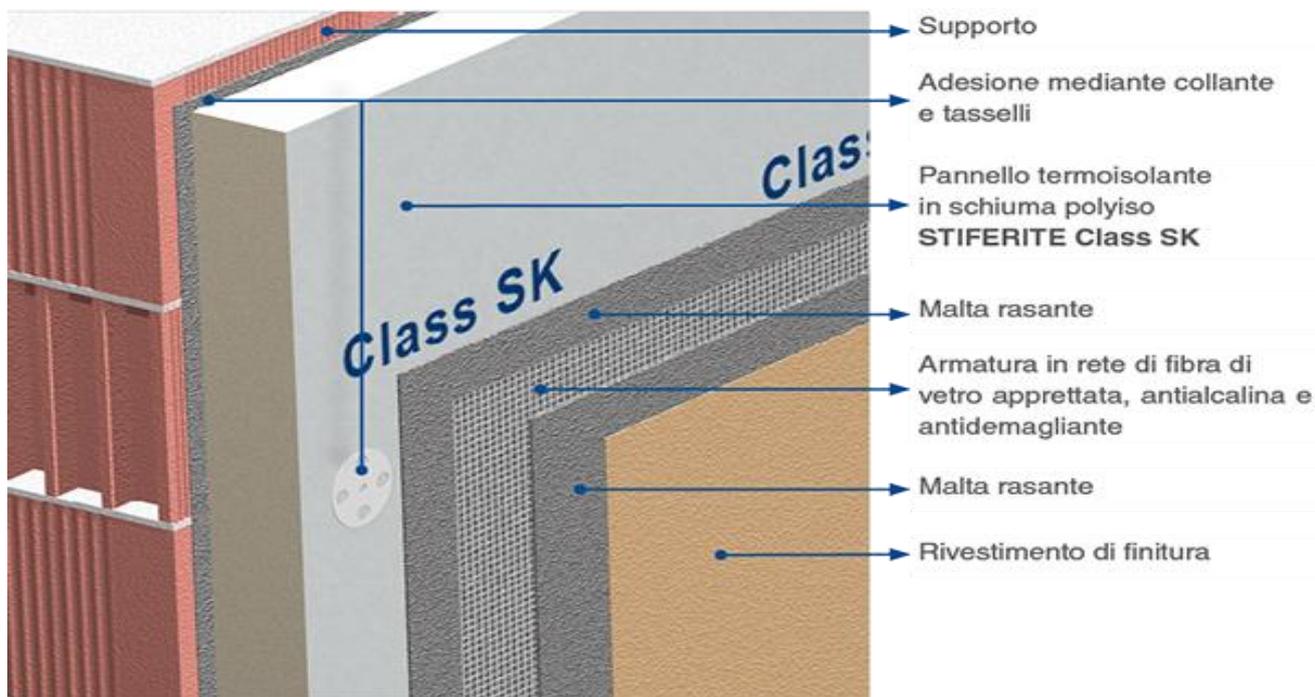


Figura 4.1: stratigrafia di un sistema a cappotto con pannello classe SK

Il Sistema Cappotto Termico può ridurre i consumi energetici anche oltre il 30%, proteggendo allo stesso tempo le pareti esterne dall'aggressione degli agenti atmosferici e dagli sbalzi di temperatura.

Tale sistema, mantiene il gradiente termico - ossia la differenza di temperatura tra l'aria interna di un locale e la superficie del suo intonaco - minore di 2°C riducendo la differenza tra la temperatura della parete e quella interna; questo determina un miglior comfort ambientale, in quanto riduce la formazione di condensa e, di conseguenza, l'attecchimento di muffe, microfunghi e batteri sulle superfici interne delle pareti che responsabili di disagi igienici e alla salute degli abitanti.

Inoltre il sistema a cappotto non solo evita la dispersione del calore verso l'esterno nella stagione invernale, ma protegge anche dal caldo estivo, in quanto la maggiore massa volumica e la minore trasmittanza termica della parete perimetrale aumentano lo sfasamento termico e cioè il tempo di trasmissione del calore dall'esterno verso l'interno. Ciò significa che il calore delle ore di punta verrà trasmesso all'interno nelle ore serali, se non addirittura notturne, in cui sarà più facile smaltirlo attraverso semplici ricambi d'aria, evitando il ricorso al raffrescamento meccanico.

Infine il rivestimento continuo del sistema a cappotto termico protegge le facciate dagli agenti atmosferici nei confronti dei quali agiscono alcune proprietà del materiale utilizzato: idrorepellenza

(basso assorbimento capillare di acqua), bassa resistenza alla diffusione del vapor d'acqua, resistenza a cicli misti di surriscaldamento-bagnatura-gelo, resistenza meccanica e allo strappo.

Modalità di posa

Prima di realizzare il cappotto con il pannello Class SK, sarà necessario verificare la complanarità del supporto ed eventualmente rimediare tramite adeguata rasatura; occorrerà inoltre pulirlo da eventuali polveri o residui e, se necessario, stendere un primer o un materiale che doni ruvidità al piano. Infine bisognerà garantire che non esistano fenomeni di umidità di risalita che, nel tempo, potrebbero compromettere la stabilità e le caratteristiche del sistema a cappotto.

La stesura del cappotto dovrà venire in presenza di condizioni atmosferiche adeguate: temperatura superiore a 5°C e inferiore a 35°C, umidità relativa inferiore all'85% e assenza di vento.

La muratura di supporto non dovrà presentare fenomeni di efflorescenze saline e/o umidità di risalita, viceversa occorrerà effettuare un trattamento preventivo di risanamento, i cui tempi dovranno essere accuratamente rispettati prima di procedere con la posa dell'isolante.

Il sistema viene posato stendendo un cordolo di colla che percorra tutto il bordo del pannello e, aggiungendo a questo, alcuni punti interni in modo che lo strato di colla copra il 40% della superficie totale.

I pannelli dovranno essere perfettamente accostati tra di loro, procedendo dal basso verso l'alto e sfalsandoli di almeno 25 cm. Non dovranno esserci zone di discontinuità superiori a 2 mm. In caso contrario lo spazio tra di essi verrà riempito dal rasante di finitura con un conseguente assorbimento diverso di umidità che renderà visibili le giunture tra i pannelli mal accostati.

Fissaggio

I sistemi a cappotto con STIFERITE Class SK prevedono la tassellatura dei pannelli che potrà essere effettuata solo dopo il completo indurimento del collante (almeno 48 ore). I tasselli devono rispettare le prescrizioni della norma ETAG 014. Lo schema di fissaggio più comune per i pannelli STIFERITE Class SK di dimensioni 600 x 1200 mm è quello a "T", che prevede il fissaggio sugli spigoli e al centro di ciascun pannello.



Finitura

Una volta fissato i pannelli si procede con la stesura dell'intonaco di fondo e l'applicazione della rete in fibra di vetro, dal basso verso l'alto e con una sovrapposizione di almeno 10 cm. La rete in tessuto di fibra di vetro deve essere coperta con almeno uno strato di malta di fondo di 1 mm. Per la seconda mano di copertura bisogna aspettare almeno 24 ore per permettere alla rete di armatura di mantenere una posizione centrale tra le due mani di rasante, altrimenti le sollecitazioni termoisometriche rischiano di danneggiare lo strato di finitura che dovrebbe proteggere il pannello isolante. Completata la maturazione dell'intonaco di fondo si procede con la finitura richiesta che, oltre ad un valore estetico, garantisce la necessaria protezione dagli agenti atmosferici.

Interferenze e raccordi

Raccordi con porte e finestre

Il raccordo con le finestre e le porte, essendo queste interne alla muratura, dovrà avvenire tramite risvolto dell'isolante a spessore ridotto in base allo spessore dei telai che verranno installati.



Figura 4.2: foto delle finestre

I pannelli in corrispondenza degli angoli del serramento o del controtelaio non devono mai essere giuntati, ma occorre sempre usare un unico pannello, intero e opportunamente tagliato a L. Inoltre, sempre negli angoli, è necessario raddoppiare la rete di armatura, applicandola diagonalmente, e fissarla in modo che i bordi delle strisce si trovino direttamente sull'angolo con inclinazione di circa 45°.



Figura 4.3: dettaglio della stesura della rete di armatura in prossimità dell'imbotto della finestra

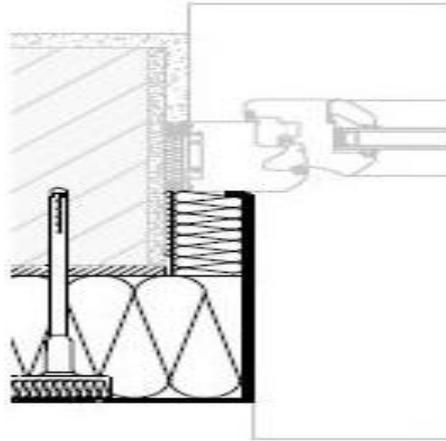


Figura 4.4: dettaglio del risvolto dell'isolante verso il telaio della finestra

I profili di raccordo utilizzati per il collegamento tra il sistema cappotto e la finestra hanno il ruolo fondamentale di donare l'elasticità necessaria a impedire la formazione di fessure tra i due materiali differenti. Vanno quindi realizzati con estrema cura e solo nelle condizioni atmosferiche adatte (con temperatura superiore ai 5° sia di giorno che di notte). Inoltre il supporto deve essere asciutto, privo di polveri e grasso e adatto all'incollaggio dei profili.

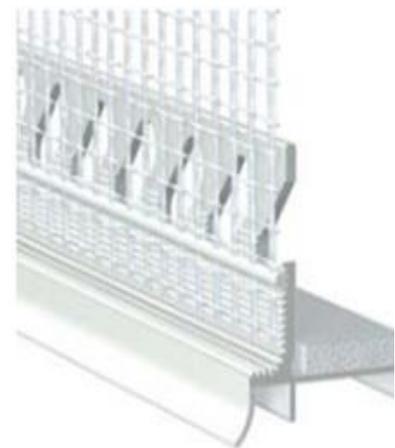
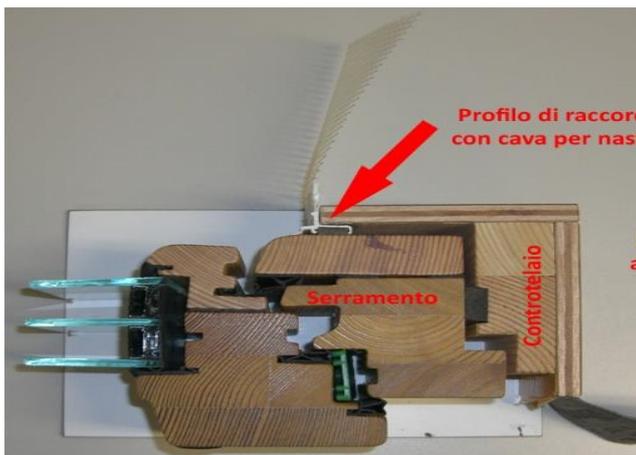


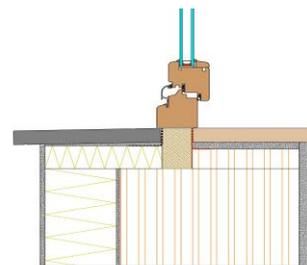
Figura 4.5: particolari del profilo di raccordo dell'isolante con la finestra

Raccordi con i davanzali

Lo spessore aggiuntivo del cappotto richiederà la sostituzione delle piane dei davanzali e delle soglie. Tale intervento potrà essere fatto senza alcuna difficoltà durante la sostituzione dei serramenti, oggetto anch'essi di riqualificazione energetica.

Nelle finestre del piano primo e secondo la piana è un elemento unico che collega l'esterno della casa direttamente con l'interno. Tale sistema determina chiaramente un ponte termico, dovuto al fatto che il freddo si propaga lungo l'elemento ed entra nell'ambiente interno senza trovare ostacoli. Ciò comporta una dispersione energetica inutile e la formazione di condensa, che a sua volta consente la proliferazione di muffe. Questo significa che, anche se si è sostituito gli infissi con serramenti ad alta prestazione, si disperde comunque energia per un piccolo particolare trascurato.

Pertanto nel momento in cui si interverrà sul davanzale occorrerà dividerlo in due lastre distinte: una posta all'esterno del serramento e l'altra all'interno, che saranno separate da un elemento in grado di bloccare l'accesso al freddo. Inoltre sarà necessario posare la porzione esterna su uno strato di isolante dotato di una buona capacità alla compressione e collegato con il pannello del cappotto in modo da costituire un sistema ininterrotto di isolamento ed evitare la formazione di spazi vuoti che potrebbero ridurre il potere isolante del pannello.



Raccordi con il basamento e il terreno

Nella parte inferiore dell'edificio, occorrerà prestare particolare cura nella stesura del cappotto, al fine di impedire che alcuni fenomeni tipici di questa zona lo danneggino, quali: acqua di risalita, acqua piovana battente e urti accidentali.

L'edificio è caratterizzato da un basamento di piastrelle scure alto circa 1 mt. In questo caso si procederà tramite stesura del cappotto sopra tale rivestimento, avendo cura di utilizzare un pannello più sottile in modo da poterlo raccordare con quello soprastante. Sarà pertanto necessario garantire la complanarità della superficie d'appoggio mediante eventuale stesura di primer laddove fossero presenti dei dislivelli.

Dopodiché verrà posizionato il profilo terminale in alluminio del pannello, che ha il compito di separare l'isolante dal marciapiede e quindi tenerlo lontano dall'eventuale presenza di umidità. Infine sopra il pannello si dovrà stendere un rasante più resistente e impermeabile che garantisca una protezione sia meccanica dagli urti accidentali sia idraulica dall'umidità di risalita e/o dall'acqua battente.

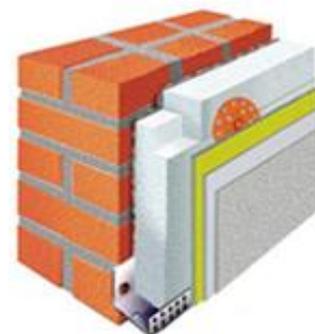


Figura 4.6: Dettaglio della coibentazione del basamento



Figura 4.7: Basamento del piano terreno nel prospetto est



Figura 4.8: Vista di una porzione del prospetto nord

Raccordi con il cornicione e modanature

Allo stesso modo il raccordo tra cappotto e cornicione sarà realizzato interponendo il profilo in alluminio con gocciolatoio che garantisce la protezione dagli agenti atmosferici del sistema a cappotto e la separazione dal soprastante elemento modanato.



Interferenze con l'ascensore e il volume tecnico

Un "ostacolo" importante alla buona riuscita della realizzazione del cappotto nell'edificio in oggetto, è dato dalla presenza del corpo ascensore, i cui elementi portanti sono totalmente addossati alla facciata laterale ovest. In questo caso si è costretti a interrompere il pannello avendo cura di staccarlo dalla struttura in ferro del vano ascensore tramite opportuno profilo in alluminio. Questo sistema creerà ovviamente un ponte termico ma sarà necessario per mantenere il volume dell'ascensore separato dal resto dell'edificio.



Figura 4.9: Dettaglio del volume dell'ascensore nel prospetto ovest



Figura 4.10: particolare del prospetto sud con le inferriate

Interferenze con impianti ed altri elementi presenti in facciata

In facciata sono presenti pluviali, fermapersiane e cardini, lampade al neon ed altri elementi che costringono ad interrompere la continuità del cappotto, creando numerosi ponti termici e diminuendo così l'efficacia isolante del pannello.

Sarà pertanto necessario rimuoverli, accatastando in posizione riparata ciò che verrà ripristinato (persiane e luci) oppure portando in discarica ciò che invece verrà sostituito (pluviali, fermapersiane e cardini).

Una volta ultimata la finitura del sistema a cappotto si procederà con la ricollocazione di questi elementi, i quali verranno staffati al nuovo involucro tramite adeguati tasselli in acciaio e nylon in grado di annullare i ponti termici grazie ad una guaina isolante posta all'estremità del tassello.

Le finestre del piano terra che si affacciano a sud sulla via laterale, sono dotate di inferriate. Anche in questo caso occorrerà rimuoverle e riposizionarle dopo la realizzazione del cappotto.

La canna fumaria non ostacolerà l'installazione del cappotto in quanto verrà comunque rimossa a seguito dell'intervento di efficientamento dell'impianto termico.

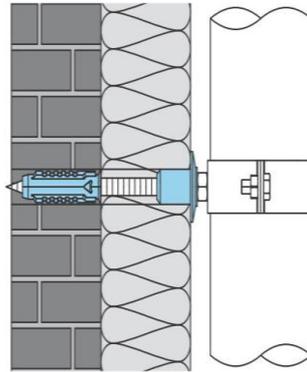


Figura 4.11: Dettaglio del sistema di ancoraggio di un pluviale al cappotto

4.2 Coibentazione della copertura a falde

4.2.1 Stato attuale della copertura a falde

La copertura dell'edificio è costituita da un tetto a falde con manto in tegole marsigliesi e struttura portante in laterocemento.

La trasmittanza, pertanto, potrebbe essere pari a circa $1,61 \text{ W/m}^2\text{K}$.

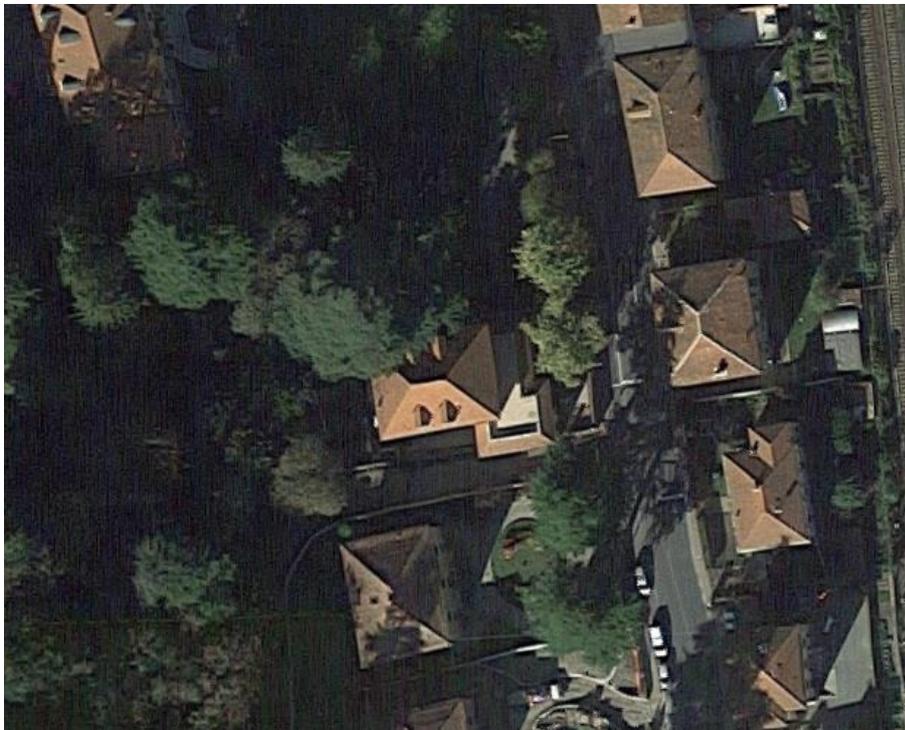


Figura 4.12: foto della copertura

4.2.1.1 Soluzione proposta

Si prevede di coibentare la copertura a falde tramite stesura di pannello in poliuretano e ripristino del manto di tegole. Lo spessore di 14 cm permetterà di rispettare il limite di trasmittanza imposto dal Conto Termico, che per questa zona climatica (E) è di 0,22 W/m²K.

La superficie da coibentare sarà di quasi 200 mq.

4.2.1.2 Scheda tecnica del pannello isolante

Il pannello isolante scelto è l'Isoventilato della Stiferite. Si tratta di un pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito sulla faccia inferiore con fibra minerale saturata e su quella superiore con rivestimento Laminglass, tale rivestimento garantisce la permeabilità al vapore, l'impermeabilità all'acqua e rende la superficie antiscivolo. All'interno della schiuma sono inglobati dei listelli in legno OSB3 di dimensioni 45 x 15 mm, posti a correre lungo l'intera lunghezza del pannello con interasse di 600 mm., questo sistema agevola qualsiasi tipo di fissaggio a strutture edilizie eliminando l'effetto dei ponti termici in corrispondenza di tasselli o profili. Sulla faccia superiore del pannello delle linee tratteggiate indicano l'esatta posizione dei listelli, permettendo l'ancoraggio ad essi senza rischiare di bucare l'isolante.



Il pannello Isoventilato è indicato per coperture a falde ventilate, grazie all'applicazione di profili omega in alluminio che hanno il compito di sostenere il manto di copertura e, contemporaneamente, di separarlo dal sottostante pannello.

L'azienda produttrice del pannello è certificata con sistema di gestione qualità UNI EN ISO 9001:2015, sistema di gestione ambientale UNI EN ISO 14001:2015, sistema di gestione a tutela della Sicurezza e della Salute dei Lavoratori OHSAS 18001:2007 ed ha la marcatura di conformità CE su tutta la gamma. E' dotata anche di Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) verificata da Ente terzo e valutazione dei Criteri Minimi Ambientali (CAM) previsti dal Green Public Procurement (GPP).

Le caratteristiche del pannello Isoventilato sono le seguenti:

- Dimensioni: 1200 x 2400 mm;
- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,028 per spessori fino a 70 mm, 0,026 da 80 a a100 mm e 0,025 da 120 a 140 mm di spessore;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d / \lambda_D$ - [m²K/W]: da un minimo di 1,79 (50 mm di spessore), ad un massimo di 5,60 (140 mm di spessore);
- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE E;
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 68 ± 9 ;
- Massa volumica pannello - ρ [kg/m³] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: $43 \pm 1,5$;
- Calore Specifico - C_p [J/kg° K] Valore medio: 1729;
- Resistenza alla diffusione del vapore d'acqua - Z [m²hPa/mg] (EN 12086): 3,8 – 9,6;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%] Valore medio: 1,86;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804.

Modalità di posa

Prima di procedere alla posa della coibentazione occorrerà rimuovere il manto di copertura e i sottostanti listelli di supporto, entrambi i materiali verranno smaltiti in discarica per poi essere sostituiti con altri.

Quindi sarà necessario rimuovere detriti e polvere dalla superficie di appoggio, risolvere eventuali irregolarità di dislivello del piano di copertura, garantire la corretta sigillatura di possibili giunti di dilatazione, e applicare una mano di primer nel caso di superfici particolarmente polverose.

A questo punto si stenderà una barriera al vapore ISOTELO VB, con freno vapore, impermeabile all'acqua, avendo cura di procedere dal basso verso l'alto della falda e sormontando i teli.



Sopra la barriera al vapore e lungo tutto il perimetro del tetto, verranno posati i denti di arresto, listelli in legno dello stesso spessore del pannello isolante, col compito di proteggerlo lungo i lati.

Il passo successivo sarà la posa dei pannelli: si procede parallelamente alla linea di gronda e per file, dal basso verso l'alto, sigillando le giunture tra pannelli e tra questi e i denti di arresto, con adeguato silicone o schiuma poliuretanicca e fissando meccanicamente i vari pannelli alla struttura sottostante del tetto. I tasselli dovranno essere ad espansione, adeguati alla struttura sottostante in laterocemento, lunghi quanto lo spessore del pannello più 1/3 di esso e dovranno infine essere inossidabili e con testa piana e svasata in modo da poter essere successivamente nastrata.



La posa della seconda fila di pannelli dovrà avvenire sfalsata rispetto a quelli della fila inferiore, in modo che le giunzioni non coincidano.

Una volta posati tutti i pannelli si procederà con la stesura di quadrati di nastro adesivo isoventilato su tutte le teste dei tasselli precedentemente pulite da ogni eventuale presenza estranea. Tale nastratura garantisce la perfetta sigillatura delle teste degli ancoraggi meccanici, impedendo infiltrazioni d'acqua. Per una ottimale adesione del nastro se ne consiglia l'applicazione a temperature comprese tra 15°C e 25°C e l'attesa di 12 ore prima di procedere alla fase successiva in modo da garantire il completo incollaggio della superficie. Il nastro verrà steso anche lungo tutto il perimetro di giunzione dei pannelli tramite una posa a sormonto, dalla linea di gronda al colmo, che garantisca il corretto deflusso dell'acqua.

Per ciò che riguarda la linea di colmo, occorrerà riempirla tramite schiuma poliuretanicca monocomponente e a bassa espansione e, una volta solidificata, si procede con la stesura del nastro isoventilato.

Dopo aver installato tutta la lattoneria, occorrerà applicare lungo la linea di gronda il profilo di ventilazione in lamiera stirata e zincata fissandolo con viti da legno sul dente d'arresto. Tale profilo terrà sollevato il manto di copertura quel tanto necessario a garantire la corretta ventilazione tra di esso e il pannello isolante. Sopra il profilo verrà collocato il parapasseri a pettine con viti autofilettanti.



A questo punto verranno posati i profili omega che sosterranno gli elementi in cotto della copertura. Tali profili dovranno essere posizionati con il passo adeguato necessario per le tegole soprastanti e con la freccia indicata su di essi rivolta verso il basso. L'ancoraggio di questi elementi dovrà avvenire tramite viti da legno in acciaio inox o comunque materiale anticorrosione, fissate in corrispondenza dei profili OSB/3 del pannello. Lungo la linea di colmo, assieme al profilo omega, verranno installati i portalistelli con il compito di sopraelevare il listello di supporto del colmo e garantire così la continuità della ventilazione.



Finitura

Il manto di copertura sarà in tegole marsigliesi adeguatamente ancorate ai sottostanti profili omega e al listello in legno del colmo. Le tegole saranno in parte in cotto e in parte fotovoltaico come meglio descritto nella relazione specialistica dedicata.

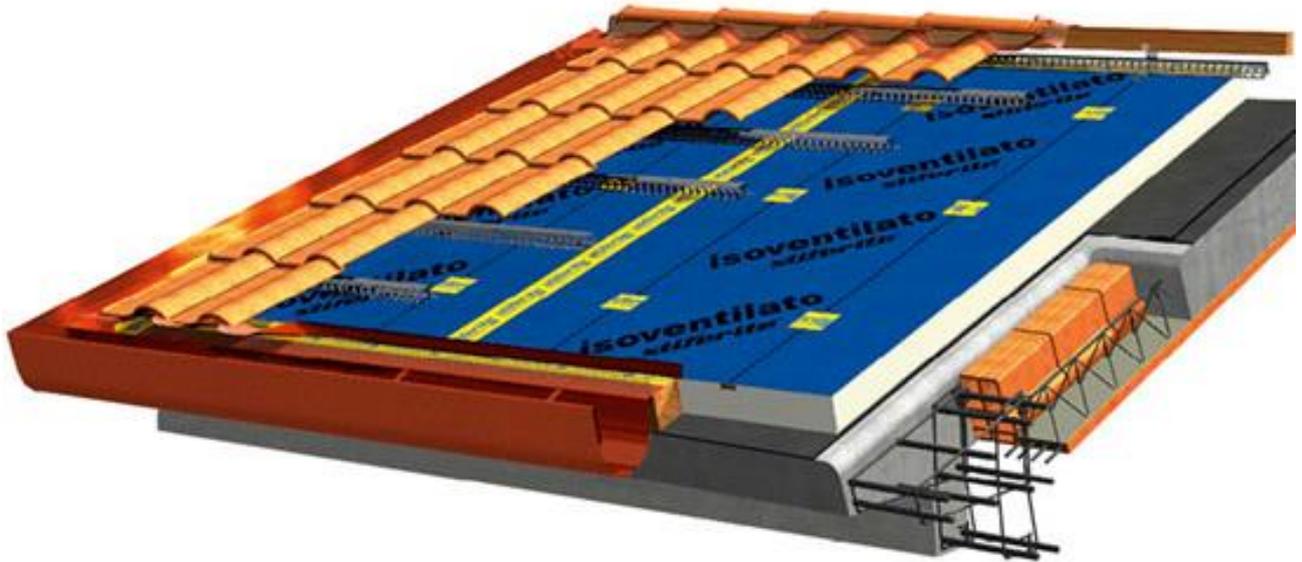


Figura 4.13: stratigrafia tetto a falde ventilato con struttura in laterocemento, pannello isolante e finitura in cotto

Interferenze e raccordi

Sulla copertura della scuola sono presenti quattro abbaini che forniscono luce e aria all'aula di informatica sottostante. Due sono sulla falda nord e due su quella sud.

Occorrerà avere particolare cura nel realizzare il raccordo tra questi e l'isolamento della copertura.

Sarà pertanto necessario risolvere lungo le pareti degli abbaini la barriera al vapore, posizionare i denti d'arresto che permetteranno l'accostamento e l'ancoraggio dell'isolante e sopra di essi la scossalina che garantirà il corretto deflusso delle acque piovane.

Il tetto a due falde degli abbaini verrà coibentato seguendo le stesse procedure sopradescritte, prestando particolare attenzione al punto di giunzione tra i due piani di copertura, dove i pannelli dovranno essere rivestiti con il nastro adesivo isoventilato e soprastante scossalina adeguatamente tagliata.

4.3 Coibentazione del terrazzo

4.3.1 Stato attuale della copertura piana

Una parte delle aule del primo piano è invece coperta da un terrazzo in laterocemento e finitura a piastrelle.

Dalla diagnosi si evince che la trasmittanza di tale solaio è di quasi 0,61 W/m²K.

4.3.2 Soluzione proposta

Si prevede di coibentare il soffitto sotto il terrazzo tramite installazione di pannello in poliuretano con finitura in cartongesso. Lo spessore di 10+1,2 cm permetterà di rispettare il limite di trasmittanza imposto dal Conto Termico, che per questa zona climatica (E) è di 0,22 W/m²K.

La superficie da coibentare sarà poco più di 120 mq.

4.3.2.1 Scheda tecnica del pannello isolante

Il pannello isolante scelto è il RP della Stiferite. Si tratta di un pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito con gas impermeabile multistrato con funzione di freno al vapore sul lato caldo a contatto della lastra in cartongesso e gas impermeabile multistrato sul lato esterno a contatto della superficie da isolare.



Il pannello RP è indicato per l'isolamento dall'interno di pareti o, come in questo caso, di soffitti, tramite l'ancoraggio con profili metallici simili a quelli per controsoffitto.

L'azienda produttrice del pannello è certificata con sistema di gestione qualità UNI EN ISO 9001:2015, sistema di gestione ambientale UNI EN ISO 14001:2015, sistema di gestione a tutela della Sicurezza e della Salute dei Lavoratori OHSAS 18001:2007 ed ha la marcatura di conformità CE su tutta la gamma. E' dotata anche di Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) verificata da Ente terzo e valutazione dei Criteri Minimi Ambientali (CAM) previsti dal Green Public Procurement (GPP).

- Le caratteristiche del pannello RP sono le seguenti:
- Dimensioni: 1200 x 3000 mm;
- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,022;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d / \lambda_D$ - [m²K/W]: da un minimo di 0,97 (20 mm di spessore dell'isolante), ad un massimo di 6,42 (140 mm di spessore dell'isolante);
- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE B s1 d0;
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 89900;
- Massa volumica pannello - ρ [kg/m³] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: 35 ± 1,5;
- Calore Specifico - C_p [J/kg° K] Valore medio: 1464;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%]: 2,40-1,59;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804;
- Emissione di sostanza pericolose (UNI EN ISO 16000): Classe francese A+.

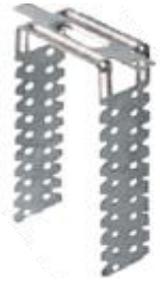
Modalità di posa

Prima di procedere alla posa del pacchetto isolante, sarà necessario rimuovere i corpi illuminanti e tutti gli impianti che corrono lungo il soffitto in questione. Le lampade potranno essere smaltite in

discarica perché saranno oggetto di intervento di relamping come dettagliatamente descritto nella relazione specialistica dedicata.

A questo punto si procederà col tracciamento del perimetro del soffitto e la posa dei profili perimetrali.

Dopodiché si installeranno le sospensioni regolabili che avranno il compito di sostenere i traversi in alluminio. Prima della posa di questi ultimi occorrerà realizzare eventuali impianti presenti in origine. Quindi i traversi verranno ancorati ai profili perimetrali e alle sospensioni che poi verranno ripiegate della quantità che eccede rispetto ai traversi.



Stendere del silicone acrilico sui lati di pannelli, in corrispondenza del punto di incontro tra isolante e cartongesso, in modo da sigillare le giunzioni al passaggio del vapore acqueo.

Quindi procedere con il fissaggio dei pannelli tramite tassellatura ai traversi, avendo cura di posarli ortogonalmente a questi ultimi.

Infine si stuccheranno le giunture, tramite preventiva applicazione di rete autoadesiva portastucco.

Finitura

Dopo l'applicazione di un fondo di fissativo si procederà con la stesura di due mani di pittura della finitura richiesta.

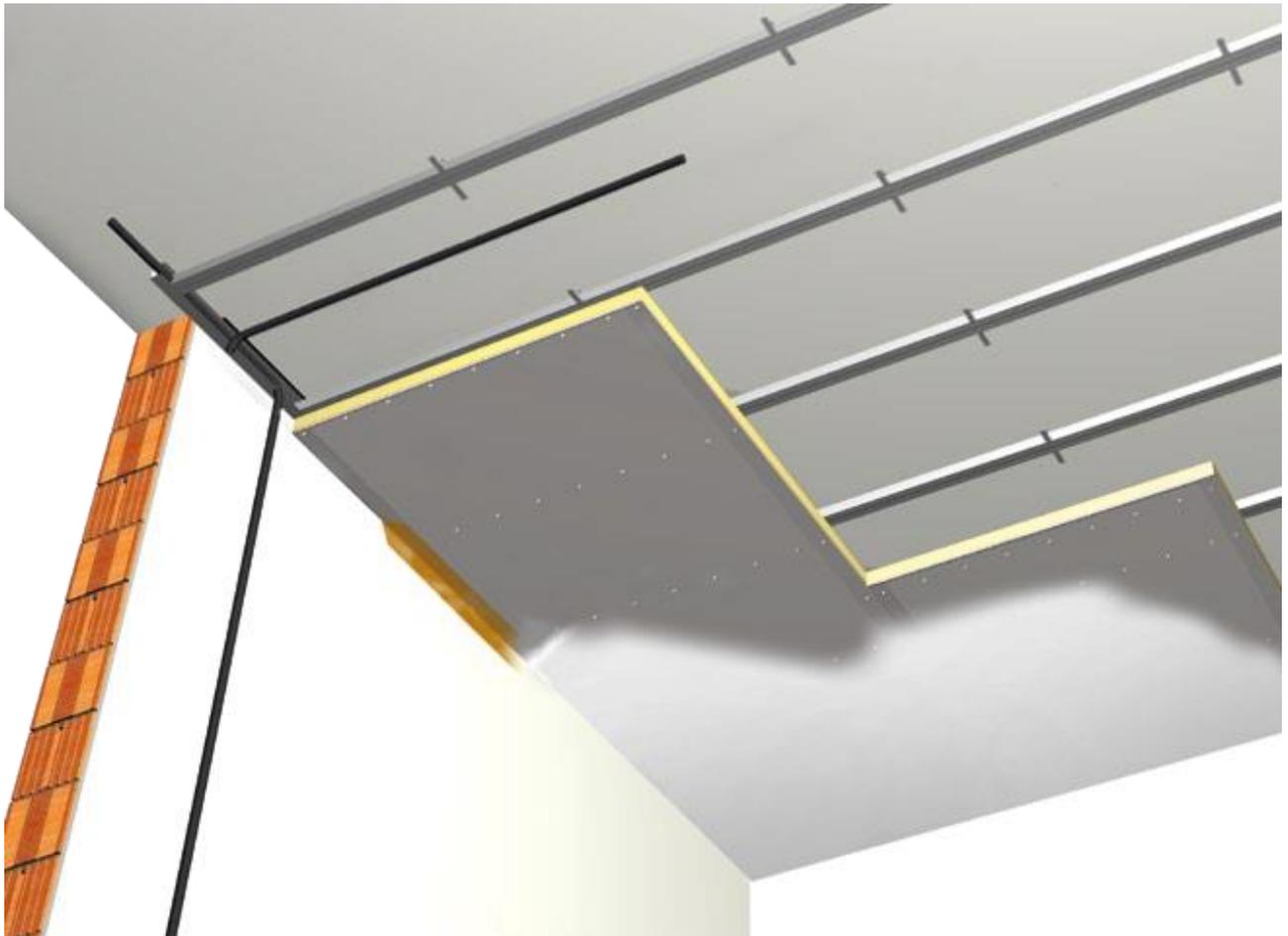


Figura 4.14: Modalità di posa del pannello RP a controsoffitto

Interferenze e raccordi

Nei locali coinvolti in questo isolamento a controsoffitto è presente un impianto elettrico in canalina. Sarà necessario ripristinare il tratto a soffitto e collegarlo con quello a parete, dopo aver tagliato quest'ultimo in base alla nuova altezza del soffitto finito.



Figura 4.15: Foto del soffitto oggetto di isolamento

4.4 Coibentazione del pavimento della palestra

4.4.1 Stato attuale del pavimento

Il pavimento della palestra è situato immediatamente sopra il terreno, senza alcuna intercapedine o vespaio che lo isoli dall'umidità e dal freddo.

Dalla diagnosi risulta che tale solaio è costituito unicamente da uno strato di calcestruzzo, il sottofondo e il pavimento in linoleum. La stratigrafia rilevata determina una trasmittanza pari a circa $1,60 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Figura 4.16: Dettaglio della pavimentazione in linoleum della palestra e degli elementi interferenti con il suo isolamento

4.4.2 Soluzione proposta

Si prevede di coibentare il pavimento della palestra tramite stesura di pannello in poliuretano sotto massetto di 10 cm di spessore, che permetterà di rispettare il limite di trasmittanza imposto dal Conto Termico, che per questa zona climatica (E) è di $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La superficie da coibentare sarà poco più di 165 mq.

4.4.2.1 Scheda tecnica del pannello isolante

Il pannello isolante scelto è il GT della Stiferite. Si tratta di un pannello sandwich costituito da un componente isolante in schiuma polyiso, espansa senza l'impiego di CFC o HCFC, rivestito su entrambe le facce con lo speciale rivestimento Gas Tight triplo strato.

Tale pannello è indicato per varie applicazioni tra cui la stesura a pavimento sotto massetto, in quanto, oltre ad un'elevata efficacia isolante, è dotato di una buona resistenza a compressione.



L'azienda produttrice del pannello è certificata con sistema di gestione qualità UNI EN ISO 9001:2015, sistema di gestione ambientale UNI EN ISO 14001:2015, sistema di gestione a tutela della Sicurezza e della Salute dei Lavoratori OHSAS 18001:2007 ed ha la marcatura di conformità CE su tutta la gamma. E' dotata anche di Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD) verificata da Ente terzo e valutazione dei Criteri Minimi Ambientali (CAM) previsti dal Green Public Procurement (GPP).

Le caratteristiche del pannello GT sono le seguenti:

- Dimensioni: 600 x 1200 mm;
- Conducibilità Termica Dichiarata - λ_D [W/mK]: 0,022;
- Resistenza Termica Dichiarata - $RD = d / \lambda_D$ - [m²K/W]: da un minimo di 0,91 (20 mm di spessore dell'isolante), ad un massimo di 6,36 (140 mm di spessore dell'isolante);
- Reazione al fuoco (EN 13501-1, EN 11925-2, EN 13823): EUROCLASSE F;
- Fattore di resistenza alla diffusione del vapore - μ (EN 12086): 148 ± 24 ;
- Massa volumica pannello - ρ [kg/m³] Valore medio comprensivo del peso dei rivestimenti: $36 \pm 1,5$;
- Calore Specifico - C_p [J/kg° K] Valore medio: 1453;
- Percentuale in peso di materiale riciclato - [%]: valore medio 2,02;
- Dichiarazione Ambientale di Prodotto EPD verificata da Ente terzo ISO 14025 e EN 15804;
- Emissione di sostanze pericolose (UNI EN ISO 16000): Classe francese A+.

Modalità di posa

Prima di procedere alla posa del pacchetto isolante, sarà necessario rimuovere le griglie copri termosifone e le attrezzature da palestra, accatastandole temporaneamente a lato del cantiere e demolire l'attuale pavimento in linoleum.

Una volta livellata e pulita la superficie di posa, verrà steso uno strato di guaina bituminosa con il compito di impedire la risalita di eventuale umidità dal terreno e il conseguente danneggiamento delle prestazioni dell'isolante. Occorrerà aver cura a risvoltare la guaina lungo le pareti per un'altezza di alcuni cm.

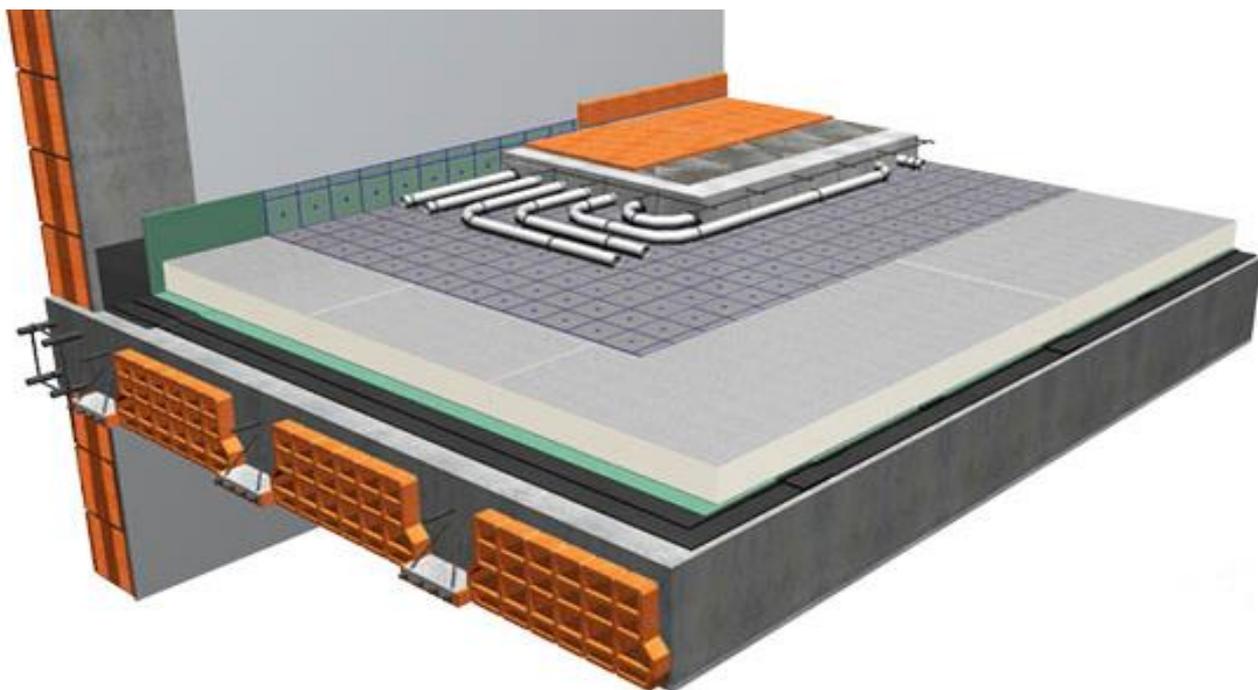


Figura 4.17: stratigrafia isolamento solaio, con impianto di riscaldamento a tubi radianti

A questo punto si procederà con la posa del pannello isolante, sopra al quale verrà stesa la barriera al vapore, anch'essa risvoltata. Infine si installeranno le tubazioni del riscaldamento e sopra ad esse verrà realizzato un massetto in cls con il compito di protezione meccanica dell'impianto.

Finitura

La finitura sarà uguale a quella esistente e quindi consisterà in teli di pvc e relativo battiscopa stesi su colla.

Interferenze e raccordi

Raccordi con le porte di accesso alla palestra

Occorrerà prestare particolare attenzione alla finitura del nuovo pacchetto pavimento in prossimità delle porte. Qui, dopo aver smontato il serramento, sarà necessario posare un cordolo costituito da mattoni forati da 45 mm di spessore, che andrà a chiudere il pavimento che terminerà sul filo interno della soglia. Il laterizio dovrà contenere tutto il pacchetto coibente+impianto radiante+massetto, sopra quest'ultimo verrà posata una piana in marmo che quindi andrà a costituire la pedata del gradino che si è venuto a formare. L'alzata invece verrà intonacata e dipinta con la stessa pittura del corridoio e/o dei vani sul quale il varco affaccia.

Il serramento esistente verrà recuperato e riposizionato dopo un intervento di innalzamento dell'imbotto della porta; questa operazione verrà fatta nel caso dei n. 2 accessi dall'interno della struttura, mentre non sarà necessario per le 3 porte esterne in quanto si prevede di sostituirle, come meglio illustrato nel paragrafo successivo.

Si dovrà infine prevedere l'installazione di una rampa metallica al servizio degli accessi garantiti per le persone con ridotta abilità motoria.



Figura 4.18: Porta di accesso alla palestra

Interferenza con le sedi dei termosifoni

Altro elemento di interferenza che occorre tenere in considerazione è rappresentato dalle nicchie dentro le quali sono collocati i termosifoni. Tali elementi dovranno essere rimossi ed eliminati visto che si prevede di realizzare il riscaldamento radiante a pavimento.

4.5 Sostituzione degli infissi

4.5.1 Stato attuale dei serramenti esistenti

I serramenti esistenti sono in parte in alluminio senza taglio termico e vetrocamera, in parte in legno e vetro singolo. Nel primo caso la trasmittanza si aggira intorno a $4,1 \text{ W/m}^2\text{K}$, mentre nel secondo caso è di circa $5 \text{ W/m}^2\text{K}$, pertanto in entrambi i casi si tratta di valori di gran lunga superiori a quanto previsto dalle normative vigenti.



Figura 4.19: Foto di alcune finestre

4.5.2 Soluzione proposta

Si prevede la sostituzione degli infissi esistenti con altri in alluminio taglio termico e vetri basso emissivi con argon nell'intercapedine. I nuovi serramenti permetteranno di rispettare il limite di trasmittanza imposto dal Conto Termico, che per questa zona climatica (E) è di $1,40 \text{ W/m}^2\text{K}$.

La superficie da coibentare sarà di poco più di 100 mq.

Scheda tecnica dell'infisso proposto

Il vetro scelto è un triplo vetro basso emissivo "33.1plu 12argon 4 12argon 33.1plu" della Saint Gobain. Ciò significa che il pacchetto è composto da un vetro stratificato di sicurezza e antirumore 3+3, sia all'interno che all'esterno e due camere da 12 con gas argon interno. Tale tipologia integra il vetro acustico, con la presenza di gas isolante argon e il trattamento basso emissivo.

Il pacchetto si compone di vetri SGG Planiclear di tipo float con un basso contenuto di ferro e quindi più trasparenti rispetto a quelli tradizionali. Questo consente di innalzare il livello di Trasmissione Luminosa (LT) delle finestre, per favorire la luce naturale, con conseguente aumento del comfort e riduzione dell'uso della luce artificiale.

Questo vetro si combina con la tecnologia SGG Planitherm che permette di raggiungere trasmittanze più basse e di migliorare al contempo gli apporti solari per ridurre i costi di riscaldamento.

Infine l'intercalare PVB (PoliVinilButirrale) ha il compito di conferire sicurezza al vetro, in quanto, in caso di rottura l'aderenza tra il vetro e l'intercalare garantisce che i frammenti di vetro non si stacchino dall'insieme.

Le caratteristiche tecniche del vetro in questione sono le seguenti (EN410-2011):



- Spessore nominale: 40,8 mm
- Peso: 40,8 kg/m²
- Dati relativi alla luminosità:
- Trasmittanza: 70%
- Riflessione esterna: 15%
- Riflessione interna: 15%
- Dati relativi all'energia:
- Trasmittanza: 40%
- Riflessione esterna: 27%
- Riflessione interna: 27%
- Assorbimento A1: 24%
- Assorbimento A2: 3%
- Assorbimento A3: 6%
- Fattore Solare:
- g: 0,48
- Coefficiente di Shading: 0,55
- Trasmittanza Ug: 0,7 W/m²K
- Potere fonoisolante: RW = 41 dB secondo ISO 10140-3.

Il profilo estruso in lega di alluminio appartiene alla serie Riviera della ditta A.Ser. nella quale si possono scegliere due linee (Arrotondata e Moderna) dalle differenti caratteristiche estetiche ma entrambe in grado di garantire trasmittanze inferiori a 1,40 W/m²K, con una sezione di 68 cm.

In questi serramenti il taglio termico è determinato dal riempimento delle camere che si vengono a creare tra i due profilati in alluminio tramite una composizione schiumosa a cellula chiusa e ad alta espansione che, oltre a garantire un'alta resistenza meccanica nel tempo, permette di migliorare sensibilmente le caratteristiche di trasmittanza. In questo modo viene eliminata l'aria che circola all'interno del profilo e che determinava formazione di condensa e una maggiore dispersione termica.

Il profilo Riviera viene verniciato a polvere tramite una procedura certificata Qualicoat.

Non ultimo i serramenti in alluminio offrono valori di isolamento acustico piuttosto elevati.

Le caratteristiche tecniche del profilo Riviera in questione sono le seguenti:

- Sezione telaio: 61 o 68 mm;
- Sezione ante: 68 mm;
- Estetica: complanare interno ed esterno oppure complanare esterno e sormonto interno;
- Spazio per vetro: 41 mm e fino a 51,5 mm con fermavetro;



Figura 4.20: linea Arrotondata della Riviera

- Tenuta aria/acqua/vento:
 - Permeabilità all'aria: classe 4;
 - Tenuta all'acqua: classe E1050;
 - Resistenza al carico di vento: classe C5;
- Trasmittanza termica:
 - Nodo telaio/anta: $U_f = 1,90 \text{ W/m}^2\text{K}$;
 - Nodo centrale: $U_f = 1,96 \text{ W/m}^2\text{K}$;
 - Isolamento termico mediante barrette in poliammide da 29 mm;
- Sistema di accessori a camera europea;
- Sistema di tenuta a giunto aperto o doppia battuta.

4.5.2.1 Modalità di posa

La sostituzione dei serramenti avverrà mantenendo i vecchi telai. Quindi le fasi di installazione delle finestre saranno le seguenti.

Per prima cosa le ante andranno sollevate e sganciate dalle cerniere e queste ultime verranno tolte dal telaio. Una volta pulita accuratamente la superficie del vecchio telaio, si procederà con l'applicazione di quello nuovo. Prima però di procedere a tale operazione occorrerà fare una prova a secco di posizionamento, in modo da individuare i punti di fissaggio e operare eventuali correzioni.

A questo punto si procede con l'installazione effettiva del telaio, nel corso del quale si stenderà sul davanzale il sigillante, che dovrà essere adeguato al materiale del serramento e avere caratteristiche di elasticità, adesione e resistenza ad alte e basse temperature.

Quindi si agganceranno le ante alle cerniere precedentemente installate e si procederà con la regolazione della ferramenta: cerniere e nottolini di chiusura.

Infine tutti i vuoti che si sono venuti a creare intorno al serramento dovranno essere riempiti con schiuma poliuretanic sigillante espandente, in modo tale da evitare fessure attraverso le quali si disperda il caldo e penetri il freddo.