



Agenzia Nazionale per le Nuove Tecnologie,
l'Energia e lo Sviluppo Economico Sostenibile



Ministero dello Sviluppo Economico

RICERCA DI SISTEMA ELETTRICO

Studio, sviluppo e definizione di schede tecniche di
intervento per l'efficienza energetica negli edifici di pregio

Maurizio Boriani, Mariacristina Giambruno, Andrea Garzulino



STUDIO, SVILUPPO E DEFINIZIONE DI SCHEDE TECNICHE DI INTERVENTO PER L'EFFICIENZA
ENERGETICA NEGLI EDIFICI DI PREGIO

Maurizio Boriani, Mariacristina Giambruno, Andrea Garzulino (Politecnico di Milano)

Settembre 2011

Report Ricerca di Sistema Elettrico

Accordo di Programma Ministero dello Sviluppo Economico – ENEA

Area: Razionalizzazione e risparmio nell'uso dell'energia elettrica

Progetto: Studi e valutazioni sull'uso razionale dell'energia: Tecnologie per il risparmio elettrico
nel settore civile

Responsabile Progetto: Gaetano Fasano, ENEA

Indice

PARTE PRIMA

1. Obiettivi, scopi e fasi della ricerca

2. Miglioramento energetico e conservazione del patrimonio architettonico

2.1 La conservazione e il miglioramento energetico del patrimonio architettonico oggi

2.2 Vincoli e problematiche degli edifici storici in rapporto al miglioramento e al risparmio energetici

3. Valutazione della compatibilità delle attuali tecniche per il miglioramento energetico con i caratteri morfologici e materici degli edifici storici

3.1 Schedatura dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio architettonico. Messa a punto del tracciato schedografico

3.2 Criteri di selezione delle tecniche attualmente disponibili

3.3 Criteri e metodo per la valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio architettonico

3.3 Tabelle di valutazione sintetica degli interventi

4. Caso studio: il Mulino del Cantone nel Parco della Villa Reale di Monza

4.1 Cenni storici e caratteri dell'edificio

4.2 Le ragioni della scelta

5. Primi risultati e possibili sviluppi della ricerca

6. Bibliografia essenziale

7. Sitografia

PARTE SECONDA

1. Schedatura dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico

A 1 Involucro opaco: coperture. Isolamento / impermeabilizzazione della copertura

- A 1 1.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un feltro termoisolante (convenzionale) a ridotto spessore;
- A 1 1.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un feltro termoisolante (ecoefficiente) a ridotto spessore;
- A 1 1.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un pannello termoisolante (innovativo) a ridotto spessore;
- A 1 2.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'estradosso della struttura;

- A 1 2.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'estradosso della struttura;
- A 1 2.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'estradosso della struttura;
- A 1 3.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 1 3.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 1 3.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 1 4.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'intradosso della struttura;
- A 1 4.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'intradosso della struttura;
- A 1 4.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'intradosso della struttura;
- A 1 5.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (convenzionale) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso;
- A 1 5.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso;
- A 1 5.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (innovativo) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso.

A 2 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali esterne

Realizzazione cappotto esterno classico - isolanti convenzionali

- A 2 1.1 pannelli in fibra di polistirene eps
- A 2 1.2 pannelli in fibra di polistirene xps
- A 2 1.3 pannelli in lana di roccia

Realizzazione cappotto esterno classico - isolanti ecoefficiente

- A 2 2.1 pannelli in sughero
- A 2 2.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 2 2.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf

Realizzazione cappotto esterno classico - isolanti innovativi

- A 2 3.1 pannelli isolanti in aerogel
- A 2 3.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 2 3.3 pannelli isolanti sottovuoto

Realizzazione cappotto esterno con intercapedine aerata - isolanti convenzionali

- A 2 4.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 2 4.2 pannelli in fibra di poliestere xps

- A 2 4.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto esterno intercapedine aerata - isolanti ecoefficiente
- A 2 5.1 pannelli in sughero
- A 2 5.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 2 5.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto esterno intercapedine aerata - isolanti innovativi
- A 2 6.1 pannelli isolanti multistrato termoriflettenti
- A 2 6.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 2 6.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm
- Posa di intonaco termoisolante
- A 2 7.1 classico
- A 2 7.2 additivato con pcm

A 3 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali interne

- Realizzazione cappotto interno classico - isolanti convenzionali
- A 3 1.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 3 1.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- A 3 1.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto interno classico - isolanti ecoefficiente
- A 3 2.1 pannelli in sughero
- A 3 2.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 3 2.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto interno classico - isolanti innovativi
- A 3 3.1 pannelli isolanti in aerogel
- A 3 3.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 3 3.3 pannelli isolanti sottovuoto
- Realizzazione cappotto interno con intercapedine aerata - isolanti convenzionali
- A 3 4.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 3 4.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- A 3 4.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto interno intercapedine aerata - isolanti ecoefficiente
- A 3 5.1 pannelli in sughero
- A 3 5.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 3 5.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto interno intercapedine aerata - isolanti innovativi
- A 3 6.1 pannelli isolanti multistrato termoriflettenti
- A 3 6.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 3 6.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm
- Realizzazione cappotto interno a ridotto spessore - isolanti convenzionali
- A 3 7.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 3 7.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- A 3 7.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto interno a ridotto spessore - isolanti ecoefficiente
- A 3 8.1 pannelli in sughero
- A 3 8.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 3 8.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto interno a ridotto spessore - isolanti innovativi
- A 3 9.1 pannelli isolanti in aerogel
- A 3 9.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 3 9.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm

A 4 Involucro opaco: solai verso sottotetto e locali cantina

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio verso sottotetto con pannelli isolanti e nuova pavimentazione

- A 4 1.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 4 1.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 4 1.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio verso sottotetto con pannelli a ridotto spessore isolanti e nuova pavimentazione

- A 4 2.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- A 4 2.2 pannello ecoefficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- A 4 2.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia a transizione di fase pcm

Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso sottotetto con intercapedine mediante pannelli isolanti e controsoffittatura in cartongesso

- A 4 3.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 4 3.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 4 3.3 pannello innovativo multistrato termoriflettente

Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso sottotetto con intercapedine mediante pannelli isolanti a ridotto spessore e controsoffittatura in cartongesso

- A 4 4.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- A 4 4.2 pannello ecoefficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- A 4 4.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia a transizione di fase pcm

Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso locali cantina con pannelli isolanti e successiva intonacatura

- A 4 5.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 4 5.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 4 5.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

A 5 Involucro opaco: solai contro terra

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con pannelli isolanti e nuova pavimentazione

- A 5 1.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 5 1.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 5 1.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con pannelli isolanti a ridotto spessore e nuova pavimentazione

- A 5 2.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- A 5 2.2 pannello ecoefficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- A 5 2.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia multistrato termoriflettente

Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra tramite vespaio e inserimento di pannelli isolanti

- A 5 3.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 5 3.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 5 3.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

A 5 4.1 Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con vetro cellulare sfuso e nuova pavimentazione

B 1 Involucro trasparente: serramenti

- B 1 1.1 recupero del serramento esistente

Recupero del serramento e inserimento nuovi vetri o trattamento degli esistenti

- B 1 2.1 vetrocamera classico 3-6-3 con aria
- B 1 2.2 vetrocamera classico 3-6-3 con argon
- B 1 2.3 vetrocamera basso emissivo 3-6-3 con aria
- B 1 2.4 vetrocamera basso emissivo 3-6-3 con argon

Recupero del serramento e trattamento dei vetri esistenti

- B 1 3.1 pellicola riflettente su vetro originario
- B 1 3.2 trattamento pirolitico basso emissivo su vetro originario

B 1 4.1 Sostituzione del serramento con nuovo in alluminio, legno e vetrocamera

B 1 5.1 Inserimento di un secondo serramento

B 1 5.2 Inserimento di un secondo serramento e recupero del serramento esistente

C 1 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali - deumidificazione

Riduzione dell'umidità all'interno delle murature

- C 1 1.1 intercettazione delle acque tramite scavo e posa in opera di membrane impermeabili e di tubature di raccolta / drenaggio
- C 1 2.1 intercettazione delle acque tramite scavo e creazione di una intercapedine verticale areata
- C 1 3.1 formazione di una barriera orizzontale continua realizzata tramite taglio meccanico della murature e inserimento di una membrana impermeabile orizzontale e continua
- C 1 4.1 formazione di una barriera orizzontale realizzata con iniezioni nella muratura di formulati chimici impermeabilizzanti
- C 1 5.1 realizzazione di un sistema ad elettrosmosi attiva
- C 1 6.1 utilizzo di intonaci macroporosi sulle murature esterne perimetrali
- C 1 7.1 realizzazione di un sistema ad onde elettromagnetiche
- C 1 8.1 installazione di sistema tempering (tramite tubature) sulla parete a livello della pavimentazione

2. Valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico: tabelle di valutazione sintetica degli interventi

A 1 Involucro opaco: copertura

A 2 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali esterne

A 3 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali interne

A 4 Involucro opaco: solai verso sottotetto e locali cantina

A 5 Involucro opaco: solai contro terra

B 1 Involucro trasparente: serramenti

C 1 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali - deumidificazione

3. Valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico: tabelle di valutazione dettagliate

A 1 Involucro opaco: copertura

A 2 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali esterne

A 3 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali interne

A 4 Involucro opaco: solai verso sottotetto e locali cantina

A 5 Involucro opaco: solai contro terra

B 1 Involucro trasparente: serramenti

C 1 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali - deumidificazione

4. Valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico: calcolo della trasmittanza dei singoli interventi

A 1 Involucro opaco: copertura

A 2 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali esterne

A 3 Involucro opaco: pareti / divisioni verticali interne

A 4 Involucro opaco: solai verso sottotetto e locali cantina

A 5 Involucro opaco: solai contro terra

B 1 Involucro trasparente: serramenti

1. Obiettivi, scopi e fasi della ricerca

La ricerca "Studio, sviluppo e definizione di schede tecniche di intervento per l'efficienza energetica negli edifici di pregio", parte del progetto *Tecnologie per il risparmio elettrico nel settore civile*, ha come obiettivo l'**individuazione** e la **valutazione** di **interventi che garantiscano**, al contempo, il **miglioramento energetico e la salvaguardia dei caratteri morfologici, materici e architettonici degli edifici storici**.

Quello del miglioramento energetico del patrimonio architettonico è un tema cogente, in modo particolare nel contesto italiano, dove, dagli inizi degli anni Ottanta del Novecento, il mercato edilizio si concentra sulle attività di recupero dell'esistente. Se si considera che oltre il 40% del patrimonio edilizio ha una età media di oltre cinquanta anni (ENEA, *Valutazione del potenziale di risparmio energetico nell'edilizia residenziale e nel terziario in Puglia*, p. 49) ben si comprende la portata del problema.

La questione è, poi, assai più complessa se si considerano i cosiddetti "edifici di pregio", ovvero quelle fabbriche storiche, tutelate dal decreto legislativo n° 42 del gennaio 2004 (Codice dei Beni culturali e Paesaggistici) ma anche non vincolate dalla legislazione nazionale, che possiedono caratteristiche architettoniche da salvaguardare nella loro integrità materica. Si tratta, anche in questo caso, di un numero considerevole di edifici per i quali non è possibile applicare acriticamente tecniche di miglioramento energetico concepite per le nuove costruzioni. Questi interventi comporterebbero, se realizzati senza le opportune valutazioni, la perdita dei caratteri dell'edificio, il sacrificio dei materiali e degli elementi storici che lo costituiscono e che, frequentemente, sono la ragione prima dell'apposizione del vincolo di tutela.

Il miglioramento energetico dovrà, dunque, seguire i criteri, le metodologie e le specificità dell'intervento di restauro, definito dal citato Codice dei Beni culturali e paesaggistici come "l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di

operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali" (articolo 29).

Seguendo tali presupposti, la ricerca si è articolata secondo le seguenti fasi:

- 1) Valutazione dei principali problemi posti dagli edifici storici e dalle loro componenti in merito alla questione del miglioramento e del risparmio energetico;
- 2) Valutazione dei gradi di vincolo imposti dagli edifici storici negli interventi di miglioramento energetico;
- 3) Messa a punto di una scheda tipo per la valutazione della compatibilità dei sistemi di miglioramento e risparmio energetico con i caratteri storici, architettonici e materici degli edifici;
- 4) Individuazione di un caso studio esemplare per caratteristiche storiche, architettoniche e morfologiche (selezionato per consentire la trasferibilità dei risultati sul più vasto numero di casistiche di edifici antichi, tenendo conto delle principali questioni che essi pongono) da utilizzare come edificio-tipo per la compilazione delle schede;
- 5) Valutazione delle tecnologie attive e passive in rapporto ai gradi di vincolo posti dalla conservazione degli edifici storici, con particolare attenzione alla scelta di sistemi applicabili ad una vasta casistica di beni culturali;
- 6) Valutazione della compatibilità dei sistemi attualmente disponibili (punto 3) e la necessità di interventi conservativi dei caratteri tipologici, morfologici e materici degli edifici storici e dei loro elementi costruttivi;
- 7) Messa a punto di tabelle sintetiche per la valutazione comparativa degli interventi di miglioramento energetico da impiegarsi sugli edifici storici.

La ricerca ha preso avvio dall'analisi delle tecniche di intervento attualmente disponibili sul mercato per il miglioramento energetico degli edifici storici realizzati con sistemi tradizionali, escludendo i cosiddetti edifici del "Moderno" in calcestruzzo armato o in acciaio.

Contestualmente sono state analizzate le principali criticità che un edificio pone a quest'ambito di opere, valutando al contempo i vincoli che le fabbriche storiche impongono se debbono esserne conservati i caratteri storici

Per rendere trasmissibili e immediatamente fruibili le ricerche condotte ed i risultati ottenuti si è messo a punto un tracciato schedografico che contenesse e rendesse raffrontabili i dati. **Le schede costruiscono il corpus principale del lavoro** e sono concepite sia per raccogliere dati scientificamente accertati sia per rendere le informazioni fruibili al più vasto numero possibile di utenti finali.

Per analizzare i singoli interventi, l'edificio è stato diviso in sistemi e in elementi:

INVOLUCRO OPACO:

- COPERTURA
- PARETI / DIVISIONI VERTICALI ESTERNE
- PARETI / DIVISIONI VERTICALI INTERNE
- SOLAI / DIVISIONI ORIZZONTALI VERSO SOTTOTETTO O LOCALI CANTINA
- SOLAI / DIVISIONI ORIZZONTALI CONTRO TERRA

*INVOLUCRO TRASPARENTE**- SERRAMENTI*

Ogni intervento è stato valutato con punteggi che ne rendessero confrontabili Efficacia, Durabilità, Compatibilità con i caratteri storici ed Economicità. Le valutazioni sono state riportate nelle singole schede e in **tabelle sintetiche utili a supporto delle scelte di intervento.**

2. Miglioramento energetico e conservazione del patrimonio architettonico

2.1 La conservazione e il miglioramento energetico del patrimonio architettonico oggi

La conservazione del patrimonio architettonico è oggi tema di grandissima attualità per l'importanza che riveste in termini culturali per un Paese.

Ogni società ha sempre dovuto fare i conti con l'insieme delle preesistenze ereditate dal passato: valutate come beni economici, esse acquisiscono il valore di risorsa collettiva, di insieme di oggetti che posseggono un valore d'uso; valutate come beni culturali, esse acquistano valore di documento, di insieme di oggetti che posseggono la capacità di trasmettere significati.

Il patrimonio culturale costituisce, dunque, non solo la testimonianza della storia di un popolo, ma anche una fondamentale risorsa economica, sia per il suo valore intrinseco, sia per l'entità del mercato edilizio che si muove intorno al suo recupero.

Il tema della conservazione dei beni architettonici e del paesaggio comprende oggi, in modo particolare in Italia, una buona quantità delle possibilità di lavoro sul campo di un architetto, dal momento che si assiste pressoché quotidianamente ad un ampliamento della sensibilità e dell'interesse per un numero sempre più vasto di oggetti: dai cosiddetti monumenti al costruito diffuso, al "moderno", ai centri storici sino alla città esistente, ai giardini ed al paesaggio.

Lo stato della disciplina del restauro, ambito nel quale debbono essere inquadrati nella loro globalità gli interventi sull'esistente, è frutto di un secolare e vivissimo dibattito che ha comportato profondi cambiamenti non solo nei presupposti teorici ma anche negli aspetti squisitamente tecnici e operativi.

Oggi, intervenire sul patrimonio storico significa progettarne la "cura" dopo accurate anamnesi e diagnosi. Concetti teorici quali quello di cultura materiale (J.M.Pesez, R.Bucaille, voce *Cultura materiale*, Enciclopedia Einaudi, vol. IV, Torino, Einaudi, 1978) hanno imposto una nuova attenzione per gli oggetti d'uso comune, per la microstoria delle fabbriche, per le tecniche costruttive e per i segni che il tempo e l'uomo hanno impresso sugli edifici.

Le acquisizioni teoriche, hanno, come già si accennava, mutato anche la prassi operativa che prende sempre più avvio da una meticolosa conoscenza dell'oggetto sul quale si opera.

La messa a punto di un iter di studio rigoroso è fondamentale per la redazione di un progetto di conservazione ed uso degli edifici storici consapevole, rispettoso e durevole.

Gli studi, da approfondire in rapporto all'unicità dell'oggetto, dovranno comprendere i necessari rilievi geometrici ed architettonici, le indagini storiche da fonti dirette e indirette, il progetto diagnostico, la diagnostica, in situ e in laboratorio, i rilievi delle tecniche costruttive, della struttura e dei suoi dissesti, dei materiali, dei fenomeni di degrado e delle loro cause.

Metodi e tecniche di indagini e di intervento sul costruito sono ormai consolidate e sperimentate nella loro durata ed efficacia sia per quanto riguarda i singoli materiali componenti gli edifici sia per quanto concerne le modalità di applicazione.

Più articolata e meno solida la situazione del progetto di riuso del costruito.

Anche il progetto del nuovo per il patrimonio storico -l'architettura ha sempre una funzione e un ruolo sociale- deve porsi alcuni obiettivi relativamente alla conservazione della materia di cui sono composti gli edifici. Ed **il progetto di miglioramento energetico si inquadra proprio tra quegli interventi fondamentali per ridare funzionalità e ruolo all'interno della società contemporanea agli edifici storici.**

In primo luogo ogni progetto del nuovo per il costruito dovrebbe porsi l'obiettivo del rispetto per i caratteri dell'edificio su cui interviene. Ciò perché ogni fabbrica storica, nella sua unicità, con le sue caratteristiche morfologiche, costruttive, materiche connesse all'attuale stato di conservazione ha una sorta di vocazione d'uso. Stabilire l'uso del patrimonio storico in rapporto alle sue caratteristiche, non imponendo una funzione come se esso fosse un contenitore indifferenziato, è cruciale per la riuscita dell'intervento di restauro e, ancora di più, per la riuscita dell'intervento di miglioramento energetico.

In secondo luogo, sarebbe opportuno lavorare per aggiunta e non per sottrazione, avendo la capacità di non nascondere il testo architettonico e il suo stratificato palinsesto.

Il nuovo dovrebbe avere una riconoscibilità e autonomia; riconoscibilità e autonomia che in taluni casi vengono declinate con nuovi materiali a ricostruire le forme perdute, in altri, considerando l'architettura come "opera aperta" e l'intervento come ulteriore stratificazione del tempo. I materiali e le tecniche impiegate per il progetto del nuovo dovrebbero essere compatibili con l'esistente e, in ultimo, ogni intervento dovrebbe essere "non distruttivo" e reversibile.

Secondo tali principi la ricerca si è sviluppata per definire lo stato dell'arte degli interventi di miglioramento energetico degli edifici storici, al fine di verificare come sia possibile realizzare, nella maniera più efficace possibile e secondo i principi sopra delineati, tali interventi negli edifici storici.

2.2 Vincoli e problematiche degli edifici storici in rapporto al miglioramento e al risparmio energetici

I vincoli che un edificio di valore storico/architettonico può comportare per un intervento di restauro in generale e di miglioramento energetico in particolare, nascono dalle caratteristiche geometriche, tipologiche e materiche di tale bene; è pertanto utile individuare i gradi di vincolo che tali manufatti possono presentare per poter valutare la compatibilità di ogni singolo intervento.

Tali vincoli non sono restrittivi dal punto di vista delle operazioni da effettuare sui beni, bensì fungono da aiuto nell'impostazione degli interventi di contenimento e miglioramento energetico, in quanto mettono in evidenza tutte le caratteristiche storiche che andrebbero conservate.

Gli interventi applicabili differiscono, oltre che per la loro efficacia, durabilità ed economicità, anche per il grado di compatibilità (rispetto dei possibili vincoli) che comportano. È dunque opportuno mettere in evidenza quelli più appropriati per un edificio storico di carattere monumentale, senza però escludere tutti quelli che non si possono considerare coerenti dal punto di vista della compatibilità.

Il soddisfacimento di questi vincoli avviene nel caso in cui l'intervento, che opera su un determinato elemento, ne conserva le sue caratteristiche oppure vuole recuperare parti di questo operando su alcune porzioni.

I vincoli che un edificio storico impone agli interventi di miglioramento energetico, e, più in generale, ad ogni intervento di recupero, possono essere schematizzati in:

CONSERVAZIONE DELLE CARATTERISTICHE ARCHITETTONICHE DELL'EDIFICIO:

Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
 Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;
 Mantenimento della geometria e della forma dei serramenti (telaio, controtelaio, vetro);
 Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
 Mantenimento della geometria e della forma delle coperture;
 Mantenimento delle quote di calpestio e di copertura;
 Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante.

CONSERVAZIONE DELLE CARATTERISTICHE MATERICHE E/O DECORATIVE:

Mantenimento delle decorazioni (affreschi, cornici, mensole, ...) Interne ed esterne;
 Mantenimento dei materiali storici delle murature;
 Mantenimento dei materiali storici delle finiture (intonaci, pitturazioni interne ed esterne, ...);
 Mantenimento dei materiali storici dei serramenti (telaio, controtelaio, vetro);
 Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni;
 Mantenimento dei materiali storici della copertura;
 Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

Tali vincoli, qui elencati in modo generale, sono stati studiati e individuati per ogni singolo elemento storico e riportati nella relativa scheda. L'individuazione a priori dei vincoli che un elemento impone, anche se saranno necessari studi specifici in fase di intervento su ogni particolare

manufatto per rendere l'elencazione effettivamente calzante alla specifica situazione, costituisce un importante supporto alle scelte degli utenti nonché alla possibilità di controllo della correttezza del progetto proposto agli organismi preposti alla tutela del patrimonio culturale

Così come ogni edificio storico impone vincoli agli interventi che su di esso possono essere realizzati se si vuole conservarne la sostanza storica, allo stesso modo le fabbriche storiche fanno rilevare comunemente alcune problematiche relativamente alla dispersione energetica.

Una elencazione generale può essere di qualche utilità per comprendere, almeno in maniera sommaria, quali sono le principali situazioni cui si deve fare fronte:

Dispersione termica dei serramenti;

Dispersione termica delle murature;

Dispersione termica dei solai;

Perdita della capacità di accumulo delle murature;

Ridotta temperatura di esercizio degli ambienti;

Aumento del consumo energetico per riscaldamento e/o raffrescamento

Risalita capillare all'interno delle murature principali che porta alla dispersione termica e alla perdita della capacità di accumulo delle murature;

Distacco degli intonaci e dei paramenti interni ed esterni;

Presenza di patine biologiche e/o vegetazione;

Altre forme di degrado degli elementi dovuti a mancanza di manutenzione o, perdita di efficienza, avanzato stato di degrado.

3. Valutazione della compatibilità delle attuali tecniche per il miglioramento energetico con i caratteri morfologici e materici degli edifici storici

3.1 Schedatura dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio architettonico. Messa a punto del tracciato schedografico

Per poter analizzare nel dettaglio, confrontare e valutare sulla base di parametri il più possibile oggettivi i differenti interventi selezionati per i diversi macroelementi ed elementi, è stato messo a punto un tracciato schedografico appositamente studiato per raccogliere analiticamente dati e informazioni utili.

Una prima scheda riguarda la definizione e descrizione dell'elemento, corredata da immagini che aiutino a capirne le caratteristiche.

SCHEDATURA DEGLI ELEMENTI COMPONENTI L'EDIFICIO STORICO

SISTEMA:		A	1
ELEMENTO:			
DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:		POSSIBILI VINCOLI:	
IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:			

La descrizione è di carattere generale, nel tentativo di descrivere il maggior numero possibile di casistiche relative a quell'elemento (ad esempio la copertura in coppi) in modo tale da consentire l'estensibilità delle informazioni raccolte al maggior numero di edifici storici possibili. La descrizione comprende anche una breve sintesi dei fenomeni di degrado che è possibile riscontrare su di un elemento con tali caratteristiche.

Un secondo tracciato schedografico indaga, invece, i singoli interventi che potrebbero essere realizzati sul quell'elemento.

L'intervento viene descritto nelle sue fasi tecniche di esecuzione, nelle caratteristiche e nelle specificità dei materiali impiegati, mettendone in risalto le potenzialità (ad esempio la durabilità, il livello di mantenimento delle caratteristiche storiche dell'elemento, l'efficacia,

ecc.) e le criticità (ad esempio l'efficacia, i tempi di realizzazione, la sperimentazione, ecc.).

In ciascuna scheda e, dunque per ogni intervento preso in considerazione, sono poi riportate analiticamente i parametri di valutazione relativi all'efficacia, alla durabilità, ai costi e alla compatibilità con i caratteri architettonici, morfologici e materici dell'edificio sul quale si dovrebbe applicare.

In ultimo vengono elencati i riferimenti bibliografici essenziali per consentire ulteriori approfondimenti, alcuni edifici sui quali l'intervento è stato applicato e la segnalazione di eventuali ricerche e test effettuati dalle aziende o dalle imprese.

Le schede costituiscono, per la caratteristiche con le quali sono state concepite, **una sorta di prontuario ragionato** che documenta i possibili interventi di miglioramento energetico per gli edifici storici. Questo strumento può essere utile come **primo supporto decisionale** -che andrà ovviamente confrontato con le specificità di caratteri, di materiali, di stato di conservazione del singolo edificio storico- **per gli operatori del restauro**.

ELEMENTO:		A	1	1.1
INTERVENTO:				
DESCRIZIONE INTERVENTO:				
CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:				
POTENZIALITÀ:		CRITICITÀ:		
VALUTAZIONE DELL'INTERVENTO - EFFICACIA, COMPATIBILITÀ, DURABILITÀ, ECONOMICITÀ DEI COSTI				

ELEMENTO:	A	1	1.1
INTERVENTO:			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole		anni	100
Intervento meno durevole		anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento		anni	

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico		euro/mq	100
Intervento meno economico		euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento		euro/mq	

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

10	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO	40
----	----------------------------	---	-----------	--

3.2 Criteri di selezione delle tecniche attualmente disponibili

Le tecniche di miglioramento energetico oggi disponibili offrono una vasta copertura di casistiche e la maggior parte sono derivate dal progetto del nuovo; proprio per questo motivo alcune di queste non possono essere applicate agli edifici che presentano caratteristiche storiche e architettoniche di particolare importanza. La ricerca è volta dunque all'individuazione e alla scelta di alcune di queste operazioni che presentino, anche in minima parte, un livello di compatibilità per la conservazione delle peculiarità di un manufatto storico, quali per esempio decorazioni, finiture e materiali. Per questo motivo è stato inizialmente creato un abaco delle tecniche di intervento più sperimentate sugli edifici storici e di recente realizzazione, selezionando successivamente quelle da approfondire e schedare.

La selezione degli interventi, oltre che per motivi di compatibilità con gli edifici storici, è stata effettuata anche in base al rapporto tra l'efficacia e il costo; sono stati infatti escluse quelle tecniche che a fronte di una spesa elevata offrivano scarsi risultati dal punto di vista energetico.

Un ulteriore elemento di scelta è stata la letteratura e le garanzie che un determinato intervento offrisse; non sono state pertanto prese in considerazione quelle tecniche che non mostravano dei risultati certificati sia per quanto riguarda la loro efficienza energetica sia per quanto riguarda la durata nel tempo.

Dal punto di vista della selezione ha giocato un ruolo molto importante anche la conoscenza di precedenti applicazioni degli interventi, questo per avere un riscontro sulle possibili interazioni tra le operazioni e i diversi materiali/elementi propri dell'edificio. Da questo è stata perciò eseguita un'attenta analisi che ha messo in evidenza le potenzialità e le criticità di ciascuna tecnica di miglioramento energetico, potendo inserire tali dati all'interno delle schede tecniche come ulteriori informazioni per una successiva selezione.

Tutte gli interventi selezionati sono pertanto stati scelti sia per garantire un miglioramento energetico degli edifici storici, sia per minimizzare la perdita delle caratteristiche principali che un edificio storico presenta.

Per ciascuna delle tecniche di miglioramento energetico valutate in relazione agli obiettivi sopra descritti è stata compilata la scheda descritta nel paragrafo precedente, nonché la tabella sintetica di raffronto degli interventi che consente una lettura comparativa a supporto dell'attività del singolo progettista.

Le tecniche di intervento sono state suddivise in macroelementi-sistemi (involucro opaco, involucro trasparente) e in elementi (coperture, pareti / divisioni verticali esterne, pareti / divisioni verticali interne, solai verso sottotetto e locali cantina, : solai contro terra, serramenti) e contraddistinte da un codice alfanumerico che è riportato, per facilità di consultazione, nella scheda e nelle tabelle riassuntive.

In particolare, per il miglioramento energetico delle coperture (A.1) sono stati analizzati nel dettaglio i seguenti interventi:

- A 1 1.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un feltro termoisolante (convenzionale) a ridotto spessore;
- A 1 1.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un feltro termoisolante (ecoefficiente) a ridotto spessore;
- A 1 1.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e un pannello termoisolante (innovativo) a ridotto spessore;

- A 1 2.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'estradosso della struttura;
- A 1 2.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'estradosso della struttura;
- A 1 2.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'estradosso della struttura;
- A 1 3.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 1 3.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 1 3.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'estradosso della struttura, con la creazione di un'area di ventilazione;
- A 1 4.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (convenzionale) all'intradosso della struttura;
- A 1 4.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'intradosso della struttura;
- A 1 4.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante e di un pannello termoisolante (innovativo) all'intradosso della struttura;
- A 1 5.1 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (convenzionale) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso;
- A 1 5.2 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (ecoefficiente) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso;
- A 1 5.3 recupero del manto di copertura e messa in opera di una membrana traspirante, di un pannello termoisolante (innovativo) all'intradosso della struttura e di un controsoffitto in cartongesso.

Per l'involucro opaco: pareti / divisioni verticali esterne (A 2)

- Realizzazione cappotto esterno classico - isolanti convenzionali
- A 2 1.1 pannelli in fibra di polistirene eps
- A 2 1.2 pannelli in fibra di polistirene xps
- A 2 1.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto esterno classico - isolanti ecoefficiente
- A 2 2.1 pannelli in sughero
- A 2 2.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 2 2.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto esterno classico - isolanti innovativi
- A 2 3.1 pannelli isolanti in aerogel
- A 2 3.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 2 3.3 pannelli isolanti sottovuoto

- Realizzazione cappotto esterno con intercapedine aerata - isolanti convenzionali
- A 2 4.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 2 4.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- A 2 4.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto esterno intercapedine aerata - isolanti ecoefficiente
- A 2 5.1 pannelli in sughero
- A 2 5.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 2 5.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto esterno intercapedine aerata - isolanti innovativi
- A 2 6.1 pannelli isolanti multistrato termoriflettenti
- A 2 6.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 2 6.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm
- Posa di intonaco termoisolante
- A 2 7.1 classico
- A 2 7.2 additivato con pcm

Per l'Involucro opaco: pareti / divisioni verticali interne (A 3)

- Realizzazione cappotto interno classico - isolanti convenzionali
- A 3 1.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 3 1.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- A 3 1.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto interno classico - isolanti ecoefficiente
- A 3 2.1 pannelli in sughero
- A 3 2.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 3 2.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto interno classico - isolanti innovativi
- A 3 3.1 pannelli isolanti in aerogel
- A 3 3.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 3 3.3 pannelli isolanti sottovuoto
- Realizzazione cappotto interno con intercapedine aerata - isolanti convenzionali
- A 3 4.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 3 4.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- A 3 4.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto interno intercapedine aerata - isolanti ecoefficiente
- A 3 5.1 pannelli in sughero
- A 3 5.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 3 5.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto interno intercapedine aerata - isolanti innovativi
- A 3 6.1 pannelli isolanti multistrato termoriflettenti
- A 3 6.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 3 6.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm
- Realizzazione cappotto interno a ridotto spessore - isolanti convenzionali
- A 3 7.1 pannelli in fibra di poliestere eps
- A 3 7.2 pannelli in fibra di poliestere xps
- A 3 7.3 pannelli in lana di roccia
- Realizzazione cappotto interno a ridotto spessore - isolanti ecoefficiente
- A 3 8.1 pannelli in sughero
- A 3 8.2 pannelli in fibra di cellulosa
- A 3 8.3 pannelli in fibra di canapa e kenaf
- Realizzazione cappotto interno a ridotto spessore - isolanti innovativi

- A 3 9.1 pannelli isolanti in aerogel
- A 3 9.2 pannelli isolanti in schiuma vegetale
- A 3 9.3 pannelli isolanti a transizione di fase pcm

Per l'involucro opaco: solai verso sottotetto e locali cantina (A 4)

- Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio verso sottotetto con pannelli isolanti e nuova pavimentazione
- A 4 1.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 4 1.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 4 1.3 pannello innovativo in schiuma vegetale
- Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio verso sottotetto con pannelli a ridotto spessore isolanti e nuova pavimentazione
- A 4 2.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- A 4 2.2 pannello ecoefficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- A 4 2.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia a transizione di fase pcm
- Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso sottotetto con intercapedine mediante pannelli isolanti e controsoffittatura in cartongesso
- A 4 3.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 4 3.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 4 3.3 pannello innovativo multistrato termoriflettente
- Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso sottotetto con intercapedine mediante pannelli isolanti a ridotto spessore e controsoffittatura in cartongesso
- A 4 4.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- A 4 4.2 pannello ecoefficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- A 4 4.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia a transizione di fase pcm
- Realizzazione di isolamento all'intradosso del solaio verso locali cantina con pannelli isolanti e successiva intonacatura
- A 4 5.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 4 5.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 4 5.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

Per l'involucro opaco: solai contro terra (A 5)

- Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con pannelli isolanti e nuova pavimentazione
- A 5 1.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 5 1.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 5 1.3 pannello innovativo in schiuma vegetale
- Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con pannelli isolanti a ridotto spessore e nuova pavimentazione
- A 5 2.1 pannello convenzionale a ridotto spessore in polistirene xps
- A 5 2.2 pannello ecoefficiente a ridotto spessore in fibra di canapa e kenaf
- A 5 2.3 pannello innovativo a ridotto spessore di tipologia multistrato termoriflettente
- Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra tramite vespaio e inserimento di pannelli isolanti
- A 5 3.1 pannello convenzionale in polistirene xps
- A 5 3.2 pannello ecoefficiente in fibra di canapa e kenaf
- A 5 3.3 pannello innovativo in schiuma vegetale

- A 5 4.1 Realizzazione di isolamento all'estradosso del solaio contro terra con vetro cellulare sfuso e nuova pavimentazione

Per l'involucro trasparente: serramenti (B 5)

- B 1 1.1 recupero del serramento esistente
- Recupero del serramento e inserimento nuovi vetri o trattamento degli esistenti
- B 1 2.1 vetrocamera classico 3-6-3 con aria
- B 1 2.2 vetrocamera classico 3-6-3 con argon
- B 1 2.3 vetrocamera basso emissivo 3-6-3 con aria
- B 1 2.4 vetrocamera basso emissivo 3-6-3 con argon
- Recupero del serramento e trattamento dei vetri esistenti
- B 1 3.1 pellicola riflettente su vetro originario
- B 1 3.2 trattamento pirolitico basso emissivo su vetro originario
- B 1 4.1 Sostituzione del serramento con nuovo in alluminio, legno e vetrocamera
- B 1 5.1 Inserimento di un secondo serramento
- B 1 5.2 Inserimento di un secondo serramento e recupero del serramento esistente

Schede di dettaglio sono state realizzate anche per gli interventi di deumidificazione. L'eliminazione dell'umidità nelle murature, la cui presenza è fatto consueto e comune negli edifici storici, non costituisce un intervento di miglioramento energetico in sé ma, vista l'influenza che la presenza di acqua nelle pareti ha sullo scambio termico tra interno e esterno, si è ritenuto assolutamente necessario comprendere le tecniche di deumidificazione tra le opere da realizzarsi per il miglioramento energetico del patrimonio esistente.

Involucro opaco: pareti / divisioni verticali - deumidificazione (C 1)

Riduzione dell'umidità all'interno delle murature

- C 1 1.1 intercettazione delle acque tramite scavo e posa in opera di membrane impermeabili e di tubature di raccolta / drenaggio
- C 1 2.1 intercettazione delle acque tramite scavo e creazione di una intercapedine verticale areata
- C 1 3.1 formazione di una barriera orizzontale continua realizzata tramite taglio meccanico della murature e inserimento di una membrana impermeabile orizzontale e continua
- C 1 4.1 formazione di una barriera orizzontale realizzata con iniezioni nella muratura di formulati chimici impermeabilizzanti
- C 1 5.1 realizzazione di un sistema ad elettrosmosi attiva
- C 1 6.1 utilizzo di intonaci macroporosi sulle murature esterne perimetrali
- C 1 7.1 realizzazione di un sistema ad onde elettromagnetiche
- C 1 8.1 installazione di sistema tempering (tramite tubature) sulla parete a livello della pavimentazione.



Immagini di alcuni elementi dell'involucro opaco

3.3 Criteri e metodo per la valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio architettonico

Gli interventi di miglioramento energetico selezionati sono stati valutati in base a quattro distinti parametri, efficacia, compatibilità, durabilità ed economicità, in modo tale da evidenziare rapidamente le potenzialità/criticità e da permettere un semplice confronto tra le diverse operazioni.

Tali parametri sono stati scelti in rapporto alla necessità di conservare i caratteri morfologici e materici degli edifici storici (Compatibilità) nonché per valutare l'effettivo miglioramento energetico ottenibile (Efficacia, Durabilità), tenendo comunque in considerazione i costi complessivi di queste operazioni (Economicità). Le modalità di calcolo dei parametri sono state realizzate in modo tale da fornire dati obbiettivi e calcolabili, caratterizzando così gli interventi per una più semplice scelta e per fornire all'utente una base di supporto nota e raffrontabile.

Le valutazioni date ai vari interventi sono paragonabili tra loro all'interno della singola categoria di elementi (per esempio serramenti o solai contro terra), in quanto è stato eseguito un calcolo proporzionale prendendo in considerazione i dati relativi al singolo elemento. Di fatto il punteggio varia in base ai valori delle operazioni (espressi in differenza di Watt, gradi di vincolo soddisfatti, anni e costi) su una scala di valori da 5 a 100, stabilendo così un range minimo e massimo che permette la valutazione percentuale di ogni singolo intervento, attribuendo il valore 100 all'intervento più efficace e il valore 5 a quello meno efficace (di quelli presi in considerazione). Proprio per la diversa natura dei dati si è reso necessario creare dei fogli di calcolo per ciascun tipo di valutazione, all'interno dei quali sono state inserite le caratteristiche (esprese numericamente) dedotte dalle schede tecniche fornite dai vari produttori o da ricerche effettuate.

Il punteggio del parametro relativo all'EFFICACIA (colorazione azzurra nelle schede e nelle tabelle) è stato inizialmente calcolato sulla base della variazione del valore di trasmittanza che ogni singolo intervento modificava, grazie all'aggiunta di materiali isolanti e/o operazioni di recupero che limitavano le dispersioni originarie. Questo metodo di valutazione però non teneva in considerazione il manufatto, isolando così l'intervento dal contesto di applicazione, pertanto si è optato di prendere in esame un edificio tipo, con alcune importanti caratteristiche di tipo storico architettonico, utilizzando come variabile di valutazione il decremento netto del fabbisogno energetico (per il carico invernale). Su tale edificio (il Molino del Cantone, interno al Parco della Villa Reale di Monza) sono stati applicati gli interventi di miglioramento energetico da selezionati, inserendo precedentemente, in appositi software di calcolo di tipo statico, i dati attuali riguardanti le dimensioni e la composizione materica delle superfici disperdenti, in modo da ottenere i valori di partenza. Modificando poi solo alcuni pacchetti, in base agli interventi scelti, i valori di fabbisogno energetico diminuivano, con però delle problematiche relative al calcolo delle superfici non regolari e omogenee sia geometricamente sia tecnologicamente (pacchetti murari, lavorazioni e infissi), ottenendo così alcuni valori non completamente attendibili, dati dall'impossibilità di variare geometrie e componenti all'interno dei vari software. Per tali motivazioni sono stati predisposti dei fogli di calcolo ad hoc, che hanno permesso di inserire correttamente tutte le caratteristiche del manufatto e modificando il valore di trasmittanza di ciascun pacchetto, in base all'intervento selezionato, restituendo il decremento netto delle dispersioni, che è stato utilizzato come metro di valutazione dell'efficienza energetica delle operazioni. La scala di punteggio varia da 5 a 100 che

indica il valore di efficienza dell'intervento; viene attribuito, il punteggio 100 agli interventi più efficaci presi in esame e 5 agli interventi meno efficaci. Il punteggio varia in base alla riduzione delle dispersioni termiche (valutata tramite fogli di calcolo che analizzano la capacità isolante di un elemento in rapporto alla sua superficie) e in base alle caratteristiche di miglioramento energetico dati dagli interventi, stabilendo un range minimo e massimo che permette la valutazione percentuale di ogni singolo intervento.

SISTEMA:	A	1
ELEMENTO:		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE		diff W	100
INTERVENTO MENO EFFICACE		diff W	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE	PUNTEGGIO
1.1			
1.2			
1.3			
...			
...			
...			

Tabella di valutazione dell'EFFICACIA degli interventi di miglioramento energetico

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
10	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO 40

Tabella di valutazione della COMPATIBILITÀ degli interventi di miglioramento energetico

SISTEMA:	A	1
ELEMENTO:		

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI</u>			
INTERVENTO PIÙ DUREVOLE		Anni	100
INTERVENTO MENO DUREVOLE		Anni	5
N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE	PUNTEGGIO
1.1			Anni
1.2			Anni
1.3			Anni
...			Anni
...			Anni
...			Anni

Tabella di valutazione della DURABILITÀ degli interventi di miglioramento energetico

SISTEMA:	A	1
ELEMENTO:		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO		€/mq	100
INTERVENTO MENO ECONOMICO		€/mq	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE	PUNTEGGIO
1.1		€/mq	
1.2		€/mq	
1.3		€/mq	
...		€/mq	
...		€/mq	
...		€/mq	

Tabella di valutazione dell'ECONOMICITÀ degli interventi di miglioramento energetico

TIPO DI STRUTTURA		ELEMENTO				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043

Resistenza termica totale (ΣR) (m²K / W)	
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)	

TIPO DI STRUTTURA		ELEMENTO - TIPO A 1 1,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043

Resistenza termica totale (ΣR) (m²K / W)	
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)	

Foglio di calcolo utilizzato per determinare il valore di trasmittanza di ogni singolo intervento - Con colore grigio lo stato di fatto dell'elemento, con colore verde e riferimento alla scheda, il nuovo valore di trasmittanza

MODULO PER IL CALCOLO DELLE DISPERSIONI TERMICHE							
Destinazione d'uso		Ambiente N°				t _i (°C)	t _e (°C)
						20	-5
A- Potenza dispersa per il rinnovo dell'aria (Qv)							
N° Ricambi d'aria (vol/ora)		Volume netto (m³)				Qv (W)	
5						0	
B- Potenza dispersa attraverso le superfici (Qd)							
N°	Descrizione	U (W/m²K)	S (m²)	Δt (°C)	Or	M (%)	Qd (W)
1							
2							
3							
4							
5							
						Σ Qd (W)	0,000
C- Potenza dispersa attraverso i ponti termici (Qpt)							
N°	Descrizione	ψ (W/mK)	L (m)	Δt (°C)	Or	M (%)	Qpt (W)
1							
2							
3							
4							
5							
						Σ Qpt (W)	0,000
D- Riepilogo dispersioni e calcolo potenza termica							
		Qv	Qd	Qpt	ΣQ _(v,d,pt)	Magg.	Q totale
		(W)	(W)	(W)	(W)	(%)	(W)
		0	0,000	0,000	0,00	20	0,000

Foglio di calcolo utilizzato per determinare la dispersione per rinnovo dell'aria, la dispersione attraverso le superfici e attraverso i ponti termici

Il punteggio del parametro relativo alla COMPATIBILITÀ (colorazione rossa nelle schede e nelle tabelle) indica il valore di conservazione delle caratteristiche morfologiche, architettoniche e materiche (non chimico-fisiche) dell'intervento su gli elementi storici. Viene attribuito il punteggio 100 agli interventi completamente conservativi e che rispettano tutti i gradi di vincolo che il singolo elemento presenta, mentre viene attribuito il punteggio 5 agli interventi totalmente incompatibili, che non rispettano alcun grado di vincolo. Questi vengo assegnati a ciascun elemento in base alle proprie caratteristiche (geometria, forma, finitura, etc.), modificando il punteggio in base alla percentuale di gradi di vincolo che l'intervento in esame rispetta. I vincoli sono pertanto una schematizzazione ed esemplificazione delle restrizioni che un edificio storico presenta, utili all'operatore nel comprendere quale operazione poter effettuare sull'edificio. Per esempio se un intervento rispetta 5 gradi di vincolo su un totale di 8 gli verrà attribuito un valore di 63 ($5 : 8 = x : 100$). I valori ottenuti da tale tipo di valutazione, anche se generalizzabili, sono da intendersi per il caso studio preso in esame, in quanto ogni manufatto presenta delle proprie peculiarità a livello di

materiali, finiture, decorazioni e tecnologie costruttive; pertanto devono essere considerati come indicativi e rapportati all'edificio studio.

Il punteggio del parametro relativo alla DURABILITÀ (colorazione verde nelle schede e nelle tabelle) indica il valore della durata dell'intervento. Viene attribuito, per ciascuna categoria di elementi, il punteggio 100 agli interventi più durevoli nel tempo e 5 agli interventi non durevoli. Tali valori vengono dedotti dalle schede tecniche fornite dal produttore e dalle ricerche condotte sulle tipologie di materiali impiegati. Il punteggio varia in base ai valori, espressi in anni, di durata stimata dell'intervento che vengono forniti dal produttore o da casi studio simili nelle caratteristiche.

Il punteggio del parametro relativo all'ECONOMICITÀ DEI COSTI (colorazione arancione nelle schede e nelle tabelle) indica il valore di massimizzazione delle risorse economiche. Viene attribuito, per ciascuna categoria di elementi, il punteggio 100 agli interventi più economici e 5 agli interventi meno economici. Il punteggio varia in base ai costi dell'intervento, stabilendo un range minimo e massimo che permette la valutazione percentuale di ogni singolo elemento. I dati relativi ai costi sono stati calcolati con l'ausilio di specifici capitolati e mediante computo metrico estimativo.

Per alcune tipologie di intervento, più precisamente per le operazioni di riduzione di umidità nelle murature (riferimento alle schede C 1), non è stato possibile calcolare il livello di efficacia, a livello energetico, in quanto si presentavano troppe variabili dalle quali veniva generato un risultato non attendibile; pertanto è stato attribuito un valore indicativo riguardante l'efficacia del trattamento di deumidificazione.

3.4 Tabelle di valutazione sintetica degli interventi

I punteggi dei singoli parametri calcolati come sopra descritto sono stati inseriti all'interno di tabelle riassuntive in modo da permettere un facile e immediato confronto tra i diversi interventi realizzabili.

Efficacia, compatibilità, durabilità ed economicità possono essere dunque valutate comparativamente su basi il più possibile oggettive.

In questo modo un possibile utente finale (progettista, operatore del settore, ma anche funzionario addetto alle verifiche del progetto proposto) potrebbe immediatamente selezionare o valutare un intervento in relazione al parametro da privilegiare, di volta in volta diverso in rapporto ai caratteri storici, morfologici e materici dell'edificio su cui si opera.

Le tabelle sintetiche degli interventi, realizzate per i diversi elementi in cui è stato scomposto l'edificio, consentono inoltre di scegliere quale dei parametri è il più importante dal punto di vista progettuale ottenendo, su un determinato elemento/categoria, il risultato più consono alle esigenze.

VALUTAZIONE DEI PRINCIPALI INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO ENERGETICO PER IL PATRIMONIO ARCHITETTONICO STORICO

SISTEMA:		A ELEMENTO:				1
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE
1.1						
1.2						
1.3						
...						
...						
...						
...						
...						
...						
...						
...						
...						
...						
...						
...						

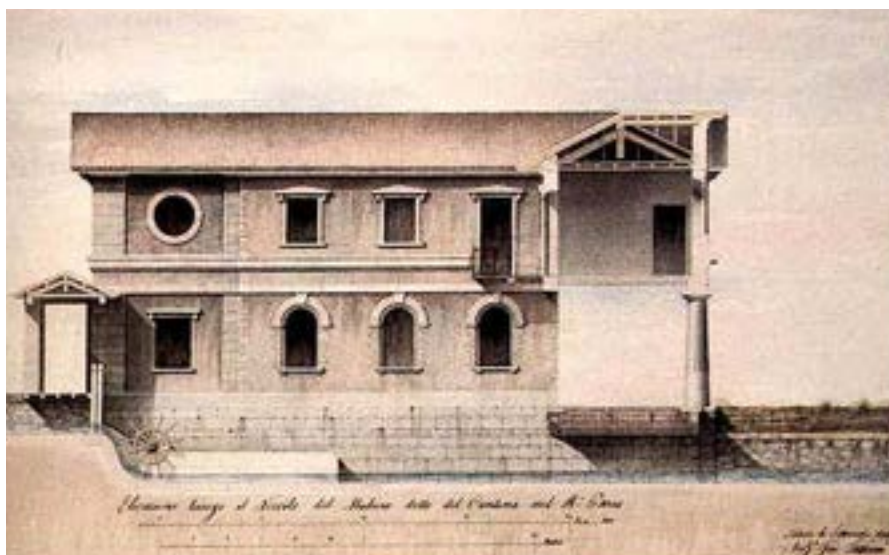
Dato ulteriore contenuto nelle tabelle è la valutazione generale dell'intervento, (Valutazione, in grigio), espressa in una scala da 0 a 100. Il punteggio è ottenuto attraverso la media matematica dei parametri precedenti. Il risultato ottenuto, sia pure scientificamente parziale, fornisce un ulteriore orientamento nelle scelte dell'intervento.

Ad esempio, a valutazione complessiva uguale, il fruitore potrebbe selezionare come maggiormente confacente l'intervento che ha il punteggio più elevato nel parametro che ha selezionato come quello più significativo per l'edificio oggetto dell'intervento, in rapporto agli studi di dettaglio che avrà compiuto per la conoscenza e lo stato di conservazione.

4. Caso studio: il Mulino del Cantone nel Parco della Villa Reale di Monza

4.1 Cenni storici e caratteri dell'edificio

L'edificio denominato "Mulino del Cantone" è situato all'interno del parco della Villa reale di Monza.



Collocato a nord della Reggia, nei pressi di Villa Mirabello, il Mulino venne realizzato nella località denominata "Cantone" su progetto di Giacomo Tazzini a partire dal 1840.

All'edificio, a pianta pressoché quadrata, è addossata una torretta, secondo alcune fonti "neomedievale" secondo altre, traccia di una preesistenza risalente al XII secolo.

La roggia di adduzione del mulino scorre a ridosso dell'edificio.



L'attuale assetto architettonico è frutto di successivi interventi, che, almeno per quanto riguarda gli spazi interni, poco hanno lasciato della configurazione e dei materiali storici.

Il fronte principale è caratterizzato da un portico colonnato sormontato da un timpano; si conservano ancora lacerti dell'intonaco graffiato e decorato tardo ottocentesco. Il fronte principale ha paraste e cornici in rilievo.

La struttura del Mulino è costituita da murature in laterizio pieno rivestite da intonaci in parte cementizi, in parte ancora in malta di calce. Una tinteggiatura acrilica riveste gran parte delle superfici esterne dell'edificio. Il manto di copertura è in coppi ed è sorretto da struttura lignea; così come i solai.

I serramenti, di differenti forme e dimensioni, sono in materiale ligneo con specchiature in vetro singolo.

Destinato recentemente a varie e differenti funzioni pubbliche, è ora visitabile su richiesta.

I fronti esterni del Mulino sono interessati da diversi, anche se localizzati, fenomeni di degrado: efflorescenze saline, distacchi degli intonaci e pellicolazione delle tinteggiature, erosione dei giunti di malta, patine biologiche e macchie in modo particolare in prossimità della fascia basamentale. Tali patologie sono evidentemente dovute a presenza di umidità di risalita e ad assenza di recenti interventi di manutenzione.

4.2 Le ragioni della scelta

Il Mulino del Cantone è, per caratteri, materiali, stato di conservazione, paradigma di una vasta casistica di edifici storici.

Benché rientri per collocazione e caratteri architettonici nel novero dei cosiddetti "edifici monumentali", il Mulino può essere esempio significativo di tecniche costruttive comunemente impiegate nelle costruzioni storiche, dunque di molti altri edifici realizzati sino all'epoca della Ricostruzione post bellica.

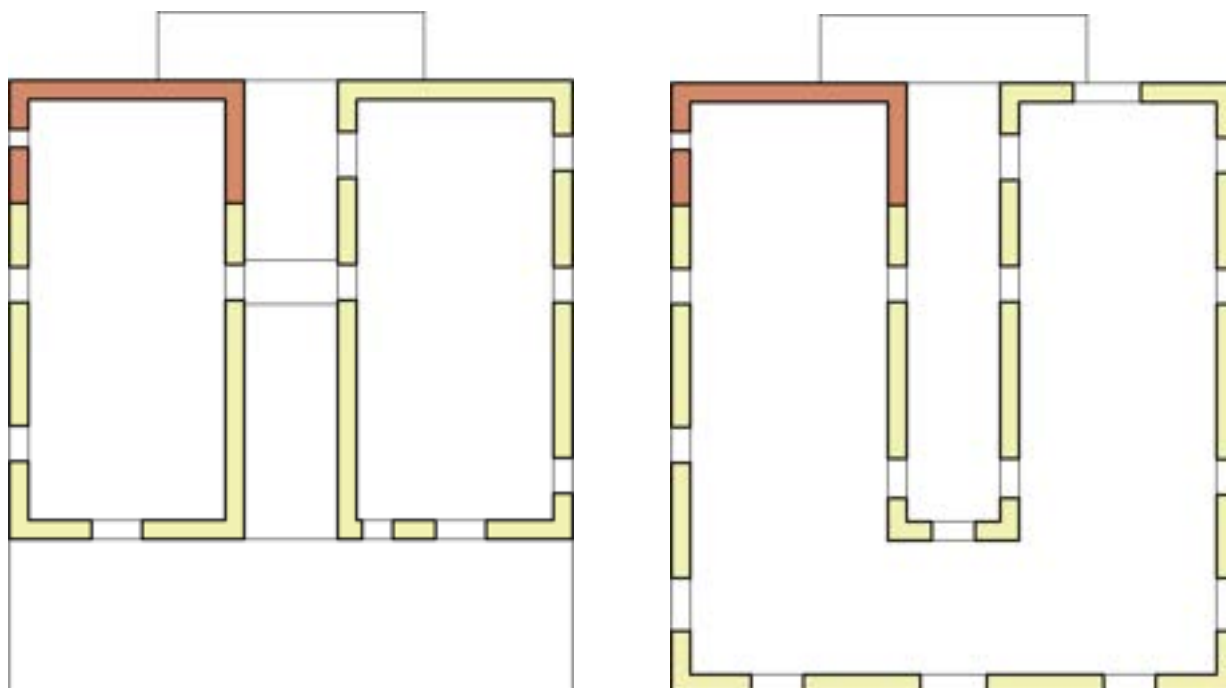
Le caratteristiche dei fronti, gli elementi in rilievo e le tracce di un intonaco decorato, costituiscono un importante vincolo agli interventi realizzabili in facciata.

Anche i fenomeni di degrado rilevabili sono comuni a molti edifici del passato.

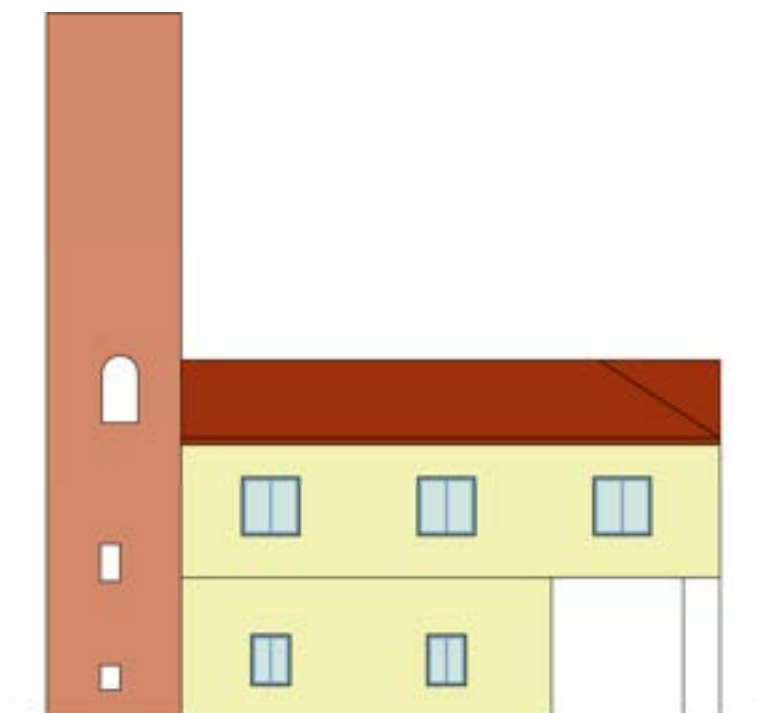
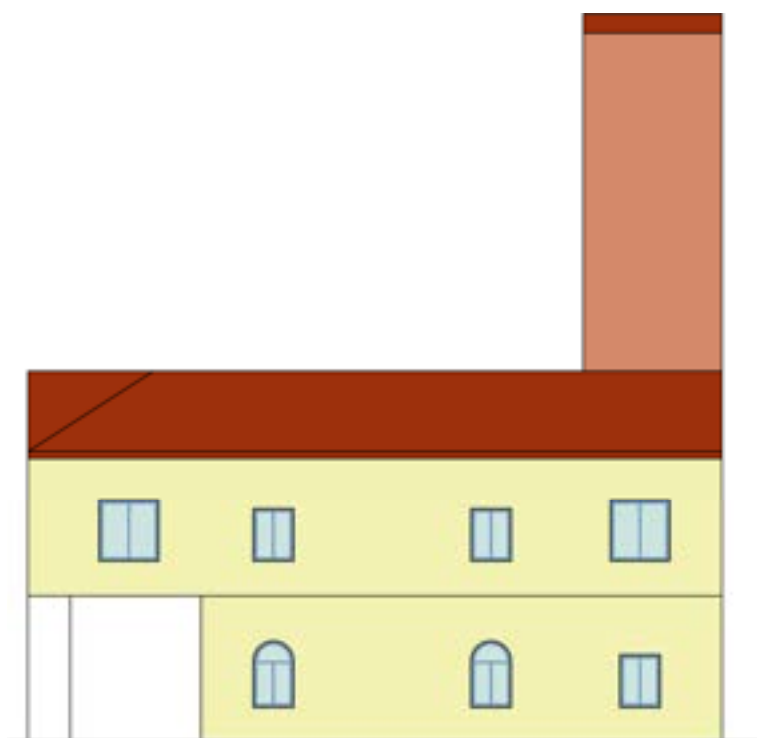
Queste caratteristiche fanno del Mulino del Cantone un esempio interessante per la trasmissibilità e la diffusione dei dati riferiti nella ricerca.

Per queste ragioni l'edificio è stato utilizzato come esempio-tipo sul quale pensare di applicare le tecniche di miglioramento energetico selezionate; valutare la loro efficacia; calcolare il miglioramento dell'efficienza energetica ottenibile; ipotizzare i costi di intervento e verificare la compatibilità degli interventi con i caratteri morfologici e materici di una più vasta casistica di fabbriche storiche.

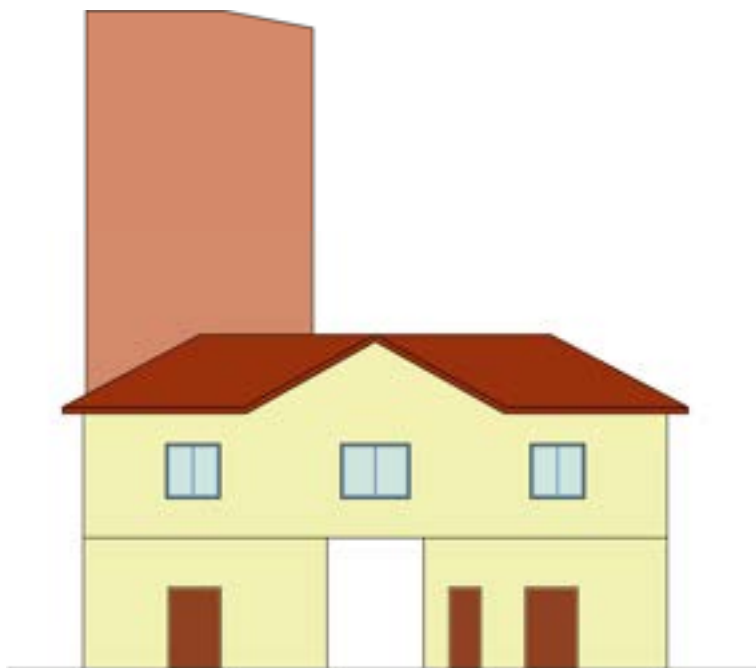
L'edificio è stato scomposto in tutte le sue parti, analizzandolo dal punto di vista costruttivo, tecnologico, materico e geometrico, in modo tale da creare un database di informazioni che permettessero la piena conoscenza del manufatto, delle sue caratteristiche tecniche ed energetiche. Questa base iniziale è stata implementata con tutte le informazioni e i dati tecnici derivanti dall'analisi specifica degli interventi, creando così una serie di indicazioni aggiuntive che hanno permesso la valutazione di ogni singolo intervento nel dettaglio; valutazioni riportate nelle schede e nelle tabelle.



Schematizzazione dei rilievi del manufatto, Pianta Piano Terra e Pianta Piano Primo - In giallo la porzione di muratura intonacata sia internamente, sia esternamente. In rosso la muratura in mattoni faccia a vista.



Schematizzazione dei rilievi del manufatto, Prospetto Est e Prospetto Ovest - In giallo la porzione di muratura intonacata sia internamente, sia esternamente. In rosso la muratura in mattoni faccia a vista.



Schematizzazione e rilievo geometrico del manufatto, Prospetto Sud - In giallo la porzione di muratura intonacata sia internamente, sia esternamente. In rosso la muratura in mattoni faccia a vista.

5. Primi risultati e possibili sviluppi della ricerca

La messa a punto di un tracciato schedografico che consente la comparazione di informazioni e dati tecnici differenti costituisce il primo risultato significativo della ricerca.

Nuove acquisizioni di tecniche e metodologie di intervento per il miglioramento energetico potranno, se inserite nel tracciato studiato, essere facilmente comparate con altre già esistenti in termini di durabilità, efficacia, compatibilità e costi.

Le schede, che sono la parte originale e centrale del lavoro, offrono una importante messa a sistema di dati omogenei altrimenti dispersi, divenendo una sorta di "catalogo" delle tecniche di miglioramento energetico. Catalogo che richiederà, ovviamente, per divenire operativo, studi specifici sul singolo edificio cui l'intervento è rivolto.

Un secondo importante risultato è la messa a punto dei sistemi di punteggio per la valutazione dei parametri considerati fondamentali negli interventi sul costruito storico; parametri che potranno, come nel caso delle schede, essere impiegati nella valutazione di ulteriori interventi.

Le tabelle sintetiche propongono, poi, il raffronto oggettivo degli interventi e possono costituire una utile guida di rapida e immediata consultazione nella scelta o nel controllo dei progetti realizzati; fondamentale quindi il loro utilizzo per un triplo livello di utenza: i progettisti, gli operatori, i funzionari degli enti proposti all'approvazione degli interventi sugli edifici storici.

Tali tabelle consentono, infatti, di scegliere un intervento in relazione agli obiettivi che ogni singolo progetto si pone, privilegiando, in rapporto alle caratteristiche di ogni singolo manufatto storico, l'efficacia, la compatibilità, la durabilità, l'economicità.

Esse non sostituiscono certamente i necessari e specifici studi che debbono essere condotti per realizzare ogni intervento su di un edificio storico, ma costituiscono un valido aiuto in fase di scelta preliminare.

Per quanto concerne le prime possibili considerazioni circa gli interventi analizzati e la questione del miglioramento energetico degli edifici storici, vale la pena di tracciare alcune brevi riflessioni, rimandando alle singole schede la valutazione analitica di ciascuna tecnica.

In primo luogo, è opportuno sottolineare come quella della destinazione d'uso sia un fattore fondamentale da considerare per il risparmio energetico negli edifici storici. Come già si accennava, ogni edificio possiede, per caratteri, morfologia, tipologia, materiali e stato di conservazione, una sorta di vocazione d'uso. La scelta oculata della destinazione d'uso, la compartizione degli ambienti, le corrette temperature di esercizio, possono essere efficaci quanto complessi interventi.

Un'altra considerazione di carattere generale può essere fatta sui sistemi di isolamento delle murature perimetrali esterne. Tutti i metodi di una qualche efficacia oggi disponibili, comportano almeno la sostituzione dell'intonaco esistente (come nel caso dell'intonaco termoisolante), più spesso anche la variazione della geometria di aggetti e specchiature. Tali interventi andranno, dunque, valutati con estremo rigore e assolutamente non effettuati in presenza di intonaci decorati, elementi in rilievo, e comunque ogni qual volta lo stato di conservazione consenta il mantenimento dell'intonaco storico. Per altro, le dimensioni e i materiali che compongono le murature perimetrali degli edifici storici hanno certamente una buona inerzia termica

di per sé; sarà casomai opportuno controllare l'umidità di risalita e i fenomeni di degrado che influenzano tali caratteristiche intrinseche.

Questione assai delicata è, poi, quella dei serramenti. Un confronto tra le possibili tecniche, evidenzia come sia frequentemente possibile conservare il serramento esistente pur ottenendo un miglioramento energetico accettabile. Un corretto recupero e l'inserimento di un vetrocamera di ridotto spessore può evitare la messa in opera di un nuovo elemento.

Altra considerazione di carattere generale è quella relativa all'isolamento della copertura. Il tetto è certamente una grande superficie disperdente ed il suo isolamento, con tecniche per altro sperimentate, comporta esclusivamente lo smontaggio con ripasso e successivo riposizionamento del manto di copertura; intervento per altro consueto nelle opere di restauro degli edifici storici.

Significative prospettive di avanzamento della ricerca potrebbero essere costituite dalla possibilità di applicare le tecniche individuate come idonee ad un edificio campione.

Il cantiere pilota potrebbe costituire un importante momento di raffronto sul campo dell'efficacia e della compatibilità dei diversi interventi, confrontati su di uno stesso edificio e, dunque, con risultati oggettivamente comparabili.

Il cantiere pilota potrebbe diventare una sorta di mostra permanente degli interventi di miglioramento energetico per gli edifici storici, all'interno di un più generale itinerario di conoscenza del tema del risparmio energetico e della sostenibilità ambientale, utile per livelli di utenza,

I tecnici del settore potrebbero vedere realizzati e valutati gli interventi che dovrebbero applicare, osservandone la riuscita ed evitando i possibili errori; gli utenti non esperti potrebbero, con un opportuno allestimento didattico interattivo, entrare in contatto con il tema ed apprezzarne l'importanza per il beneficio comune e personale.

Ulteriori interessanti sviluppi potrebbero essere costituiti dalla creazione, a partire dai dati raccolti nelle schede di valutazione e sintetizzati nelle tabelle, di una check list elettronica e disponibile su web, che aiuti i professionisti nelle scelte di intervento e nella redazione del progetto secondo standard di qualità minima.

6. Bibliografia essenziale

- Aa.Vv., Il riscaldamento nelle chiese e la conservazione dei beni culturali. Guida all'analisi dei pro e dei contro dei vari sistemi di riscaldamento, Electa, Milano 2006;
- Barbieri G., Gambi L. (a cura di), La casa rurale in Italia, Leo S.Olschki Editore, Firenze 1970;
- Butera F.M., Dalla caverna alla casa ecologica. Storia del comfort e dell'energia, Edizioni Ambiente, Milano 2007;
- Camuffo D., Microclimate for Cultural Heritage, Elsevier, Amsterdam 1998;
- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Chiesa G., Pandakovic D., Paesaggio e risorse energetiche. Le trasformazioni sostenibili nel territorio montano, Polipress, Milano 2007;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Couch Roura H., Serra Florensa R., L'energia nel progetto di architettura, Città Studi, Milano 1997;
- Dall'Ò G. (a cura di), Gli impianti nell'architettura e nel restauro, UTET, Torino 2003;
- Dall'Ò G. (a cura di), Gli impianti nell'architettura, UTET, Torino 2000;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;

- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Mammi S., Pietrantonio M. (a cura di), Il recupero energetico degli edifici, PiMark Editore, Milano 1986;
- Musso F.S., Franco G., Gnone M., Architettura rurale nel parco del Beigua. Guida alla manutenzione e al recupero, Marsilio, Venezia 2006;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni e impianti: impiantistica moderna nella ristrutturazione edilizia, Kappa, Roma 1982;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Violano A., La qualità nel progetto di architettura, Alinea, Firenze 2005;
- Zaffagnini M. (a cura di), Le case della grande pianura, Alinea, Firenze 1997;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002;

7. Sitografia

- Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA)
<http://www.eea.eu.int>
- Agenzia Promozione Ricerca Europea (Italia)
<http://www.apre.it>
- Associazione Nazionale Isolamento termico e Acustico
<http://www.anit.it>
- Associazione Produttori di Energia da Fonti Rinnovabili (APER) (Italia)
<http://www.aper.it>
- Associazione Termotecnica Italiana (ATI) (Italia)
<http://www.ati.it>
- Center for Renewable Energy and Sustainable Technology (CREST)
<http://www.crest.org>
- Comitato Termotecnico Italiano
<http://www.CTI2000.it>
- Commissione Europea
<http://europa.eu.int>
- Council of European Energy Regulators (Europa)
<http://www.ceer-eu.org>
- Direktorat Generale Ambiente
http://europa.eu.int/comm/dgs/environment/index_it.htm
- Eco-Planet - Gateway to clean and green World
<http://www.eco-planet.com>
- Ente per le Nuove Tecnologie, l'energia e l'ambiente (ENEA) (Italia)
<http://www.enea.it>
- European council for an energy efficient economy
<http://www.eceee.org>
- Eurosolar
<http://www.eurosolaritalia.org>
- Federazione Industrie, Prodotti, Impianti e Servizi per le Costruzione
<http://www.fincoweb.org>
- Federazione Italiana Produttori di Energia da Fonti Rinnovabili (FIPER) (Italia)
<http://www.fiper.it>

PARTE SECONDA

- 1. Schedatura dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico**
- 2. Valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico: tabelle di valutazione sintetica degli interventi**
- 3. Valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico: tabelle di valutazione dettagliate**
- 4. Valutazione dei principali interventi di miglioramento energetico per il patrimonio storico architettonico: calcolo della trasmittanza dei singoli interventi**

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	1
ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI		

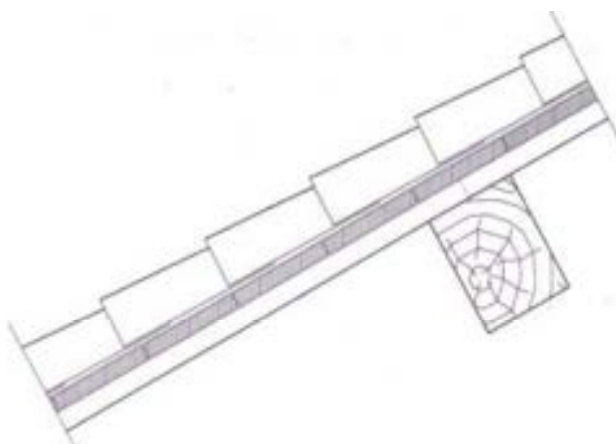
DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:

Il manto di copertura è formato da coppi poggianti su una struttura in legno, costituita da un assito e da un'orditura principale e secondaria di travi (copertura a due falde). Esternamente il manto si presenta in buone condizioni, è presente solo un degrado superficiale diffuso mentre internamente, la struttura lignea portante manifesta alcune problematiche legate ad infiltrazioni, con conseguente perdita delle sue capacità portanti. La conservazione di tali elementi risulta importante in quanto fungono da riparo all'intero manufatto e lo caratterizzano; è pertanto consigliabile il loro recupero con conseguente miglioramento dell'efficienza energetica.

POSSIBILI VINCOLI:

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E UN FELTRO ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) A RIDOTTO SPESSORE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un feltro isolante a ridotto spessore per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un minimo strato di protezione e tenuta termica.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, senza però risolvere in modo completo tutti i problemi legati al miglioramento energetico, in quanto si è preferito non modificare le geometrie degli elementi e le quote della copertura. È stato inserito infatti un feltro termoisolante di tipo convenzionale a ridotto spessore, per esempio un feltro in lana di vetro, che ha buone prestazioni isolanti termiche. La trasmittanza viene ridotta di circa il 40 % del valore iniziale con il solo inserimento di uno strato di 1,50 cm. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici a ridotto spessore quali la lana di roccia o pannelli in polistirene, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto dal punto di vista della permeabilità al vapore e della resistenza al degrado.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una buona riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E UN FELTRO ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) A RIDOTTO SPESSORE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7950	diff W	8

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	24

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	58	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIARANTE E UN FELTRO ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) A RIDOTTO SPESSORE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E UN FELTRO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) A RIDOTTO SPESSORE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un feltro di origine vegetale a ridotto spessore per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un minimo strato di protezione e tenuta termica.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

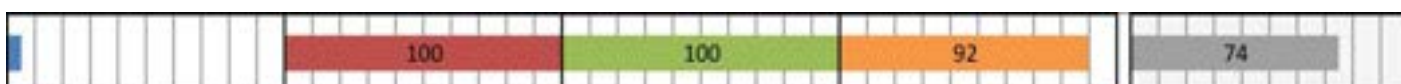
Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, senza però risolvere in modo completo tutti i problemi legati al miglioramento energetico, in quanto si è preferito non modificare le geometrie degli elementi e le quote della copertura. È stato inserito infatti un feltro termoisolante di origine vegetale a ridotto spessore, per esempio la fibra di lino, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche ed è inalterabile nel tempo. La trasmittanza viene ridotta di circa il 50 % del valore iniziale con il solo inserimento di uno strato di 1,50 cm. Come la fibra di lino, è possibile utilizzare altri isolanti termici a ridotto spessore quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di kenaf e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto dal punto di vista della permeabilità al vapore e dalla resistenza al degrado.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E UN FELTRO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) A RIDOTTO SPESSORE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7757	diff W	5

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	20	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	63	euro/mq	92

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIARANTE E UN FELTRO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) A RIDOTTO SPESSORE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E UN FELTRO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) A RIDOTTO SPESSORE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello termoisolante multistrato riflettente a ridotto spessore per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un ottimo strato di protezione e tenuta termica.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette una efficace riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura sino ad arrivare a valori ottimi per quanto riguarda il rendimento energetico anche se si è preferito non modificare le geometrie degli elementi e le quote della copertura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello multistrato termoriflettente a ridotto spessore, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche, con efficacia garantita per 10 anni. La trasmittanza viene ridotta di circa il 90 % del valore iniziale con il solo inserimento di uno strato di 2,00 cm. Come gli isolanti multistrato termoriflettenti, è possibile utilizzare altri isolanti termici a ridotto spessore come gli isolanti a transizione di fase (MTF) e quelli sottovuoto, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto per le differenti fasi di montaggio e di costi. Con queste ultime tipologie di isolante è infatti complessa la fase di installazione, in quanto è necessaria grande attenzione e un sistema più complesso di posa, in questo modo i costi aumentano sino ad arrivare a circa 110/170 €/mq con materiali di ottima qualità e rendimento.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una grande riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Pannello isolante delicato;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).
- Costo dell'opera molto elevato, dato dal materiale e dalle tecniche di posa.



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E UN FELTRO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) A RIDOTTO SPESSORE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	13100	diff W	91

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	84	euro/mq	57

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	1.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E UN FELTRO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) A RIDOTTO SPESSORE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (CONVENZIONALE) ALL'ESTRADOSSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello isolante di tipo convenzionale per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica la quota di copertura di circa 5/6 cm, che dipendono dalla natura del pannello.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, senza però risolvere in modo completo tutti i problemi legati al miglioramento energetico. È stato inserito infatti un pannello termoisolante di tipo convenzionale, per esempio in lana di vetro, che ha buone prestazioni isolanti termiche. La trasmittanza viene ridotta di circa il 81 % del valore iniziale con il solo inserimento di uno strato di 5,00 cm. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Permette un'ottima riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Modifica leggermente le quote di copertura.



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (CONVENZIONALE) ALL'ESTRADOSSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	11651	diff W	68

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	24

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	61	euro/mq	95

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

4

PUNTEGGIO

80

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (CONVENZIONALE) ALL'ESTRADOSSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) ALL'ESTRADOSSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere coompletamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello isolante di tipo ecoefficiente per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica la quota di copertura di circa 5/6 cm, che dipendono dalla natura del pannello.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

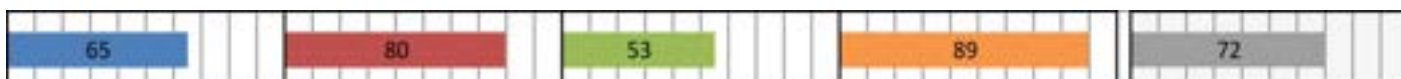
Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, senza però risolvere in modo completo tutti i problemi legati al miglioramento energetico, in quanto si è preferito non modificare le geometrie degli elementi. È stato inserito infatti un pannello termoisolante di origine vegetale, per esempio in fibra di canapa e kenaf, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche ed è inalterabile nel tempo (garantito 15 anni). Questo intervento riduce la trasmittanza di circa il 79 % del valore iniziale con il solo inserimento di uno strato di 5,00 cm. Come la fibra di canapa e kenaf, è possibile utilizzare altri isolanti termici di tipo vegetale ed ecoefficiente quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di lino, la fibra di cellulosa e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Permette un'ottima riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa;
- Modifica leggermente le quote di copertura.



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) ALL'ESTRADOSSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	11452	diff W	65

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	65	euro/mq	89

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

4

PUNTEGGIO

80

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) ALL'ESTRADOSSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) ALL'ESTRADOSSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e di un pannello termoisolante multistrato riflettente di tipologia innovativa per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Tale intervento modifica in modo molto ridotto le dimensioni e le geometrie degli elementi, aggiungendo alla struttura un ottimo strato di protezione e tenuta termica.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette un'efficace riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione e senza modificare le geometrie e le quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un pannello multistrato termoriflettente a ridotto spessore, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche, con efficacia garantita per 10 anni. Questo intervento riduce la trasmittanza di circa il 93 % del valore iniziale con il solo inserimento di uno strato di 3,00 cm. Come gli isolanti multistrato termoriflettenti, è possibile utilizzare altri isolanti termici a ridotto spessore come gli isolanti a transizione di fase (MTF) e quelli sottovuoto, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto per le differenti fasi di montaggio e di costi. Con queste ultime tipologie di isolante è infatti complessa la fase di installazione, in quanto è necessaria grande attenzione e un sistema più complesso di posa, in questo modo i costi aumentano sino ad arrivare a circa 110/190 €/mq con materiali di ottima qualità e rendimento.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una grande riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Pannello isolante delicato;
- Esecuzione lunga e laboriosa.



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) ALL'ESTRADOSSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	13647	diff W	100

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	80	euro/mq	64

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	2.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) ALL'ESTRADOSSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.1
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (CONVENZIONALE) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno preesistente, si passa alla creazione di una struttura areata formata da un pannello termoisolante di tipo convenzionale più uno strato d'aria, racchiusi tra due pannelli in legno (uno di questi recuperato dalla struttura presente). Questi vengono distanziati tramite listelli in legno delle dimensioni di 10 x 5 cm; l'assito superiore viene coperto da una membrana traspirante e protettiva in modo da preservare il più possibile la struttura. Tale intervento modifica la quota di copertura di circa 15 cm, che dipendono dalla nuova struttura isolante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, senza però risolvere in modo completo tutti i problemi legati al miglioramento energetico. È stato inserito infatti un pannello termoisolante di tipo convenzionale, per esempio in lana di vetro, che ha buone prestazioni isolanti termiche. La trasmittanza viene ridotta di circa il 84 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 5,00 cm di isolante, di uno strato d'aria e di un nuovo pannello in legno. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti. Per aumentare il potere isolante è possibile o aumentare lo spessore dell'isolante fino a 8 cm (riduzione del 90% del valore di trasmittanza di partenza) oppure aumentare l'intero pacchetto inserendo pannelli di 20 cm di spessore (riduzione del 94%).

POTENZIALITÀ:

- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Permette un'ottima riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Costo elevato;
- Modifica le geometrie e le quote della copertura;
- Esecuzione lunga e laboriosa.



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.1
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (CONVENZIONALE) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	12147	diff W	76

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	43

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	97	euro/mq	36

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

40

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.1
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (CONVENZIONALE) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.2
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno preesistente, si passa alla creazione di una struttura areata formata da un pannello termoisolante di tipo ecoefficiente più uno strato d'aria, racchiusi tra due pannelli in legno (uno di questi recuperato dalla struttura presente). Questi vengono distanziati tramite listelli in legno delle dimensioni di 10 x 5 cm; l'assito superiore viene coperto da una membrana traspirante e protettiva in modo da preservare il più possibile la struttura. Tale intervento modifica la quota di copertura di circa 15 cm, che dipendono dalla nuova struttura isolante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

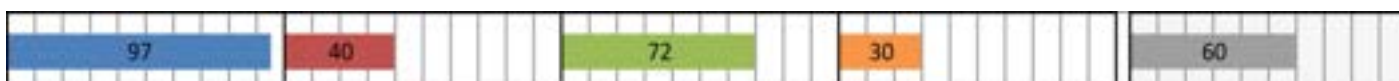
Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, senza però risolvere in modo completo tutti i problemi legati al miglioramento energetico. È stato inserito infatti un pannello termoisolante di tipo ecoefficiente, per esempio in fibra di canapa e kenaf, che ha buone prestazioni isolanti termiche. La trasmittanza viene ridotta di circa il 83 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 5,00 cm di isolante, di uno strato d'aria e di un nuovo pannello in legno. Come la fibra di canapa e kenaf, è possibile utilizzare altri isolanti di tipo vegetale ed ecoefficiente quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di lino, la fibra di cellulosa e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti. Per aumentare il potere isolante è possibile o aumentare lo spessore dell'isolante fino a 8 cm (riduzione del 88% del valore di trasmittanza di partenza) oppure aumentare l'intero pacchetto inserendo pannelli di 20 cm di spessore (riduzione del 92%).

POTENZIALITÀ:

- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Permette un'ottima riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Costo elevato;
- Modifica le geometrie e le quote della copertura;
- Esecuzione lunga e laboriosa.



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.2
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	13433	diff W	97

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	17	anni	72

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	101	euro/mq	30

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

40

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.2
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (ECOEFFICIENTE) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.3
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno preesistente, si passa alla creazione di una struttura areata formata da un pannello termoisolante di tipo innovativo più uno strato d'aria, racchiusi tra due pannelli in legno (uno di questi recuperato dalla struttura presente). Questi vengono distanziati tramite listelli in legno delle dimensioni di 5 x 5 cm; l'assito superiore viene coperto da una membrana traspirante e protettiva in modo da preservare il più possibile la struttura. Tale intervento modifica la quota di copertura di circa 15 cm, che dipendono dalla nuova struttura isolante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, senza però risolvere in modo completo tutti i problemi legati al miglioramento energetico. È stato inserito infatti un pannello termoisolante di tipo innovativo, per esempio un pannello isolante multistrato termoriflettente, che ha ottime prestazioni isolanti termiche. La trasmittanza viene ridotta di circa il 93 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 3,00 cm di isolante, di uno strato d'aria e di un nuovo pannello in legno. Come gli isolanti multistrato termoriflettenti, è possibile utilizzare altri isolanti termici a ridotto spessore come gli isolanti a transizione di fase (MTF) e quelli sottovuoto, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto per le differenti fasi di montaggio e di costi. Con queste ultime tipologie di isolante è infatti complessa la fase di installazione, in quanto è necessaria grande attenzione e un sistema più complesso di posa, in questo modo i costi aumentano sino ad arrivare a circa 180/240 €/mq con materiali di ottima qualità e rendimento (riduzione del valore di trasmittanza iniziale pari al 96 % - costo circa 240 €/mq).

POTENZIALITÀ:

- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Permette una perfetta riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Costo elevato;
- Modifica le geometrie e le quote della copertura;
- Esecuzione lunga e laboriosa.



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.3
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	13617	diff W	100

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	24

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	116	euro/mq	5

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

40

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	3.3
INTERVENTO: RECUPERO DELLA COPERTURA, INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN PANNELLO TERMOISOLANTE (INNOVATIVO) E CREAZIONE INTERCAPEDINE AERATA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) ALL'INTRADOSSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e all'incollaggio di un isolante di tipo convenzionale all'intradosso dell'orditura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, risolvendo la maggior parte dei problemi legati alla dispersione termica, in quanto si è preferito non modificare le geometrie degli elementi e le quote della copertura. È stato inserito infatti un isolante termico di tipo convenzionale, per esempio in lana di vetro, che ha buone prestazioni isolanti termiche. La trasmittanza viene ridotta di circa il 88 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 10,00 cm. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Permette un'ottima riduzione delle dispersioni termiche;
- Non vengono modificate le quote di copertura.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) ALL'INTRADOSSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	12933	diff W	88

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	24

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	77	euro/mq	69

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) ALL'INTRADOSSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (ECOEFFICIENTE) ALL'INTRADOSSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e all'incollaggio di un isolante di tipo ecoefficiente all'intradosso dell'orditura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

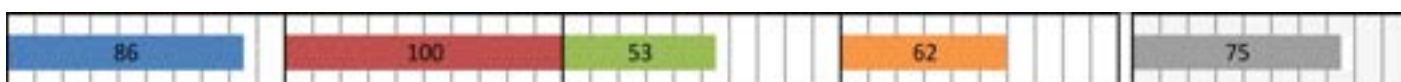
Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, risolvendo la maggior parte dei problemi legati alla dispersione termica, in quanto si è preferito non modificare le geometrie degli elementi e le quote della copertura. È stato inserito infatti un isolante termico di origine vegetale, per esempio in fibra di canapa e kenaf, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche ed è inalterabile nel tempo (garantito 15 anni). Questo intervento riduce la trasmittanza di circa il 88 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 10,00 cm. Come la fibra di canapa e kenaf, è possibile utilizzare altri isolanti termici di tipo vegetale ed ecoefficiente quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di lino, la fibra di cellulosa e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (ECOEFFICIENTE) ALL'INTRADOSSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	16347	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	12804	diff W	86

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	81	euro/mq	62

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (ECOEFFICIENTE) ALL'INTRADOSSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (INNOVATIVO) ALL'INTRADOSSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e all'incollaggio di un isolante di tipo innovativo all'intradosso dell'orditura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

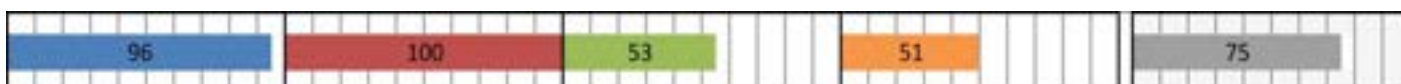
Questo intervento permette un'efficace riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione e senza modificare le geometrie e le quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un isolante in schiuma polyso, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche, con efficacia garantita per 10 anni. Questo intervento riduce la trasmittanza di circa il 92 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 10,00 cm. Come gli isolanti in schiuma, è possibile utilizzare altri isolanti termici come gli isolanti a transizione di fase (MTF) e quelli sottovuoto, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto per le differenti fasi di montaggio e di costi. Con queste ultime tipologie di isolante è infatti complessa la fase di installazione (in alcuni casi non sempre possibile per queste tipologie di isolanti), in quanto è necessaria grande attenzione e un sistema più complesso di posa, in questo modo i costi aumentano sino ad arrivare a circa 120/200 €/mq con materiali di ottima qualità e rendimento.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una grande riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (INNOVATIVO) ALL'INTRADOSSO			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	13412	diff W	96

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	53

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	88	euro/mq	51

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma della copertura;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;	x		
• Mantenimento delle quote di copertura;	x		
• Mantenimento dei materiali storici della copertura;	x		
• Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	5	PUNTEGGIO
			100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	4.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA E MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA TRASPIRANTE E DI UN ISOLANTE TERMICO (INNOVATIVO) ALL'INTRADOSSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e all'incollaggio di un isolante di tipo convenzionale all'intradosso dell'orditura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Infine verrà realizzata una chiusura in cartongesso applicata ad appoggi metallici precedentemente installati. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, risolvendo la maggior parte dei problemi legati alla dispersione termica, in quanto si è preferito non modificare le geometrie degli elementi e le quote della copertura. È stato inserito infatti un isolante termico di tipo convenzionale, per esempio in lana di vetro, che ha buone prestazioni isolanti termiche. La trasmittanza viene ridotta di circa il 88 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 10,00 cm. Come la lana di vetro, è possibile utilizzare altri isolanti termici quali la lana di roccia, pannelli in polistirene espanso o estruso e pannelli in poliuretano espanso, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti e costi leggermente più alti.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Permette un'ottima riduzione delle dispersioni termiche;
- Non vengono modificate le quote di copertura.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	13235	diff W	93

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	43

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	92	euro/mq	44

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (CONVENZIONALE) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (ECOEFFICIENTE) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e all'incollaggio di un isolante di tipo ecoefficiente all'intradosso dell'orditura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Infine verrà realizzata una chiusura in cartongesso applicata ad appoggi metallici precedentemente installati. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

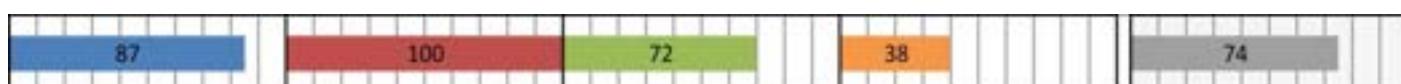
Questo intervento permette la riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura, risolvendo la maggior parte dei problemi legati alla dispersione termica, in quanto si è preferito non modificare le geometrie degli elementi e le quote della copertura. È stato inserito infatti un isolante termico di origine vegetale, per esempio in fibra di canapa e kenaf, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche ed è inalterabile nel tempo (garantito 15 anni). Questo intervento riduce la trasmittanza di circa il 88 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 10,00 cm. Come la fibra di canapa e kenaf, è possibile utilizzare altri isolanti termici di tipo vegetale ed ecoefficiente quali la fibra di mais, il sughero, la fibra di legno, la fibra di lino, la fibra di cellulosa e la fibra di juta, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche tecniche differenti.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace;
- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (ECOEFFICIENTE) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	12847	diff W	87

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	17	anni	72

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	96	euro/mq	38

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (ECOEFFICIENTE) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (INNOVATIVO) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

I coppi devono essere completamente rimossi dal manto di copertura per poter eseguire una loro plitura e manutenzione nel caso di elementi rotti o danneggiati. Successivamente si passa alla manutenzione della struttura lignea, con una sverniciatura delle travi, dei travicelli e dell'assito su cui è stata applicata la pittura e carteggiatura per eliminare trattamenti precedenti o strati di pitturazione residui. Per quanto riguarda la struttura lignea si procede con uno stuccaggio per ottenere una continuità della superficie e la sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria. Una volta terminate le fasi di manutenzione della struttura in legno si passa all'inserimento di una guaina in modo da proteggere gli elementi lignei e all'incollaggio di un isolante di tipo innovativo all'intradosso dell'orditura per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto e permettere una maggiore traspirabilità. Infine verrà realizzata una chiusura in cartongesso applicata ad appoggi metallici precedentemente installati. Lo spessore dello strato di isolante dipende dall'altezza delle travi in legno e l'intera operazione non comporta modifiche alle geometrie e alle quote dell'intera copertura.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

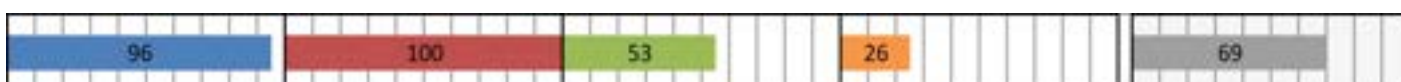
Questo intervento permette un'efficace riduzione delle dispersioni e aumenta la capacità termoisolante della copertura risolvendo in modo completo le problematiche di dispersione e senza modificare le geometrie e le quote della struttura. È stato inserito infatti un isolante di tipo innovativo, per esempio un isolante in schiuma polyso, che ha ottime prestazioni isolanti termiche e acustiche, con efficacia garantita per 10 anni. Questo intervento riduce la trasmittanza di circa il 92 % del valore iniziale con l'inserimento di uno strato di 10,00 cm. Come gli isolanti in schiuma, è possibile utilizzare altri isolanti termici come gli isolanti a transizione di fase (MTF) e quelli sottovuoto, che hanno un potere termoisolante simile, ma caratteristiche diverse, soprattutto per le differenti fasi di montaggio e di costi. Con queste ultime tipologie di isolante è infatti complessa la fase di installazione (in alcuni casi non sempre possibile per queste tipologie di isolanti), in quanto è necessaria grande attenzione e un sistema più complesso di posa, in questo modo i costi aumentano sino ad arrivare a circa 120/200 €/mq con materiali di ottima qualità e rendimento.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota della copertura;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Permette una grande riduzione delle dispersioni termiche.

CRITICITÀ:

- Esecuzione lunga e laboriosa (per il recupero).



ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (INNOVATIVO) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	13647	diff W	100
Intervento meno efficace	7757	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	13428	diff W	96

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	20	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	58	euro/mq	100
Intervento meno economico	116	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	103	euro/mq	26

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma della copertura;
- Mantenimento della geometria e della forma della struttura portante;
- Mantenimento delle quote di copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della copertura;
- Mantenimento dei materiali storici della struttura portante.

x

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI	A	1	5.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL MANTO DI COPERTURA, MESSA IN OPERA DI UNA MEMBRANA E DI UN ISOLANTE TERMICO (INNOVATIVO) ALL'INTRADOSSO CON CHIUSURA IN CARTONGESSO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 1.

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	2
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA		

DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:

Muratura in mattoni pieni dello spessore di circa 55 cm intonacata da entrambi i lati. Tale tipologia costituisce gran parte dell'involucro esterno dell'edificio, costituendo una grande superficie di dispersione termica per conduzione. Il valore di trasmittanza del pacchetto si avvicina agli 1,05 W/mqK nel periodo più freddo dell'anno, mentre i valori delle prestazioni estive mostrano un buon comportamento. La muratura perimetrale è formata anche da sola muratura in laterizi pieni faccia a vista (torre), con trasmittanza di 1,13 W/mqK. All'esterno il manufatto si presenta in buono stato, con la presenza di alcuni elementi di decorazione che andrebbero conservati.

POSSIBILI VINCOLI:

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

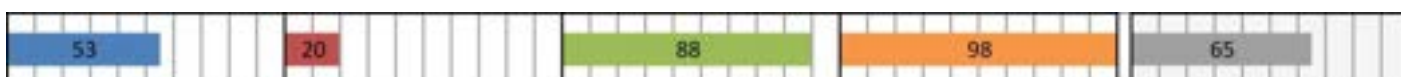
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso (EPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 61 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8482	diff W	53

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	88

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	59	euro/mq	98

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

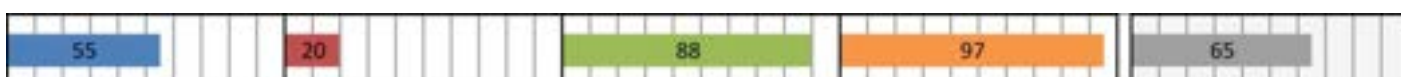
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 62 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8587	diff W	55

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	88

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	60	euro/mq	97

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

☒

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

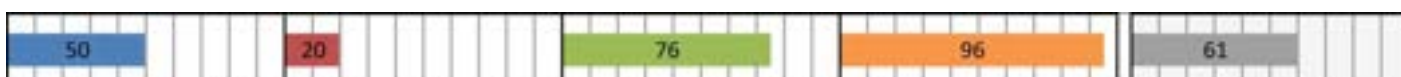
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da lana di roccia trattato con resine termoindurenti dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 60 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante si origina dalla fusione della roccia vulcanica ed è di origine minerale. Tale materiale ha un buon comportamento termico (per l'elevata quantità d'aria presente all'interno), è un buon isolante acustico, è incombustibile, altamente drenante, inalterabile e inattaccabile da insetti. Il pannello deve essere abbinato a una barriera al vapore per evitare che la condensa ne limiti le caratteristiche termoisolanti.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8297	diff W	50

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	76

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	61	euro/mq	96

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	1.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

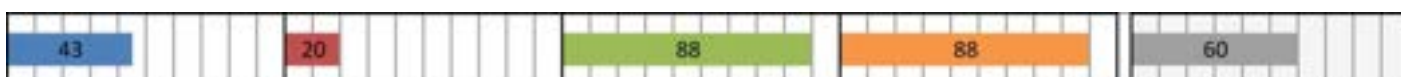
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da sughero nero autoespanso dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 59 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, che proviene dalla polpa di corteccia di sughero, è un ottimo isolante termico e acustico, impermeabile ai liquidi e ai gas, traspirante, elastico, leggero. resistente all'usura, al fuoco e all'attacco di roditori e insetti. L'unico punto debole è presente in caso di umidità permanente in quanto può essere attaccato da muffe; comunque, in generale, è un ottimo materiale termoisolante e permette alla muratura grande traspirabilità e conseguente ottimo comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7929	diff W	43

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	88

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	69	euro/mq	88

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

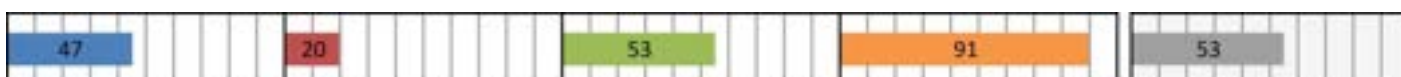
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di cellulosa dello spessore di 5 cm, ricavata da legno di conifere, da cotone, canapa e lino, ma soprattutto dal riciclo della carta, che riduce la trasmittanza di circa il 59 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, è un ottimo isolante termico, acustico ed elettrico, è traspirante, è un buon regolatore igrometrico ed è di facile lavorazione. L'unico punto a suo sfavore è l'attaccabilità da parte di muffe, il materiale deve essere pertanto trattato con sali di boro.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8113	diff W	47

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	66	euro/mq	91

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

☒

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

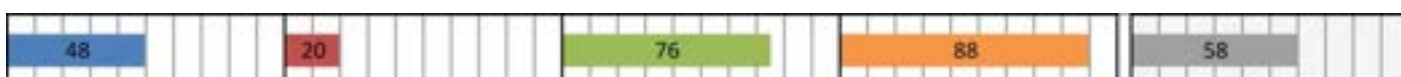
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 60 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8205	diff W	48

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	76

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	69	euro/mq	88

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	2.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

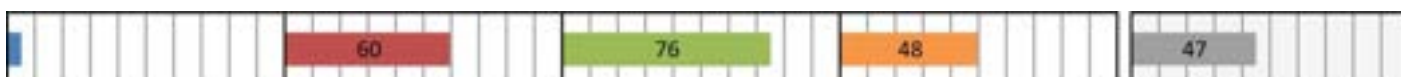
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da un feltro isolante che ha subito un trattamento all'aerogel dello spessore di 0,9 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 42 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da una sostanza allo stato solido simile al gel composto per il 99,8% da aria (che ne determina la semitrasparenza) e per il restante 0,2% da silice, alluminio, cromo, stagno o carbonio. È la sostanza meno densa tra quelle conosciute (1.000 volte inferiore al vetro), ha un bassissimo valore di conduttività termica, che conferisce al materiale stesso un alto potere di isolamento termico e acustico. Viene rinforzato con fibre feltrate in PET in modo da renderlo resistente, nanoporoso, flessibile, idrofobo e allo stesso tempo traspirante. Grazie al suo ridottissimo spessore è possibile effettuare dei rivestimenti quasi invisibili non modificando le geometrie originarie del manufatto se non di 1 cm.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Ridottissimo spessore;
- Mantenimento delle geometrie del manufatto.

CRITICITÀ:

- Costoso se rapportato all'efficacia.
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Meno efficace dal punto di vista energetico.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	5729	diff W	5

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	76

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	110	euro/mq	48

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☒
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☒
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

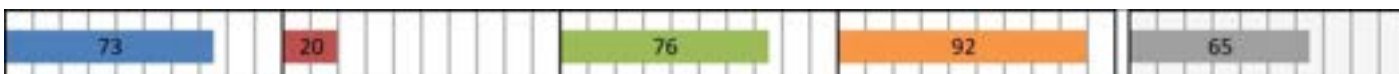
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 70 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si presta a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Elevata riduzione di potenza dispersa;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	9602	diff W	73

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	76

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	65	euro/mq	92

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (ACIDO SILICIO MACROPOROSO SOTTOVUOTO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno alla muratura perimetrale consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 4) applicazione del rivestimento continuo finale.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapor d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Idonea permeabilità al vapore e capacità di assorbimento dell'acqua meteorica quasi nulla, completano i dati prestazionali dei "cappotti esterni". Solitamente la posa del cappotto è effettuata a circa 2 m sopra il piano di calpestio per evitare danni da urti. Il pannello isolante utilizzato è costituito da acido silicio sottovuoto dello spessore di 1,5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 75 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da pannelli evacuati composti da acido silicio macroporoso rivestito con una pellicola di plastica metallizzata che consente di mantenere il sottovuoto. Mostrano una conduttività termica pari a circa un decimo di quella dei materiali convenzionali, il che significa che un pannello sottovuoto di 2 cm produce la stessa azione isolante di un pannello convenzionale di 20 cm. Vanno lavorati e posati con cura per non distruggerne la pellicola protettiva e, non potendo essere tagliati in loco, vengono prodotti direttamente nel formato richiesto. Grazie al suo ridottissimo spessore è possibile effettuare dei rivestimenti quasi invisibili non modificando le geometrie originarie del manufatto se non di 1,5 cm.

POTENZIALITÀ:

- Elevata riduzione di potenza dispersa;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Ridottissimo spessore;
- Mantenimento delle geometrie del manufatto.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (ACIDO SILICIO MACROPOROSO SOTTOVUOTO)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	10470	diff W	88

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	29

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	153	euro/mq	5

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	3.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (ACIDO SILICIO MACROPOROSO SOTTOVUOTO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

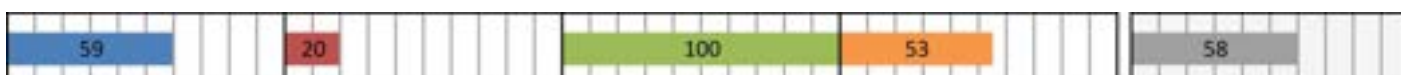
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso (EPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 64 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso in rapporto all'efficacia.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8798	diff W	59

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	104	euro/mq	53

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

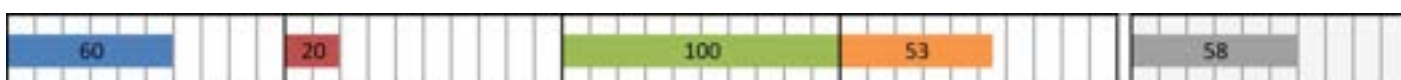
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 64 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso in rapporto all'efficacia.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8890	diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	105	euro/mq	53

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

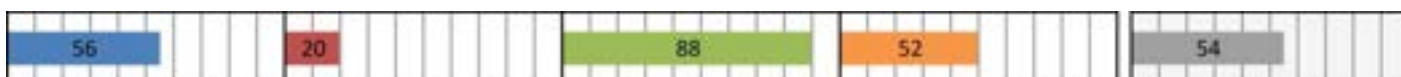
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato è costituito da lana di roccia trattato con resine termoindurenti dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 63 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante si origina dalla fusione della roccia vulcanica ed è di origine minerale. Tale materiale ha un buon comportamento termico (per l'elevata quantità d'aria presente all'interno), è un buon isolante acustico, è incombustibile, altamente drenante, inalterabile e inattaccabile da insetti. Il pannello deve essere abbinato a una barriera al vapore per evitare che la condensa ne limiti le caratteristiche termoisolanti.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso in rapporto all'efficacia.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8627	diff W	56

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	88

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	106	euro/mq	52

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	4.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

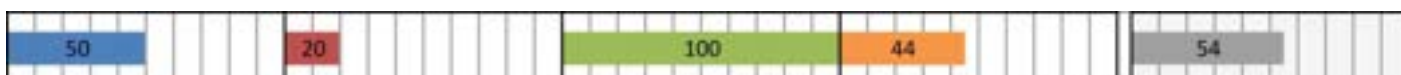
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato è costituito da sughero nero autoespanso dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 60 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, che proviene dalla polpa di corteccia di sughero, è un ottimo isolante termico e acustico, impermeabile ai liquidi e ai gas, traspirante, elastico, leggero, resistente all'usura, al fuoco e all'attacco di roditori e insetti. L'unico punto debole è presente in caso di umidità permanente in quanto può essere attaccato da muffe; comunque, in generale, è un ottimo materiale termoisolante e permette alla muratura grande traspirabilità e conseguente ottimo comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso in rapporto all'efficacia.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8311	diff W	50

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	114	euro/mq	44

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	☐		
• Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;	☐		
• Mantenimento delle decorazioni esterne;	☐		
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	☒		
• Mantenimento dei materiali storici delle finiture.	☐		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO 20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

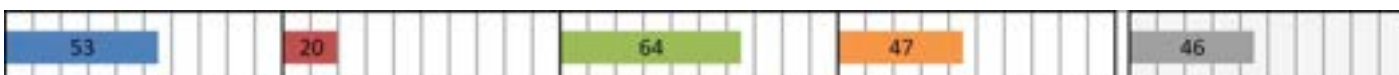
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di cellulosa dello spessore di 5 cm, ricavata da legno di conifere, da cotone, canapa e lino, ma soprattutto dal riciclo della carta, che riduce la trasmittanza di circa il 61 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, è un ottimo isolante termico, acustico ed elettrico, è traspirante, è un buon regolatore igrometrico ed è di facile lavorazione. L'unico punto a suo sfavore è l'attaccabilità da parte di muffe, il materiale deve essere pertanto trattato con sali di boro.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso in rapporto all'efficacia.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8469	diff W	53

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	13	anni	64

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	111	euro/mq	47

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

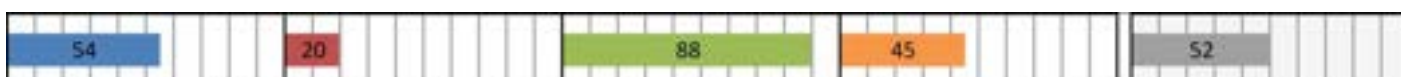
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 62 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso in rapporto all'efficacia.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8548	diff W	54

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	88

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	113	euro/mq	45

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

☒

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	5.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Viene inserito un pannello multistrato termoriflettente dello spessore di 3 cm, che riduce la trasmittanza di circa l'81 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da 19 componenti a ridotto spessore che permettono un ottimo comfort termico invernale, creando una barriera al freddo con la restituzione del calore emesso all'interno delle stanze, e estivo, rimandando all'esterno l'irraggiamento. L'unica accortezza da rispettare è la posa di questa tipologia di pannello, infatti è necessario creare un'intercapedine su entrambi i lati dell'isolante per permettere il corretto funzionamento e infine deve essere fissato e sormontato attraverso apposite graffe.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	11169	diff W	100

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	11	anni	41

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	125	euro/mq	33

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

☒

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.1
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

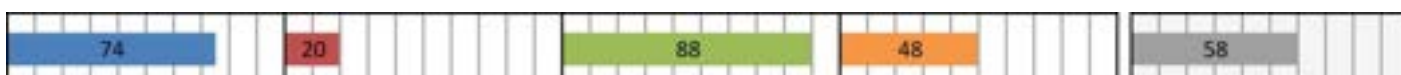
Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 70 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si prestano a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	9681	diff W	74

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	88

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	110	euro/mq	48

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.2
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto esterno con intercapedine aerata consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche, impedendo la dispersione per conduzione e per irraggiamento. In aggiunta la zona aerata favorisce l'eliminazione del vapore d'acqua e contrasta la radiazione solare, proteggendo la struttura e l'isolante da stress termici. Con tale intervento si annullano anche le dispersioni dovute a ponti termici, con però alcuni aspetti negativi, come ad esempio l'impossibilità di mantenere le finiture esterne originarie e gli altissimi costi, dovuti soprattutto all'intervento. La posa in opera di tale sistema si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura; 2) Posa di correntini verticali sul muro esterno fra i quali vengono alloggiati i pannelli isolanti; 3) Applicazione di un'orditura orizzontale che crea un'intercapedine d'aria di dimensioni variabili (2-5 cm); 4) Applicazione del rivestimento continuo finale costituito da intonaco su rete, lastre prefabbricate, oppure altre finiture compatibili, lasciando due aperture, all'estremità inferiore e superiore per garantire la ventilazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di coibentazione consente di eliminare i ponti termici e i fenomeni di condensazione del vapore d'acqua, migliora l'inerzia termica dell'edificio ed aumenta la temperatura superficiale degli strati costituenti la struttura edilizia. Il sistema elimina completamente il vapore acqueo e permette una grande traspirabilità della muratura, ottenendo inoltre una diminuzione dell'umidità, dovuta all'effetto "camino" che si verifica nell'intercapedine una volta che il calore assorbito dal rivestimento viene ceduto all'aria. Il pannello isolante utilizzato riduce la trasmittanza di circa il 74 % del valore iniziale ed è costituito da materiali a transizione di fase, capaci di immagazzinare calore e di rilasciarlo durante il cambiamento di fase. Questa tipologia di isolante permette perciò una forte riduzione delle dispersioni e inoltre, nel periodo estivo, dà modo alle murature di rilasciare il calore assorbito durante la giornata di notte.

POTENZIALITÀ:

- Protezione dalle escursioni termiche;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Eliminazione dei ponti termici;
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Ottimo rendimento energetico;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Modifica la geometria dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Generalmente troppo invasivo;
- Costoso.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	10155	diff W	82

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	41

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	120	euro/mq	38

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

20

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	6.3
INTERVENTO: CAPPOTTO ESTERNO CON INTERCAPEDINE AERATA - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	7.1
INTERVENTO: POSA DI INTONACO TERMOISOLANTE CLASSICO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un intonaco di tipo termico è molto utile nei casi in cui non è possibile intervenire sui manufatti con numerosi vincoli, in quanto permette il mantenimento delle geometrie e delle forme, aggiungendo però un minimo isolamento dal punto di vista termico. Infatti non è possibile ottenere valori simili a quelli di un cappotto esterno, però permette, oltre ad una diminuzione delle dispersioni, anche una maggiore traspirabilità delle murature. Oltre a queste proprietà, possiede anche delle buone capacità fonoassorbenti, date dai materiali che costituiscono la miscela. Le fasi essenziali per la posa di un intonaco termico sono due: 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Stesura dell'intonaco termico applicato a spruzzo.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di intervento permette una buona traspirabilità della muratura oltre ad un buon isolamento termico, dato da circa 4 cm di spessore, con una diminuzione del 45 % del valore di trasmittanza iniziale. Tale intonaco è costituito da un premiscelato di sughero (granulometria 0 - 3 mm), argilla, polveri diatomeiche e legante idraulico ad elevata resistenza alla compressione e al fuoco.

POTENZIALITÀ:

- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Costoso in rapporto all'efficienza;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	7.1
INTERVENTO: POSA DI INTONACO TERMOISOLANTE CLASSICO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	6177	diff W	13

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	8	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	57	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☐
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☐
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☐
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

4

PUNTEGGIO

80

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	7.1
INTERVENTO: POSA DI INTONACO TERMOISOLANTE CLASSICO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	7.2
INTERVENTO: POSA DI INTONACO TERMOISOLANTE ADDITIVATO CON MATERIALE A TRANSIZIONE DI FASE (PCM)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un intonaco di tipo termico è molto utile nei casi in cui non è possibile intervenire sui manufatti con numerosi vincoli, in quanto permette il mantenimento delle geometrie e delle forme, aggiungendo però un minimo isolamento dal punto di vista termico. Infatti non è possibile ottenere valori simili a quelli di un cappotto esterno, però permette, oltre ad una diminuzione delle dispersioni, anche una maggiore traspirabilità delle murature. Oltre a queste proprietà, possiede anche delle buone capacità fonoassorbenti, date dai materiali che costituiscono la miscela. Le fasi essenziali per la posa di un intonaco termico sono due: 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Stesura dell'intonaco termico applicato a spruzzo.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di intervento permette una buona traspirabilità della muratura oltre ad un buon isolamento termico, dato da circa 4 cm di spessore, con una diminuzione del 51 % del valore di trasmittanza iniziale. Tale intonaco è costituito per la maggior parte da Micronal PCM, un materiale a transizione di fase, poi da sughero (granulometria 0 - 1,2 mm), argilla, polveri diatomeiche e legante idraulico ad elevata resistenza alla compressione e al fuoco. Proprio grazie alla presenza di materiale a cambio di fase è possibile, da parte dello strato di intonaco, un accumulo di energia - calore, che viene poi rilasciato quando il materiale cambia di stato.

POTENZIALITÀ:

- Diminuzione dell'umidità della muratura;
- Protegge dagli agenti atmosferici la facciata (soprattutto dall'umidità);
- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Costoso in rapporto all'efficienza;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	7.2
INTERVENTO: POSA DI INTONACO TERMOISOLANTE ADDITIVATO CON MATERIALE A TRANSIZIONE DI FASE (PCM)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	11169	diff W	100
Intervento meno efficace	5729	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	6968	diff W	27

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	8	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	29

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	57	euro/mq	100
Intervento meno economico	153	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	68	euro/mq	89

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto; ☒
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture; ☒
- Mantenimento delle decorazioni esterne; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle murature; ☒
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture. ☐

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

4

PUNTEGGIO

80

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA	A	2	7.2
INTERVENTO: POSA DI INTONACO TERMOISOLANTE ADDITIVATO CON MATERIALE A TRANSIZIONE DI FASE (PCM)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 2.

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	3
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA		

DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:

Muratura in mattoni pieni dello spessore di circa 55 cm intonacata da entrambi i lati. Tale tipologia costituisce gran parte dell'involucro interno dell'edificio, costituendo una grande superficie di dispersione termica per conduzione. Il valore di trasmittanza del pacchetto si avvicina agli 1,05 W/mqK nel periodo più freddo dell'anno, mentre i valori delle prestazioni estive mostrano un buon comportamento. La muratura perimetrale è formata anche da sola muratura in laterizi pieni faccia a vista (torre), con trasmittanza di 1,13 W/mqK. All'interno il manufatto si presenta in uno stato di conservazione abbastanza buono, anche se gli intonaci interni non sono quelli originari, ma un rifacimento posteriore, che perciò dà la possibilità di poter intervenire con maggiore libertà.

POSSIBILI VINCOLI:

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento delle decorazioni interne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

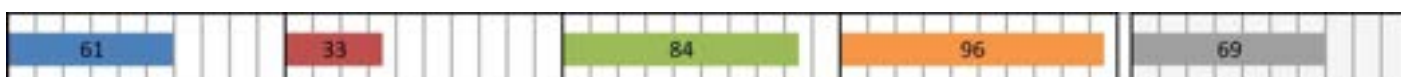
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso (EPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 62 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7379	diff W	61

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	69	euro/mq	96

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - XPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

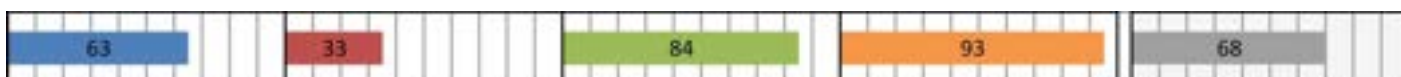
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 63 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - XPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7458	diff W	63

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	70	euro/mq	93

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - XPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da lana di roccia trattato con resine termoindurenti dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 61 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante si origina dalla fusione della roccia vulcanica ed è di origine minerale. Tale materiale ha un buon comportamento termico (per l'elevata quantità d'aria presente all'interno), è un buon isolante acustico, è incombustibile, altamente drenante, inalterabile e inattaccabile da insetti. Il pannello deve essere abbinato a una barriera al vapore per evitare che la condensa ne limiti le caratteristiche termoisolanti.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7220	diff W	58

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	71	euro/mq	91

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	1.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

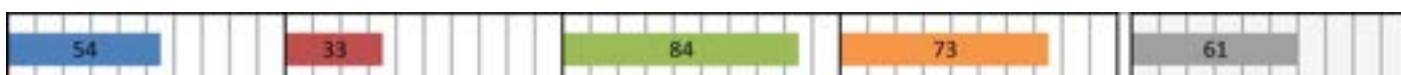
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da sughero nero autoespanso dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 58 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, che proviene dalla polpa di corteccia di sughero, è un ottimo isolante termico e acustico, impermeabile ai liquidi e ai gas, traspirante, elastico, leggero, resistente all'usura, al fuoco e all'attacco di roditori e insetti. L'unico punto debole è presente in caso di umidità permanente in quanto può essere attaccato da muffe; comunque, in generale, è un ottimo materiale termoisolante e permette alla muratura grande traspirabilità e conseguente ottimo comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	6926	diff W	54

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	79	euro/mq	73

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di cellulosa dello spessore di 5 cm, ricavata da legno di conifere, da cotone, canapa e lino, ma soprattutto dal riciclo della carta, che riduce la trasmittanza di circa il 59 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, è un ottimo isolante termico, acustico ed elettrico, è traspirante, è un buon regolatore igrometrico ed è di facile lavorazione. L'unico punto a suo sfavore è l'attaccabilità da parte di muffe, il materiale deve essere pertanto trattato con sali di boro.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7062	diff W	56

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	37

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	76	euro/mq	80

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

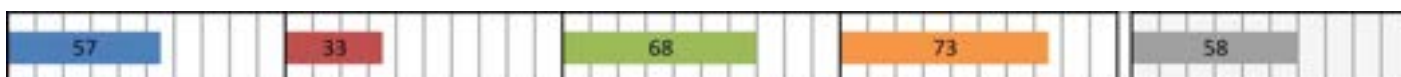
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 60 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7141	diff W	57

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	79	euro/mq	73

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;			
• Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;			
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x		
3	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO 33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	2.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

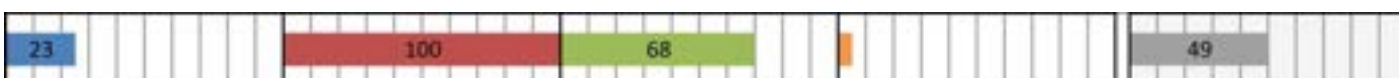
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da un feltro isolante che ha subito un trattamento all'aerogel dello spessore di 0,9 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 43 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da una sostanza allo stato solido simile al gel composto per il 99,8% da aria (che ne determina la semitrasparenza) e per il restante 0,2% da silice, alluminio, cromo, stagno o carbonio. È la sostanza meno densa tra quelle conosciute (1.000 volte inferiore al vetro), ha un bassissimo valore di conduttività termica, che conferisce al materiale stesso un alto potere di isolamento termico e acustico. Viene rinforzato con fibre feltrate in PET in modo da renderlo resistente, nanoporoso, flessibile, idrofobo e allo stesso tempo traspirante. Grazie al suo ridottissimo spessore è possibile effettuare dei rivestimenti quasi invisibili non modificando le geometrie originarie del manufatto se non di 1 cm.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Non modifica, se non leggermente, le geometrie originarie del manufatto;
- Ridottissimo spessore.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Meno efficace dal punto di vista energetico;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto;
- Costoso se rapportato all'efficacia.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	5112	diff W	23

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	110	euro/mq	5

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	X		
• Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;	X		
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x		
3	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO 100

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

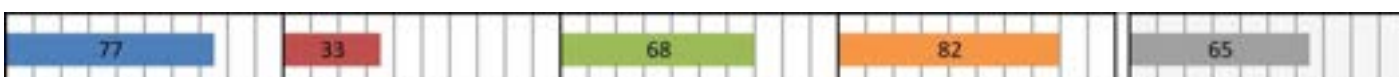
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 70 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si prestano a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8309	diff W	77

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	75	euro/mq	82

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato riduce la trasmittanza di circa il 68 % del valore iniziale ed è costituito da materiali a transizione di fase, capaci di immagazzinare calore e di rilasciarlo durante il cambiamento di fase. Questa tipologia di isolante permette perciò una forte riduzione delle dispersioni e inoltre, nel periodo estivo, dà modo alle murature di rilasciare il calore assorbito durante la giornata di notte.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8105	diff W	74

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	85	euro/mq	60

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	3.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CLASSICO - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

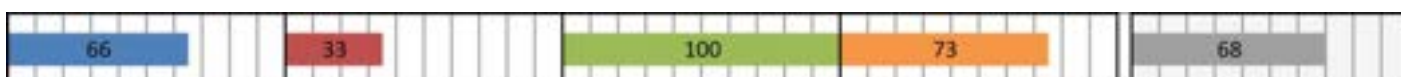
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso (EPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 64 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7640	diff W	66

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	79	euro/mq	73

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

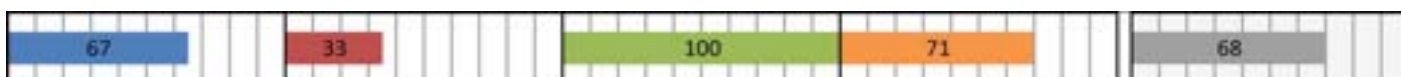
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 65 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7719	diff W	67

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	80	euro/mq	71

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

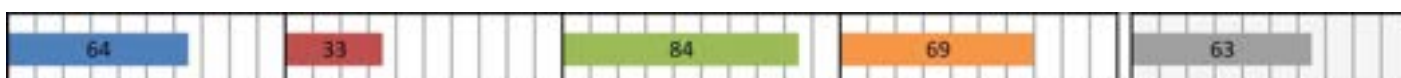
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da lana di roccia trattato con resine termoindurenti dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 63 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante si origina dalla fusione della roccia vulcanica ed è di origine minerale. Tale materiale ha un buon comportamento termico (per l'elevata quantità d'aria presente all'interno), è un buon isolante acustico, è incombustibile, altamente drenante, inalterabile e inattaccabile da insetti. Il pannello deve essere abbinato a una barriera al vapore per evitare che la condensa ne limiti le caratteristiche termoisolanti.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7504	diff W	64

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	81	euro/mq	69

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	4.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (LANA DI ROCCIA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

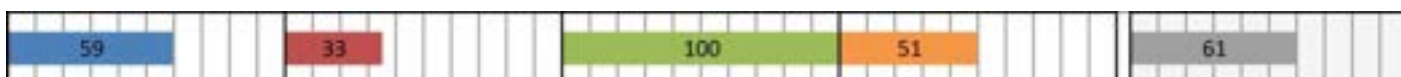
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da sughero nero autoespanso dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 61 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, che proviene dalla polpa di corteccia di sughero, è un ottimo isolante termico e acustico, impermeabile ai liquidi e ai gas, traspirante, elastico, leggero, resistente all'usura, al fuoco e all'attacco di roditori e insetti. L'unico punto debole è presente in caso di umidità permanente in quanto può essere attaccato da muffe; comunque, in generale, è un ottimo materiale termoisolante e permette alla muratura grande traspirabilità e conseguente ottimo comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7243	diff W	59

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	89	euro/mq	51

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;			
• Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;			
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x		
3	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO 33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di cellulosa dello spessore di 5 cm, ricavata da legno di conifere, da cotone, canapa e lino, ma soprattutto dal riciclo della carta, che riduce la trasmittanza di circa il 62 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, è un ottimo isolante termico, acustico ed elettrico, è traspirante, è un buon regolatore igrometrico ed è di facile lavorazione. L'unico punto a suo sfavore è l'attaccabilità da parte di muffe, il materiale deve essere pertanto trattato con sali di boro.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7368	diff W	61

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	13	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	86	euro/mq	58

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

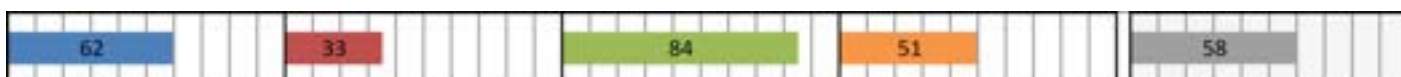
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 63 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	7436	diff W	62

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	89	euro/mq	51

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	5.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Viene inserito un pannello multistrato termoriflettente dello spessore di 3 cm, che riduce la trasmittanza di circa l' 81 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da 19 componenti a ridotto spessore che permettono un ottimo comfort termico invernale, creando una barriera al freddo con la restituzione del calore emesso all'interno delle stanze. L'unica accortezza da rispettare è la posa di questa tipologia di pannello, infatti è necessario creare un'intercapedine su entrambi i lati dell'isolante per permettere il corretto funzionamento e infine deve essere fissato e sormontato attraverso apposite graffe.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE)			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	9635	diff W	100

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	11	anni	21

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	100	euro/mq	27

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;			
• Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;			
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x		
3	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO 33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

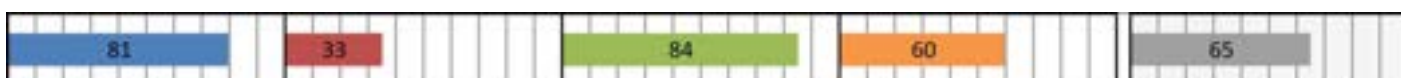
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 72 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si prestano a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8535	diff W	81

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	85	euro/mq	60

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

1

PUNTEGGIO

33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto con intercapedine nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sul lato interno della muratura, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. In aggiunta la zona di intercapedine favorisce la diminuzione di formazione di vapore acqueo. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante su correntini verticali installati sulla muratura portante; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato riduce la trasmittanza di circa il 75 % del valore iniziale ed è costituito da materiali a transizione di fase, capaci di immagazzinare calore e di rilasciarlo durante il cambiamento di fase. Questa tipologia di isolante permette perciò una forte riduzione delle dispersioni e inoltre, nel periodo estivo, dà modo alle murature di rilasciare il calore assorbito durante la giornata di notte.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni;
- Elevata traspirabilità della muratura;
- Diminuzione della formazione di vapore acqueo;
- Ottimo rendimento energetico.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica la geometria interna dell'edificio;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	8898	diff W	87

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	11	anni	21

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	95	euro/mq	38

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;			
• Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;			
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x		
3	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	1	PUNTEGGIO 33

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	6.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO CON INTERCAPEDINE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

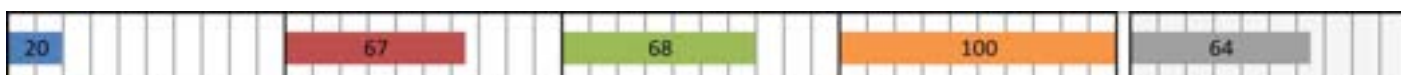
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso (EPS) sintetizzato dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 42 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4931	diff W	20

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	67	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO SINTETIZZATO - EPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

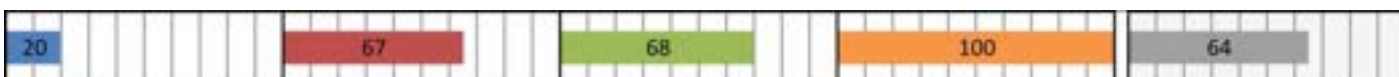
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 42 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette alla muratura di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità (sia ascendente sia discendente) e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4931	diff W	20

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	67	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da lana di roccia trattato con resine termoindurenti dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 40 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante si origina dalla fusione della roccia vulcanica ed è di origine minerale. Tale materiale ha un buon comportamento termico (per l'elevata quantità d'aria presente all'interno), è un buon isolante acustico, è incombustibile, altamente drenante, inalterabile e inattaccabile da insetti. Il pannello deve essere abbinato a una barriera al vapore per evitare che la condensa ne limiti le caratteristiche termoisolanti.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4704	diff W	16

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	37

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	68	euro/mq	98

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	7.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO ESTRUSO SINTETIZZATO - XPS)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

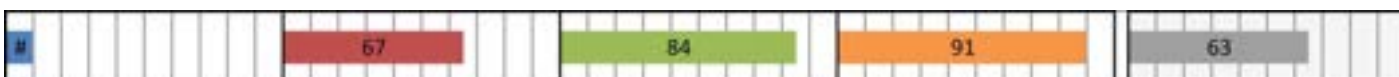
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da sughero nero autoespanso dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 37 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, che proviene dalla polpa di corteccia di sughero, è un ottimo isolante termico e acustico, impermeabile ai liquidi e ai gas, traspirante, elastico, leggero, resistente all'usura, al fuoco e all'attacco di roditori e insetti. L'unico punto debole è presente in caso di umidità permanente in quanto può essere attaccato da muffe; comunque, in generale, è un ottimo materiale termoisolante e permette alla muratura grande traspirabilità e conseguente ottimo comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4421	diff W	11

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	71	euro/mq	91

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (SUGHERO NERO AUTOESPANSO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sé, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di cellulosa dello spessore di 2 cm, ricavata da legno di conifere, da cotone, canapa e lino, ma soprattutto dal riciclo della carta, che riduce la trasmittanza di circa il 38 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale, è un ottimo isolante termico, acustico ed elettrico, è traspirante, è un buon regolatore igrometrico ed è di facile lavorazione. L'unico punto a suo sfavore è l'attaccabilità da parte di muffe, il materiale deve essere pertanto trattato con sali di boro.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4557	diff W	13

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	37

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	69	euro/mq	96

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CELLULOSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

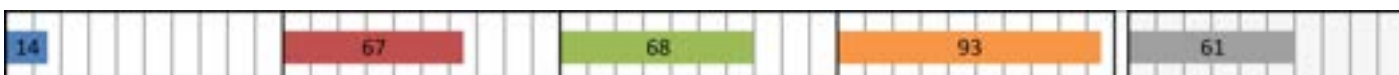
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 39 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4625	diff W	14

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	69	euro/mq	93

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;			
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x		
3	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	8.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da un feltro isolante che ha subito un trattamento all'aerogel dello spessore di 0,6 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 34 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da una sostanza allo stato solido simile al gel composto per il 99,8% da aria (che ne determina la semitrasparenza) e per il restante 0,2% da silice, alluminio, cromo, stagno o carbonio. È la sostanza meno densa tra quelle conosciute (1.000 volte inferiore al vetro), ha un bassissimo valore di conduttività termica, che conferisce al materiale stesso un alto potere di isolamento termico e acustico. Viene rinforzato con fibre feltrate in PET in modo da renderlo resistente, nanoporoso, flessibile, idrofobo e allo stesso tempo traspirante. Grazie al suo ridottissimo spessore è possibile effettuare dei rivestimenti quasi invisibili non modificando le geometrie originarie del manufatto se non di 1 cm.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4069	diff W	5

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	107	euro/mq	12

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.1
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (AEROGEL RINFORZATO)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

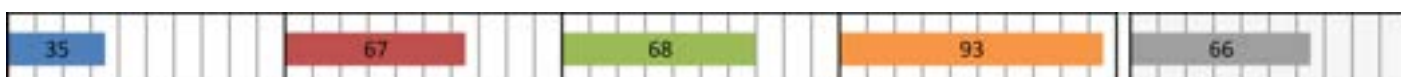
Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 49 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si prestano a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	5838	diff W	35

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	70	euro/mq	93

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.2
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un cappotto nel lato interno della muratura consiste nell'installazione di un materiale isolante (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) sulle murature dell'edificio, al fine di ridurre in modo significativo le dispersioni termiche impedendo che il calore attraversi le pareti per conduzione e che perda calore per irraggiamento. L'isolante inserito sarà a ridotto spessore, per ridurre al minimo le variazioni di geometrie del manufatto, soprattutto per le aperture. Con tale intervento non si annullano le dispersioni dovute a ponti termici e non è possibile mantenere le finiture interne originarie, oltre ad avere alti costi, dovuti sia all'intervento in sè, sia alla tipologia di isolante scelto. La posa in opera di un sistema a cappotto si compone essenzialmente di quattro distinte fasi. 1) Rimozione dello strato d'intonaco preesistente e pulizia della muratura per la successiva fase; 2) Posa del materiale isolante a contatto con il manufatto, questa operazione avviene tramite incollaggio e chiodatura con appositi tasselli in materiale plastico; 3) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio con funzione di barriera al vapore; 4) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce un buon livello di comfort interno in quanto evita l'effetto parete fredda, uno degli svantaggi però l'annullamento della capacità di accumulo termico della massa delle pareti. Pertanto tale tipologia di intervento è consigliato per manufatti con uso non continuativo. Un altro punto critico sono i ponti termici, infatti potrebbero essere annullati quasi tutti, tranne quelli tra parete, pavimento e soffitto, che creerebbero punti di possibile condensa superficiale. Il pannello isolante utilizzato riduce la trasmittanza di circa il 68 % del valore iniziale ed è costituito da materiali a transizione di fase, capaci di immagazzinare calore e di rilasciarlo durante il cambiamento di fase. Questa tipologia di isolante permette perciò una forte riduzione delle dispersioni e inoltre, nel periodo estivo, dà modo alle murature di rilasciare il calore assorbito durante la giornata di notte.

POTENZIALITÀ:

- Miglioramento dell'inerzia termica dell'edificio;
- Miglioramento del comfort interno;
- Riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Possibile formazione di condensa interna;
- Annulla la capacità di accumulo delle murature;
- Modifica leggermente la geometria interna;
- Non applicabile su paramenti murari a vista o con intonaco da mantenere;
- Necessita di ulteriori interventi per non provocare successivi problemi al manufatto.



ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	9635	diff W	100
Intervento meno efficace	4069	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	5838	diff W	74

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	67	euro/mq	100
Intervento meno economico	110	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	70	euro/mq	60

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della forma e della geometria delle aperture;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;

x

x

3

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA	A	3	9.3
INTERVENTO: CAPPOTTO INTERNO A RIDOTTO SPESSORE - PANNELLO ISOLANTE DI TIPO INNOVATIVO (TRANSIZIONE DI FASE - PCM)			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 3.

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	4
ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA		

DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:

I due solai sono realizzati con travatura in legno, collegata attraverso staffe alla struttura muraria portante, in corrispondenza dell'appoggio delle travi. L'assito del piano è realizzato con tavole da 4 cm di spessore, fissate alla sottostante travatura con chiodi. L'irrigimento del piano è realizzato tramite un secondo tavolato ortogonale al sottostante ed inchiodato ad esso. Le pavimentazioni sono varie, cambiano da vano a vano e lo strato sottostante ha uno spessore di circa 10 cm; lo stato di conservazione è buono, tralasciando alcune mancanze nelle varie stanze e sono visibili parecchi interventi posteriori, che perciò danno la possibilità di poter intervenire con maggiore libertà. In alcuni casi, la struttura lignea principale è nascosta da un controsoffitto intonacato, che ne nasconde le caratteristiche. Il pacchetto ha un valore di trasmittanza di circa 1,6 W/mqK.

POSSIBILI VINCOLI:

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito sul quale verrà posato il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità e incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Posa di una pavimentazione per dare la possibilità di effettuare una manutenzione alla copertura soprastante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

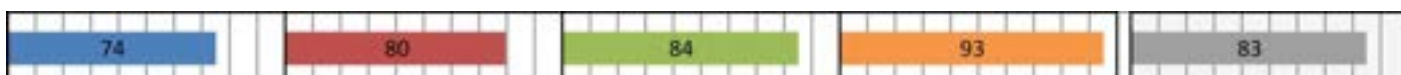
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente sottostante alla zona al di sotto della copertura, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 72 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica la quota di calpestio del solaio;
- Non completamente efficace.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2935	diff W	74

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	35	euro/mq	93

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO 80

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperatura inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito sul quale verrà posato il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità e incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Posa di una pavimentazione per dare la possibilità di effettuare una manutenzione alla copertura soprastante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

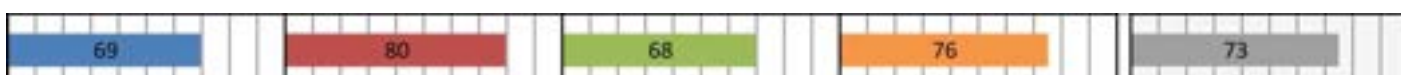
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente sottostante alla zona al di sotto della copertura, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 69 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica la quota di calpestio del solaio;
- Non completamente efficace.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2838	diff W	69

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	43	euro/mq	76

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

4

PUNTEGGIO

80

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito sul quale verrà posato il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità e incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Posa di una pavimentazione per dare la possibilità di effettuare una manutenzione alla copertura soprastante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

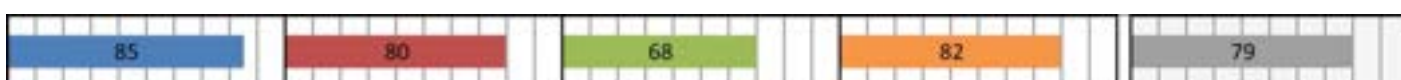
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente sottostante alla zona al di sotto della copertura, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 78 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si prestano a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Ottima riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica la quota di calpestio del solaio;
- Non completamente efficace.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3188	diff W	85

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	40	euro/mq	82

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	4	PUNTEGGIO 80

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	1.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE ESPANSA) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito sul quale verrà posato il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità e incollaggio di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Posa di una pavimentazione per dare la possibilità di effettuare una manutenzione alla copertura soprastante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

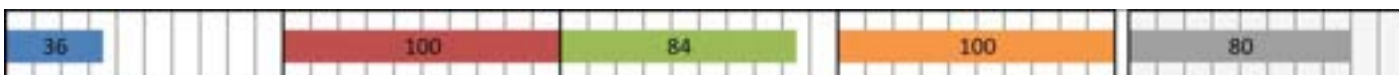
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente sottostante alla zona al di sotto della copertura, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 51 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata la quota del solaio;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Bassa riduzione delle dispersioni;
- Non completamente efficace.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2085	diff W	36

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	32	euro/mq	100

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;	x		
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	5	PUNTEGGIO 100

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito sul quale verrà posato il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità e incollaggio di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Posa di una pavimentazione per dare la possibilità di effettuare una manutenzione alla copertura soprastante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

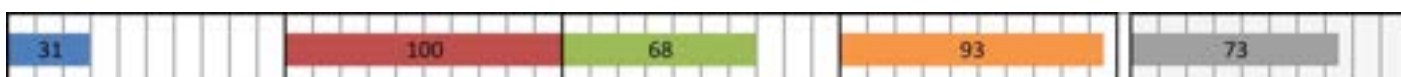
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente sottostante alla zona al di sotto della copertura, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 48 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata la quota del solaio;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Bassa riduzione delle dispersioni;
- Non completamente efficace.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1970	diff W	31

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	35	euro/mq	93

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;	x		
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	5	PUNTEGGIO 100

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (TRANSIZIONE DI FASE - PCM) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito sul quale verrà posato il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità e incollaggio di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Posa di una pavimentazione per dare la possibilità di effettuare una manutenzione alla copertura soprastante.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente sottostante alla zona al di sotto della copertura, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permil pannello isolante utilizzato riduce la trasmittanza di circa il 75 % del valore iniziale ed è costituito da materiali a transizione di fase, capaci di immagazzinare calore e di rilasciarlo durante il cambiamento di fase. Questa tipologia di isolante permette perciò una forte riduzione delle dispersioni e inoltre, nel periodo estivo, dà modo alle murature di rilasciare il calore assorbito durante la giornata di notte.

POTENZIALITÀ:

- Non viene modificata la quota del solaio;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Buona riduzione delle dispersioni.

CRITICITÀ:

- Non completamente efficace.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (TRANSIZIONE DI FASE - PCM) E PAVIMENTAZIONE			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3126	diff W	82

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	50	euro/mq	60

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;	x		
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	5	PUNTEGGIO 100

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	2.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (TRANSIZIONE DI FASE - PCM) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E CONTROSOFFITTO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente a discapito della struttura lignea che verrà nascosta. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

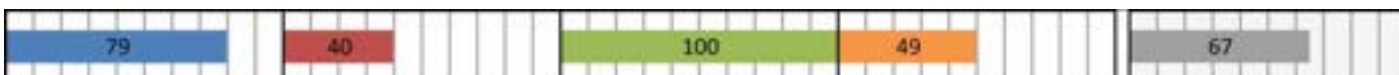
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente soprastante, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 75 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Costoso in rapporto all'efficacia;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E CONTROSOFFITTO			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3050	diff W	79

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	55	euro/mq	49

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E CONTROSOFFITTO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E CONTROSOFFITTO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente a discapito della struttura lignea che verrà nascosta. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

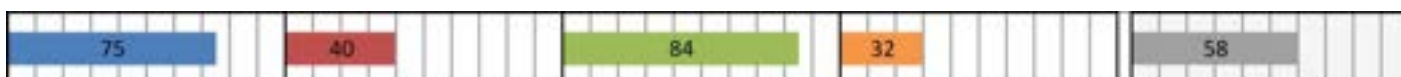
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente soprastante, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 73 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Costoso in rapporto all'efficacia;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E CONTROSOFFITTO			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2971	diff W	75

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	63	euro/mq	32

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E CONTROSOFFITTO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE) E CONTROSOFFITTO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente a discapito della struttura lignea che verrà nascosta. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente soprastante, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Viene inserito un pannello multistrato termoriflettente dello spessore di 3 cm, che riduce la trasmittanza di circa l' 87 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da 19 componenti a ridotto spessore che permettono un ottimo comfort termico invernale, creando una barriera al freddo con la restituzione del calore emesso all'interno delle stanze. L'unica accortezza da rispettare è la posa di questa tipologia di pannello, infatti è necessario creare un'intercapedine su entrambi i lati dell'isolante per permettere il corretto funzionamento e infine deve essere fissato e sormontato attraverso apposite graffe.

POTENZIALITÀ:

- Ottima riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE) E CONTROSOFFITTO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3540	diff W	100

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	11	anni	21

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	75	euro/mq	5

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	3.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE) E CONTROSOFFITTO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E CONTROSOFFITTO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente a discapito della struttura lignea che verrà nascosta. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

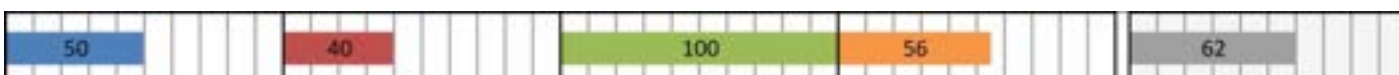
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente soprastante, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 59 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Costoso in rapporto all'efficacia;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E CONTROSOFFITTO			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2404	diff W	50

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	16	anni	100

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	52	euro/mq	56

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E CONTROSOFFITTO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KEENAF) E CONTROSOFFITTO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente a discapito della struttura lignea che verrà nascosta. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

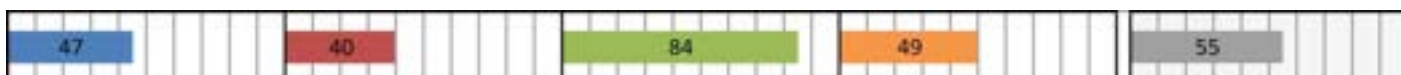
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente soprastante, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 57 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Costoso in rapporto all'efficacia;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KEENAF) E CONTROSOFFITTO			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2322	diff W	47

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	55	euro/mq	49

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KEENAF) E CONTROSOFFITTO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (TRANSIZIONE DI FASE - PCM) E CONTROSOFFITTO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di copertura consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Oltre all'isolante verrà installato un controsoffitto in cartongesso per rifinire l'ambiente a discapito della struttura lignea che verrà nascosta. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Installazione di lastre in cartongesso dello spessore di 15 mm dotate di foglio di alluminio; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dall'ambiente soprastante, che si trova ad una temperatura inferiore rispetto alla precedente. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Con la posa del controsoffitto verrà creata un'intercapedine che migliora le prestazioni termiche del pacchetto. Il pannello isolante utilizzato riduce la trasmittanza di circa il 74 % del valore iniziale ed è costituito da materiali a transizione di fase, capaci di immagazzinare calore e di rilasciarlo durante il cambiamento di fase. Questa tipologia di isolante permette perciò una forte riduzione delle dispersioni e inoltre, nel periodo estivo, dà modo alle murature di rilasciare il calore assorbito durante la giornata di notte.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (TRANSIZIONE DI FASE - PCM) E CONTROSOFFITTO			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3208	diff W	86

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	11	anni	21

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	70	euro/mq	16

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	4.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO SOTTOTETTO CON PANNELLO INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (TRANSIZIONE DI FASE - PCM) E CONTROSOFFITTO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E INTONACATURA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di divisione con i locali adibiti a cantina consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura e intonacatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

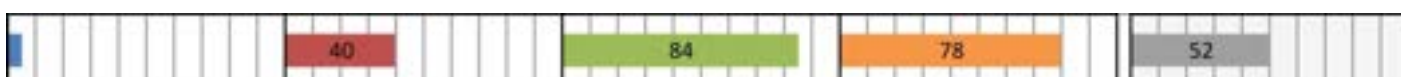
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche verso gli ambienti adibiti a cantina, che si trovano ad una temperatura inferiore rispetto a quelli superiori. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 70 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E INTONACATURA			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1415	diff W	7

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	84

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	42	euro/mq	78

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E INTONACATURA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E INTONACATURA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di divisione con i locali adibiti a cantina consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura e intonacatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

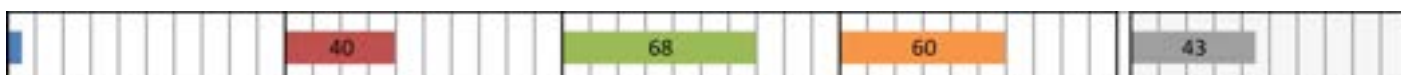
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche verso gli ambienti adibiti a cantina, che si trovano ad una temperatura inferiore rispetto a quelli superiori. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 67 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E INTONACATURA			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1364	diff W	5

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	68

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	50	euro/mq	60

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;			
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.	x		
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	2	PUNTEGGIO 40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E INTONACATURA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA VEGETALE) E INTONACATURA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'intradosso del solaio di divisione con i locali adibiti a cantina consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi in un ambiente a temperature inferiore. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 0) Eventuale rimozione di controsoffittatura e intonacatura, se presente nell'ambiente; 1) Manutenzione della struttura lignea del solaio, soprattutto dell'assito al quale verrà fatto aderire il pannello isolante; 2) Stuccaggio delle fessure dei tavolati e delle travi per ottenere una continuità della superficie e sostituzione delle parti più ammalorate con nuove della stessa tipologia e geometria; 3) Incollaggio o tassellatura di un pannello isolante per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 4) Incollaggio di una rete in fibra di vetro allo scopo di assicurare una corretta rigidità alla struttura e successiva rasatura con apposita resina cementizia che fornisce il substrato alla fase successiva; 5) Applicazione della finitura esterna.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche verso gli ambienti adibiti a cantina, che si trovano ad una temperatura inferiore rispetto a quelli superiori. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura a travi lignee che si agganciano alla muratura. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 78 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si presta a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Modifica le altezze dell'ambiente;
- Non completamente efficace;
- Nasconde la struttura lignea di sostegno e il tavolato originario;
- Elimina eventuali decorazioni.



ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA VEGETALE) E INTONACATURA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	3540	diff W	100
Intervento meno efficace	1364	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1546	diff W	13

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	16	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	11	anni	21

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	32	euro/mq	100
Intervento meno economico	75	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	47	euro/mq	67

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

2

PUNTEGGIO

40

ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA	A	4	5.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'INTRADOSSO DEL SOLAIO VERSO CANTINA CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA VEGETALE) E INTONACATURA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 4.

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	5
ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA		

DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:

Il solaio controterra presenta la stessa pavimentazione presente negli altri vani, sotto la quale è presente uno strato di circa 15 cm tra massetto e sottofondo di livellamento. Il solaio poggia contro il terreno e ha un valore di trasmittanza di circa 1,7 W/mqK e si presenta in buono stato di conservazione, con solo alcune mancanze superficiali di pavimentazione. Siccome ci troviamo nel piano cantinato e la pavimentazione non ha un grande valore, si hanno maggiori libertà di intervento per quanto riguarda i vincoli, ma maggiori difficoltà di operare.

POSSIBILI VINCOLI:

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio controterra consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 18 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 5) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; 8) Creazione di una massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

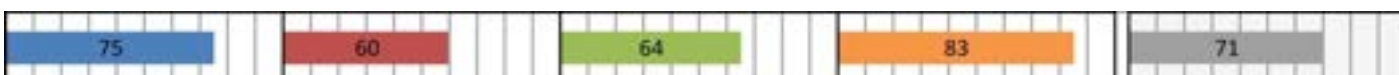
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 69 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2501	diff W	75

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	64

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	145	euro/mq	83

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;	x		
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.			
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO 60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio controterra consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 18 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 5) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; 8) Creazione di una massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

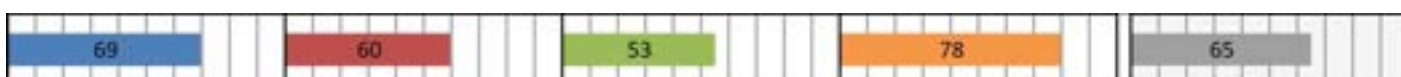
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 66 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2386	diff W	69

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	153	euro/mq	78

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA VEGETALE ESPANSA) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio controterra consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 18 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 5) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; 8) Creazione di una massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

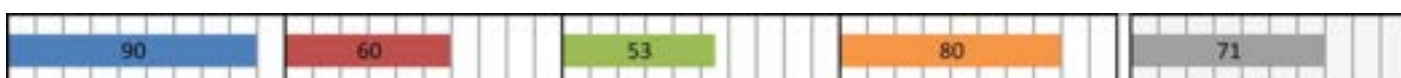
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 77 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si presta a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Intervento costoso.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA VEGETALE ESPANSA) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2777	diff W	90

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	150	euro/mq	80

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	1.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA VEGETALE ESPANSA) E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio controterra consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 15 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 5) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; 8) Creazione di una massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

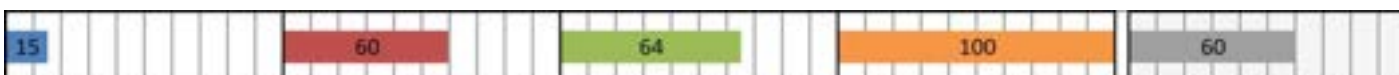
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 37 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1373	diff W	15

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	64

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	122	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE CONVENZIONALE A RIDOTTO SPESSORE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio controterra consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 15 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 5) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; 8) Creazione di una massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

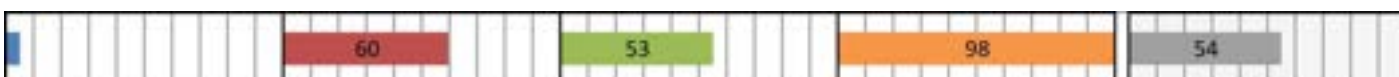
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 2 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 32 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1190	diff W	5

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	125	euro/mq	98

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE ECOEFFICIENTE A RIDOTTO SPESSORE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di un isolamento all'estradosso del solaio controterra consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore), al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno. Con tale intervento non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto storico. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, successivo accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 15 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 5) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Creazione di una platea di fondazione armata di circa 5 cm; 8) Creazione di una massetto di preparazione di circa 3 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante. Il pannello isolante utilizzato è un pannello multistrato termoriflettente dello spessore di 1,5 cm, che riduce la trasmittanza di circa l' 68 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è formato da 13 componenti a ridotto spessore che permettono un ottimo comfort termico invernale, creando una barriera al freddo con la restituzione del calore emesso all'interno delle stanze.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE) E PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2461	diff W	73

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	138	euro/mq	88

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	2.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA CON ISOLANTE INNOVATIVO A RIDOTTO SPESSORE (MULTISTRATO TERMORIFLETTENTE) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di questa tipologia di isolamento termico consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) al di sopra di un vespaio realizzato grazie a casseri a perdere modulari in polipropilene, aventi nervature di irrigidimento con funzioni strutturali (igloo - altezza 20 cm). Tale intervento riduce le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno; non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 40 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Posa dei casseri a perdere e getto in calcestruzzo per il riempimento e successiva soletta di 3 cm; 5) Creazione di una platea armata di circa 5 cm; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 8) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 9) Creazione di una massetto di preparazione di circa 5 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

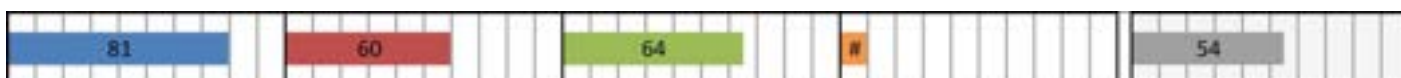
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante che viene completamente allontanata. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di polistirene espanso estruso (XPS) sintetizzato dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 72 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine sintetica, è un ottimo termoisolante, leggero, impermeabile e incombustibile; come punti di debolezza ha una bassa traspirabilità, che perciò non permette al solaio di asciugarsi nel caso fosse a contatto diretto con delle fonti di umidità e non permette il miglior comfort interno.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2603	diff W	81

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	64

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	245	euro/mq	11

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE CONVENZIONALE (POLISTIRENE ESPANSO - XPS) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di questa tipologia di isolamento termico consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) al di sopra di un vespaio realizzato grazie a casseri a perdere modulari in polipropilene, aventi nervature di irrigidimento con funzioni strutturali (igloo - altezza 20 cm). Tale intervento riduce le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno; non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 40 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Posa dei casseri a perdere e getto in calcestruzzo per il riempimento e successiva soletta di 3 cm; 5) Creazione di una platea armata di circa 5 cm; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 8) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 9) Creazione di una massetto di preparazione di circa 5 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

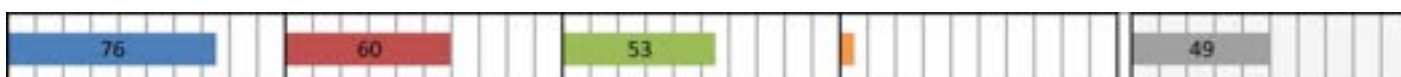
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante che viene completamente allontanata. Il pannello isolante utilizzato è costituito da fibre di canapa e kenaf dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 70 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine completamente vegetale e ha ottime capacità termoisolanti e fonoassorbenti. Oltre a queste è molto traspirabile, è un buon regolatore di umidità, ha buona elasticità e resistenza meccanica ed è inattaccabile da insetti e roditori. Come punti di debolezza ha la sensibilità all'umidità e una bassa resistenza al fuoco, che costringono l'utilizzo di guaine protettive adatte per non peggiorare la capacità termoisolante.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

<u>VALUTAZIONE EFFICACIA</u>			
Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2511	diff W	76

<u>VALUTAZIONE DURABILITÀ</u>			
Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	53

<u>VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI</u>			
Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	253	euro/mq	5

<u>VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ</u>			
Possibili vincoli da soddisfare			
• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x		
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x		
• Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;	x		
• Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;			
• Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.			
5	TOTALE VINCOLI SODDISFATTI	3	PUNTEGGIO 60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.2
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE ECOEFFICIENTE (FIBRA DI CANAPA E KENAF) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE) E PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di questa tipologia di isolamento termico consiste nell'installazione di pannelli isolanti (di diversa tipologia, caratteristiche e spessore) al di sopra di un vespaio realizzato grazie a casseri a perdere modulari in polipropilene, aventi nervature di irrigidimento con funzioni strutturali (igloo - altezza 20 cm). Tale intervento riduce le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno; non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 40 cm; 3) Creazione di uno strato di livellamento di circa 5 cm; 4) Posa dei casseri a perdere e getto in calcestruzzo per il riempimento e successiva soletta di 3 cm; 5) Creazione di una platea armata di circa 5 cm; 6) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 7) Incollaggio o tassellatura dei pannelli isolanti per aumentare la capacità termoisolante del pacchetto; 8) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 9) Creazione di una massetto di preparazione di circa 5 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

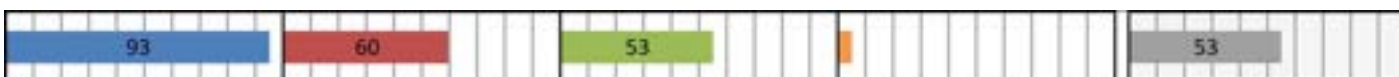
Questo tipo di isolamento garantisce una riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante che viene completamente allontanata. Il pannello isolante utilizzato è costituito da schiuma polyiso espansa rigida dello spessore di 5 cm, che riduce la trasmittanza di circa il 78 % del valore iniziale. Questo tipo di isolante è di origine naturale e si prestano a differenti condizioni ambientali, ambienti caldi, umidi o freddi con un grado di isolamento termico molto elevato e, in rapporto un basso costo. Oltre all'isolamento termico sono un ottimo isolante acustico, traspirante e, anche se a base vegetale, risulta inattaccabile da roditori e insetti.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Costoso in rapporto all'efficienza.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE) E PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2835	diff W	93

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	14	anni	53

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	250	euro/mq	7

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	3.3
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE VESPAIO, PANNELLO ISOLANTE INNOVATIVO (SCHIUMA A BASE VEGETALE) E PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	4.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE INSERIMENTO DI VETRO CELLULARE SFUSO E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione di questa tipologia di isolamento termico consiste nell'inserimento di vetro cellulare sfuso costipato quasi a diretto contatto con il terreno (l'unica divisione è data da uno strato di geotessuto), per poi creare una nuova platea di fondazione e il successivo massetto per la pavimentazione. Tale intervento riduce le dispersioni termiche in modo significativo, impedendo che il calore attraversi il solaio per poi disperdersi nel terreno; non è possibile annullare tutte le dispersioni dovute a ponti termici, date dalla struttura e dall'impossibilità di intervenire in modo completo sul manufatto. La posa in opera di tale isolamento si compone di più fasi. 1) Rimozione della pavimentazione esistente, se necessario e possibile, accatastamento della pavimentazione rimossa; 2) Rimozione dello strato sottostante la pavimentazione per circa 30 cm; 3) Inserimento di uno strato di geotessuto per creare uno strato separatore con il terreno; 4) Stesura di uno strato di 20 cm di vetro cellulare sfuso compattato; 5) Inserimento di uno strato di geotessuto per aumentare la traspirabilità; 6) Creazione di una platea armata di circa 10 cm; 7) Creazione di una massetto di preparazione di circa 5 cm per la successiva posa della pavimentazione.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

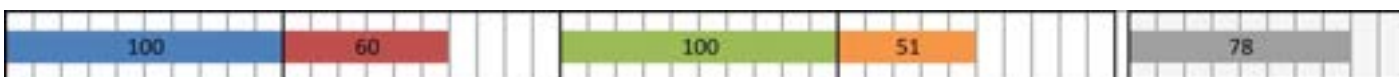
Questo tipo di isolamento garantisce un'ottima riduzione delle dispersioni termiche dell'ambiente soprastante il solaio in esame, che si trova ad una temperatura superiore a quella del terreno. Con tale intervento si migliorano anche le proprietà di traspirabilità del pacchetto, che però non permette di annullare tutti i ponti termici presenti dati dalla struttura e dal contatto diretto delle murature contro il terreno. Queste operazioni migliorano anche il comfort interno degli ambienti, oltre che a offrire un barriera contro il freddo e contro l'umidità proveniente dal terreno sottostante che viene completamente allontanata. Il vetro cellulare sfuso è un materiale termoisolante, durevole, impermeabile, resistente agli agenti chimici e immarcescibile; inserendo uno strato di 20 cm di materiale costipato, il valore di trasmittanza iniziale si riduce di circa l' 82% del valore iniziale.

POTENZIALITÀ:

- Ottima riduzione delle dispersioni termiche;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Non viene modificata la quota di calpestio;
- Aumenta la traspirabilità del pacchetto;
- Non necessita di particolari interventi di manutenzione negli anni successivi;
- Intervento duraturo.

CRITICITÀ:

- Non mantiene le pavimentazioni originarie;
- Intervento complesso e non sempre possibile;
- Intervento costoso.



ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	4.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE INSERIMENTO DI VETRO CELLULARE SFUSO E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	2961	diff W	100
Intervento meno efficace	1190	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2961	diff W	100

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	18	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	122	euro/mq	100
Intervento meno economico	253	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	190	euro/mq	51

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle quote di calpestio o di altezza del piano;
- Mantenimento delle decorazioni delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento dei materiali storici delle pavimentazioni o dei soffitti.

x

x

x

5

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

3

PUNTEGGIO

60

ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA	A	5	4.1
INTERVENTO: ISOLAMENTO ALL'ESTRADOSSO DEL SOLAIO CONTROTERRA TRAMITE INSERIMENTO DI VETRO CELLULARE SFUSO E NUOVA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Kofler - Bolzano;
- Palazzo Zerboni - Borgosesia (VC);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede A 5.

SISTEMA: INVOLUCRO TRASPARENTE	B	1
ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO		

DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:

I serramenti presentano caratteristiche storiche ben evidenti sia dal punto di vista materico sia da quello estetico; l'infisso è in legno, con verniciatura superficiale, e un vetro semplice al suo interno. Le finestre sono degli elementi caratterizzanti per l'aspetto di un edificio storico, se possibile quindi è consigliabile la loro conservazione con un recupero volto al miglioramento dell'efficienza energetica. Le problematiche che emergono dall'analisi di tali tipologie di elemento sono numerose, quali il degrado delle parti lignee, la rottura/mancaza del vetro, la pitturazione in fase di esfoliazione, il degrado delle ferramenta, per citarne solo alcuni. Per questi motivi la trasmittanza del telaio ligneo si può aggirare attorno ai 2,5 - 3 W/mqK e quella del vetro attorno ai 5,7 - 6 W/mqK, valori che rispecchiano le alte dispersioni dei serramenti, in molti casi, ammalorati e degradati.

POSSIBILI VINCOLI:

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	1.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione dell'intervento in esame consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro), se possibile, al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone di più fasi. 1) Smontaggio del serramento esistente; 2) Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio; 3) Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; 4) Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; 5) Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; 6) Verniciatura del serramento con resine appropriate; 7) Inserimento di gocciolatoi e battute; 8) Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni in materiale siliconico acrilico (perchè più elastico, duraturo, verniciabile e quindi adattabile al telaio) nelle fughe tra telaio e anta interna, e applicando invece sull'anta esterna una guarnizione contro la pioggia battente; 9) Se possibile creazione di canali sul retro del telaio all'interno dei quali vanno inserite altre guarnizioni; 10) Inserimento del vetro originario; 11) Stuccatura delle parti tra telaio e vetro per evitare infiltrazioni d'aria o acqua; 12) Fissaggio del serramento al paramento murario.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Quando possibile, l'inserimento di scuri o persiane in legno, o il recupero di quelli esistenti, aiuta a ridurre le dispersioni di calore durante la notte. Con questo tipo di intervento, mediamente, i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80 % del totale, però nella valutazione dell'efficacia, questi valori non sono stati inseriti, in quanto dipende da caso a caso e comunque comuni a tutti gli interventi su questi elementi. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza, con tale intervento, si è ridotto di circa il 12 % del totale.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduzione dei ricambi orari.

CRITICITÀ:

- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti;
- Intervento molto laborioso;
- Costoso se rapportato alla diminuzione del valore di trasmittanza del pacchetto.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	1.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1045	diff W	5

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	450	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

x

x

x

x

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

6

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	1.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARIA DISIDRATATA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione dell'intervento in esame consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro), se possibile, al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone di più fasi. 1) Smontaggio del serramento esistente; 2) Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio; 3) Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; 4) Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; 5) Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; 6) Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; 7) Verniciatura del serramento con resine appropriate; 8) Inserimento di gocciolatoi e battute; 9) Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni in materiale siliconico acrilico (perchè più elastico, duraturo, verniciabile e quindi adattabile al telaio) nelle fughe tra telaio e anta interna, e applicando invece sull'anta esterna una guarnizione contro la pioggia battente; 10) Se possibile creazione di canali sul retro del telaio all'interno dei quali vanno inserite altre guarnizioni; 11) Inserimento del vetrocamera; 12) Stuccatura delle parti tra telaio e vetro per evitare infiltrazioni d'aria o acqua; 13) Fissaggio del serramento al paramento murario.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento non altera l'estetica degli elementi, se non per l'allargamento del profilo di inserimento del vetro, permettendo di ottenere una forte riduzione delle dispersioni termiche. Quando possibile, l'inserimento di scuri o persiane in legno, o il recupero di quelli esistenti, aiuta a ridurre le dispersioni di calore durante la notte. Con questo tipo di intervento, mediamente, i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80 % del totale, però nella valutazione dell'efficacia, questi valori non sono stati inseriti, in quanto dipende da caso a caso e comunque comuni a tutti gli interventi su questi elementi. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza, con tale intervento, si è ridotto di circa il 43 % del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,70 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Con l'inserimento di un vetrocamera semplice (3-6-3) il valore di trasmittanza si abbassa a 3,20 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,65. In base alle dimensioni del telaio originale possono essere inseriti altri tipi di vetro, con l'unica limitazione che dipende dallo spessore dell'elemento che andrebbe inserito.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduzione dei ricambi orari.

CRITICITÀ:

- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti;
- Intervento molto laborioso e costoso.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARIA DISIDRATATA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	2580	diff W	47

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	43

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	537	euro/mq	85

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

x

x

x

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

83

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARIA DISIDRATATA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARGON			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione dell'intervento in esame consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro), se possibile, al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone di più fasi. 1) Smontaggio del serramento esistente; 2) Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio; 3) Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; 4) Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; 5) Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; 6) Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; 7) Verniciatura del serramento con resine appropriate; 8) Inserimento di gocciolatoi e battute; 9) Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni in materiale siliconico acrilico (perchè più elastico, duraturo, verniciabile e quindi adattabile al telaio) nelle fughe tra telaio e anta interna, e applicando invece sull'anta esterna una guarnizione contro la pioggia battente; 10) Se possibile creazione di canali sul retro del telaio all'interno dei quali vanno inserite altre guarnizioni; 11) Inserimento del vetrocamera; 12) Stuccatura delle parti tra telaio e vetro per evitare infiltrazioni d'aria o acqua; 13) Fissaggio del serramento al paramento murario.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento non altera l'estetica degli elementi, se non per l'allargamento del profilo di inserimento del vetro, permettendo di ottenere una forte riduzione delle dispersioni termiche. Quando possibile, l'inserimento di scuri o persiane in legno, o il recupero di quelli esistenti, aiuta a ridurre le dispersioni di calore durante la notte. Con questo tipo di intervento, mediamente, i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80 % del totale, però nella valutazione dell'efficacia, questi valori non sono stati inseriti, in quanto dipende da caso a caso e comunque comuni a tutti gli interventi su questi elementi. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza, con tale intervento, si è ridotto di circa il 56 % del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,70 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Con l'inserimento di un vetrocamera semplice (3-6-3) il valore di trasmittanza si abbassa a 2,50 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,65. In base alle dimensioni del telaio originale possono essere inseriti altri tipi di vetro, con l'unica limitazione che dipende dallo spessore dell'elemento che andrebbe inserito.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduzione dei ricambi orari.

CRITICITÀ:

- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti;
- Intervento molto laborioso e costoso.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARGON			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3259	diff W	65

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	43

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	547	euro/mq	83

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

x

x

x

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

83

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARGON			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARIA DISIDRATATA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione dell'intervento in esame consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro), se possibile, al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone di più fasi. 1) Smontaggio del serramento esistente; 2) Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio; 3) Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; 4) Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; 5) Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; 6) Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; 7) Verniciatura del serramento con resine appropriate; 8) Inserimento di gocciolatoi e battute; 9) Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni in materiale siliconico acrilico (perchè più elastico, duraturo, verniciabile e quindi adattabile al telaio) nelle fughe tra telaio e anta interna, e applicando invece sull'anta esterna una guarnizione contro la pioggia battente; 10) Se possibile creazione di canali sul retro del telaio all'interno dei quali vanno inserite altre guarnizioni; 11) Inserimento del vetrocamera; 12) Stuccatura delle parti tra telaio e vetro per evitare infiltrazioni d'aria o acqua; 13) Fissaggio del serramento al paramento murario.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento non altera l'estetica degli elementi, se non per l'allargamento del profilo di inserimento del vetro, permettendo di ottenere una forte riduzione delle dispersioni termiche. Quando possibile, l'inserimento di scuri o persiane in legno, o il recupero di quelli esistenti, aiuta a ridurre le dispersioni di calore durante la notte. Con questo tipo di intervento, mediamente, i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80 % del totale, però nella valutazione dell'efficacia, questi valori non sono stati inseriti, in quanto dipende da caso a caso e comunque comuni a tutti gli interventi su questi elementi. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza, con tale intervento, si è ridotto di circa il 57 % del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,70 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Con l'inserimento di un vetrocamera semplice (3-6-3) il valore di trasmittanza si abbassa a 2,44 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,58. In base alle dimensioni del telaio originale possono essere inseriti altri tipi di vetro, con l'unica limitazione che dipende dallo spessore dell'elemento che andrebbe inserito.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduzione dei ricambi orari.

CRITICITÀ:

- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti;
- Intervento molto laborioso e costoso.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARIA DISIDRATATA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3315	diff W	67

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	43

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	571	euro/mq	79

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

x

x

x

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

83

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.3
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARIA DISIDRATATA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2.4
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARGON			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione dell'intervento in esame consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro), se possibile, al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone di più fasi. 1) Smontaggio del serramento esistente; 2) Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio; 3) Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; 4) Allargamento della sede in cui inserire il nuovo vetro, tramite fresatrice a controllo numerico; 5) Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; 6) Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; 7) Verniciatura del serramento con resine appropriate; 8) Inserimento di gocciolatoi e battute; 9) Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni in materiale siliconico acrilico (perchè più elastico, duraturo, verniciabile e quindi adattabile al telaio) nelle fughe tra telaio e anta interna, e applicando invece sull'anta esterna una guarnizione contro la pioggia battente; 10) Se possibile creazione di canali sul retro del telaio all'interno dei quali vanno inserite altre guarnizioni; 11) Inserimento del vetrocamera; 12) Stuccatura delle parti tra telaio e vetro per evitare infiltrazioni d'aria o acqua; 13) Fissaggio del serramento al paramento murario.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

L'intervento non altera l'estetica degli elementi, se non per l'allargamento del profilo di inserimento del vetro, permettendo di ottenere una forte riduzione delle dispersioni termiche. Quando possibile, l'inserimento di scuri o persiane in legno, o il recupero di quelli esistenti, aiuta a ridurre le dispersioni di calore durante la notte. Con questo tipo di intervento, mediamente, i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80 % del totale, però nella valutazione dell'efficacia, questi valori non sono stati inseriti, in quanto dipende da caso a caso e comunque comuni a tutti gli interventi su questi elementi. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza, con tale intervento, si è ridotto di circa il 65 % del totale. Il vetro singolo originale presenta una trasmittanza pari a 5,70 W/mqK e un coefficiente di trasmissione (fattore solare) pari a 0,85. Con l'inserimento di un vetrocamera semplice (3-6-3) il valore di trasmittanza si abbassa a 2,00 W/mqK con un coefficiente di trasmissione di 0,58. In base alle dimensioni del telaio originale possono essere inseriti altri tipi di vetro, con l'unica limitazione che dipende dallo spessore dell'elemento che andrebbe inserito.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduzione dei ricambi orari.

CRITICITÀ:

- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti;
- Intervento molto laborioso e costoso.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2 . 4
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARGON			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	3724	diff W	78

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	43

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	581	euro/mq	77

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

x

x

x

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

5

PUNTEGGIO

83

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	2 . 4
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3 - 6 - 3 CON INTERCAPEDINE IN ARGON			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	3.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO PELLICOLA RIFLETTENTE SUL VETRO ORIGINARIO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione dell'intervento in esame consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro), se possibile, al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone di più fasi. 1) Smontaggio del serramento esistente; 2) Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio; 3) Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; 4) Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; 5) Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; 6) Verniciatura del serramento con resine appropriate; 7) Inserimento di gocciolatoi e battute; 8) Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni in materiale siliconico acrilico (perchè più elastico, duraturo, verniciabile e quindi adattabile al telaio) nelle fughe tra telaio e anta interna, e applicando invece sull'anta esterna una guarnizione contro la pioggia battente; 9) Se possibile creazione di canali sul retro del telaio all'interno dei quali vanno inserite altre guarnizioni; 10) Inserimento del vetro originario con pellicola riflettente applicata; 11) Stuccatura delle parti tra telaio e vetro per evitare infiltrazioni d'aria o acqua; 12) Fissaggio del serramento al paramento murario.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Quando possibile, l'inserimento di scuri o persiane in legno, o il recupero di quelli esistenti, aiuta a ridurre le dispersioni di calore durante la notte. Con questo tipo di intervento, mediamente, i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80 % del totale, però nella valutazione dell'efficacia, questi valori non sono stati inseriti, in quanto dipende da caso a caso e comunque comuni a tutti gli interventi su questi elementi. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza, con tale intervento, si è ridotto di circa il 14 % del totale.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduzione dei ricambi orari.

CRITICITÀ:

- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti;
- Intervento molto laborioso e costoso;
- Altera il colore e l'intensità della luce all'interno degli ambienti



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	3.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO PELLICOLA RIFLETTENTE SUL VETRO ORIGINARIO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1127	diff W	7

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	479	euro/mq	95

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

x

x

x

x

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

6

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	3.1
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO PELLICOLA RIFLETTENTE SUL VETRO ORIGINARIO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	3.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E TRATTAMENTO PIROLITICO BASSO EMISSIVO SUL VETRO ORIGINARIO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

La realizzazione dell'intervento in esame consiste nel recupero del serramento originario (telaio, controtelaio e vetro), se possibile, al fine di ridurre le dispersioni termiche, impedendo che il calore attraversi l'insieme del serramento e che l'aria fredda possa entrare all'interno degli ambienti. Tale operazione si compone di più fasi. 1) Smontaggio del serramento esistente; 2) Rimozione del vetro originario, se presente, e manutenzione del telaio e del controtelaio; 3) Sverniciatura e carteggiatura delle parti lignee; 4) Fissaggio delle parti staccate e rifacimento delle parti mancanti con materiali uguale a quello esistente; 5) Revisione o cambio delle ferramenta originarie non più funzionanti; 6) Verniciatura del serramento con resine appropriate; 7) Inserimento di gocciolatoi e battute; 8) Isolamento dei telai inserendo nastri o guarnizioni in materiale siliconico acrilico (perchè più elastico, duraturo, verniciabile e quindi adattabile al telaio) nelle fughe tra telaio e anta interna, e applicando invece sull'anta esterna una guarnizione contro la pioggia battente; 9) Se possibile creazione di canali sul retro del telaio all'interno dei quali vanno inserite altre guarnizioni; 10) Inserimento del vetro originario con trattamento pirolitico basso emissivo; 11) Stuccatura delle parti tra telaio e vetro per evitare infiltrazioni d'aria o acqua; 12) Fissaggio del serramento al paramento murario.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

Il sistema delle operazioni eseguite sugli elementi è quasi invisibile e non altera l'estetica degli elementi permettendo di ottenere una buona riduzione delle dispersioni termiche. Quando possibile, l'inserimento di scuri o persiane in legno, o il recupero di quelli esistenti, aiuta a ridurre le dispersioni di calore durante la notte. Con questo tipo di intervento, mediamente, i ricambi d'aria vengono ridotti di circa il 50 - 80 % del totale, però nella valutazione dell'efficacia, questi valori non sono stati inseriti, in quanto dipende da caso a caso e comunque comuni a tutti gli interventi su questi elementi. Nella valutazione sono state inserite le variazioni di dispersione termica date dal pacchetto serramento - vetro il cui valore di trasmittanza, con tale intervento, si è ridotto di circa il 22 % del totale. I vetri pirolitici sono prodotti mediante un processo pirolitico che consiste nella deposizione di uno strato trasparente di ossidi metallici che vanno a formare un rivestimento riflettente basso emissivo. Permettono di raggiungere un ottimo livello di comfort all'interno degli ambienti poiché hanno diverse caratteristiche prestazionali: bassa emissività, controllo solare, alta trasmissione e riflessione luminosa contenuta, garantendo un ambiente fresco d'estate (controllo solare) e caldo d'inverno (isolamento termico).

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Non viene modificata l'architettura dell'edificio;
- Vengono conservati gli elementi originali;
- Riduzione dei ricambi orari.

CRITICITÀ:

- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti;
- Intervento molto laborioso e costoso.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	3.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E TRATTAMENTO PIROLITICO BASSO EMISSIVO SUL VETRO ORIGINARIO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	1477	diff W	17

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	497	euro/mq	92

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

x

x

x

x

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

6

PUNTEGGIO

100

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	3.2
INTERVENTO: RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E TRATTAMENTO PIROLITICO BASSO EMISSIVO SUL VETRO ORIGINARIO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	4.1
INTERVENTO: SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO ORIGINARIO CON UN NUOVO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

Questo intervento consiste nell'installazione di un nuovo serramento simile a quello originario, con telaio in alluminio e legno e vetrocamera 3 - 6 - 3 con intercapedine in argon. L'intervento è invasivo dal punto di vista della compatibilità in quanto modifica l'architettura originaria dell'edificio, a fronte di un ottimo rendimento energetico del nuovo pacchetto. Nel caso in cui i serramenti esistenti non fossero più utilizzabili, in quanto il recupero è molto difficile causato dal cattivo stato di conservazione degli elementi che lo compongono, risulta essere una delle poche soluzioni per il riuso degli ambienti interessati.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

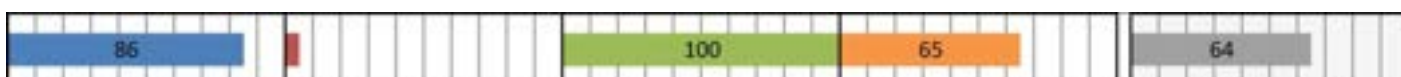
Con l'inserimento di un serramento in alluminio e legno a taglio termico e vetrocamera, vengono annullati i ricambi orari, con una trasmittanza totale del pacchetto inferiore ai 2 W/mqK, con una riduzione perciò di circa il 70 % rispetto alla configurazione iniziale.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Molto efficace dal punto di vista energetico.

CRITICITÀ:

- Intervento che modifica l'architettura del manufatto;
- Non mantiene i materiali storici;
- Costoso e non sempre realizzabile.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	4.1
INTERVENTO: SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO ORIGINARIO CON UN NUOVO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4025	diff W	86

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	650	euro/mq	65

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del telaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del controtelaio;
- Mantenimento della geometria e della forma del vetro;
- Mantenimento dei materiali storici del telaio;
- Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;
- Mantenimento dei materiali storici del vetro.

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

0

PUNTEGGIO

5

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	4.1
INTERVENTO: SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO ORIGINARIO CON UN NUOVO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	5.1
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

Questo intervento consiste nell'installazione di un ulteriore serramento, all'interno dell'ambiente, con telaio in alluminio e legno e vetrocamera 3 - 6 - 3 con intercapedine in argon. L'intervento modifica l'architettura originaria dell'edificio, a fronte di un ottimo rendimento energetico del nuovo pacchetto. Nel caso in cui i serramenti esistenti non fossero più utilizzabili, in quanto il recupero è molto difficile causato dal cattivo stato di conservazione degli elementi che lo compongono, risulta essere una delle poche soluzioni per il riuso degli ambienti interessati. Lasciando inalterato il serramento originario, si cerca di conservare il più possibile l'estetica esterna del manufatto, influenzando il meno possibile l'architettura generale dell'edificio, all'interno invece verrà modificato l'aspetto degli ambienti.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

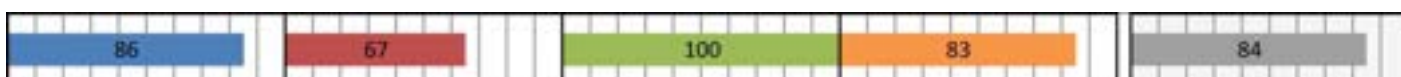
Con l'inserimento di un secondo serramento in alluminio e legno a taglio termico e vetrocamera, vengono annullati i ricambi orari, con una trasmittanza totale del pacchetto inferiore ai 2 W/mqK, con una riduzione perciò di circa il 70 % rispetto alla configurazione iniziale.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Molto efficace dal punto di vista energetico;
- Conservazione degli elementi originali.

CRITICITÀ:

- Intervento che modifica l'architettura interna del manufatto;
- Costoso e non sempre realizzabile.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	5.1
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4025	diff W	86

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	64

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	550	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

• Mantenimento della geometria e della forma del telaio, controtelaio e vetro.

x

• Mantenimento dell'architettura esterna del manufatto

• Mantenimento dell'architettura interna del manufatto;

• Mantenimento dei materiali storici del telaio;

x

• Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;

x

• Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

4

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	5.1
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	5.2
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON E RECUPERO DEL SERRAMENTO ORIGINARIO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

Questo intervento consiste nell'installazione di un ulteriore serramento, all'interno dell'ambiente, con telaio in alluminio e legno e vetrocamera 3 - 6 - 3 con intercapedine in argon. Oltre a questo viene recuperato il serramento esistente (vedi scheda B-1-1.1), per ottenere una ulteriore diminuzione delle dispersioni e per conservare il più possibile gli elementi preesistenti. L'intervento modifica l'architettura originaria dell'edificio, soprattutto quella interna, a fronte di un ottimo rendimento energetico del nuovo pacchetto. Queste operazioni sono volte sia alla conservazione dell'architettura del manufatto, sia alla conversione energetica, per il riuso degli ambienti interessati.

CARATTERISTICHE E DATI TECNICI DELL'INTERVENTO E DEI MATERIALI UTILIZZATI:

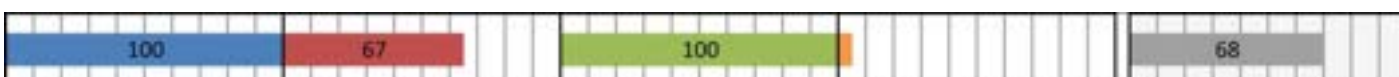
Con il recupero del serramento esistente e l'inserimento di un secondo serramento in alluminio e legno a taglio termico e vetrocamera, vengono annullati i ricambi orari, con una trasmittanza totale del pacchetto inferiore ai 2 W/mqK, con una riduzione perciò di circa il 75 % rispetto alla configurazione iniziale.

POTENZIALITÀ:

- Riduzione delle dispersioni termiche dovute a scambi d'aria tra interno ed esterno;
- Molto efficace dal punto di vista energetico;
- Conservazione degli elementi originari.

CRITICITÀ:

- Intervento che modifica l'architettura interna del manufatto;
- Costoso e non sempre realizzabile;
- Intervento non sempre possibile, dipende dallo stato di conservazione degli elementi esistenti.



ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	5.2
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON E RECUPERO DEL SERRAMENTO ORIGINARIO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace	4525	diff W	100
Intervento meno efficace	1045	diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento	4525	diff W	100

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	15	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	450	euro/mq	100
Intervento meno economico	1000	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	1000	euro/mq	5

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

• Mantenimento della geometria e della forma del telaio, controtelaio e vetro.

x

• Mantenimento dell'architettura esterna del manufatto

• Mantenimento dell'architettura interna del manufatto;

• Mantenimento dei materiali storici del telaio;

x

• Mantenimento dei materiali storici del controtelaio;

x

• Mantenimento dei materiali storici del vetro.

x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

4

PUNTEGGIO

67

ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO	B	1	5.2
INTERVENTO: INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO IN ALLUMINIO E LEGNO A TAGLIO TERMICO E VETROCAMERA 3 - 6 - 3 CON ARGON E RECUPERO DEL SERRAMENTO ORIGINARIO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Caterina G., Il recupero degli infissi, UTET, Torino 1995;
- Chiesa G., Dall'O' G., Risparmio energetico in edilizia. Criteri e norme, Casa Ed. Ambrosiana, Milano 2003;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Pasta A., Ristrutturazioni ed impianti: l'impiantistica moderna nella ristrutturazione, Kappa, Roma 1982;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008.
- Abitazione storica - Cecina (BS);
- Villa Amalia - Ferrara;
- Palazzo Bianchi - Perugia.

RICERCHE - TEST:

- Progetto Energy Heritage, Edimburgo, 2008;
- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

- Calcolo della trasmittanza del nuovo pacchetto dopo l'intervento - Allegato schede B 1.

SISTEMA: RISANAMENTO DELL'INVOLUCRO OPACO - DEUMIDIFICAZION	C	1
ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE		

DESCRIZIONE GENERALE DELL'ELEMENTO:

L'involucro opaco è costituito da murature in mattoni pieni intonacate da entrambi i lati, oppure da murature mattoni pieni a vista. Lo stato di conservazione di tali elementi si presenta buono, a parte fenomeni di risalita capillare dell'umidità che portano al distacco, in alcuni casi, degli intonaci, e ad altri fenomeni più lievi, dati sempre dalla presenza di umidità nelle murature. Gli interventi di risanamento dall'umidità possono risolvere, o ridurre, la presenza di questi degradi aumentando perciò la capacità termica delle murature stesse. Questi interventi però non devono incidere sulle caratteristiche storiche del manufatto che vanno conservate.

POSSIBILI VINCOLI:

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

IMMAGINI DI ALCUNI ELEMENTI:



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	1.1
INTERVENTO: INTERCETTAZIONE DELLE ACQUE TRAMITE SCAVO E POSA IN OPERA DI MEMBRANE IMPERMEABILI E DI TUBATURE DI RACCOLTA / DRENAGGIO			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

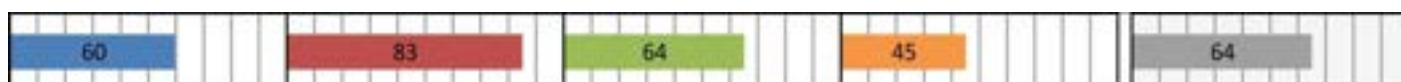
Lo scopo di questo intervento consiste nell'intercettare le infiltrazioni di acqua provenienti dal terreno circostante l'edificio tramite membrane poste in aderenza alla struttura controterra. Si tratta di membrane caratterizzate dalla presenza di rilievi superficiali che formano dei condotti in grado di favorire il deflusso delle acque verso il basso. L'acqua così raccolta verrà quindi allontanata dall'edificio con apposita canalizzazione. Dopo la rimozione del terreno a contatto con la muratura, la superficie messa a nudo va ripulita dai residui e da eventuali radici (da estirpare con cura per evitare di danneggiare la superficie della muratura). Bisogna quindi verificare che la superficie sia adeguata all'aggrappaggio della membrana drenante. In caso contrario si dovrà rettificare e/o risarcire il piano di posa. Se ciò non fosse possibile si affiancherà alla struttura una nuova parete di spessore ridotto legata ad essa. Al piano di posa così realizzato si fisseranno i fogli di membrana drenante sovrapponendone le giunzioni. Si dovrà quindi realizzare lo strato di protezione della membrana con intonaco, mattoni, blocchi forati, ecc. L'acqua intercettata sarà raccolta alla base della membrana da un tubo drenante e scaricata nella rete fognaria, (se esistente e se le quote lo permettono), da una rete orizzontale di pendenza adeguata. Se ciò non fosse possibile, si utilizzeranno dei pozzi disperdenti posti a distanza opportuna dall'edificio e dal drenaggio stesso. Il successivo reinterro andrà eseguito per strati successivi ben compattati facendo attenzione, nella posa del primo strato di terra, a non danneggiare e/o occludere il drenaggio alla base della membrana. I sistemi drenanti rappresentano una soluzione alternativa e più completa alla impermeabilizzazione della muratura in quanto prevedono di allontanare dall'edificio l'acqua raccolta. L'acqua presente nel terreno può provenire sia dalla falda che da precipitazioni meteoriche o perdite di condotte idriche o fognarie. In ogni caso si tratta di portate ridotte che danno luogo a infiltrazioni piuttosto che a una vena fluida vera e propria. L'intervento si applicherà alle fondazioni o a strutture contro terra.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione dell'umidità nelle murature;
- Non modifica l'architettura del manufatto;
- Non modifica i materiali e le finiture del manufatto;
- Duraturo e costante nel tempo.

CRITICITÀ:

- Intervento complesso e non sempre realizzabile;
- Intervento costoso in rapporto all'efficacia;
- Risoluzione parziale del problema.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	1.1
INTERVENTO: INTERCETTAZIONE DELLE ACQUE TRAMITE SCAVO E POSA IN OPERA DI MEMBRANE IMPERMEABILI E DI TUBATURE DI RACCOLTA / DRENAGGIO			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	64

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	200	euro/mc	45

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	
• Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;	x
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x
• Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;	x
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x
• Mantenimento dei materiali storici delle finiture.	x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	1.1
INTERVENTO: INTERCETTAZIONE DELLE ACQUE TRAMITE SCAVO E POSA IN OPERA DI MEMBRANE IMPERMEABILI E DI TUBATURE DI RACCOLTA / DRENAGGIO			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	2.1
INTERVENTO: INTERCETTAZIONE DELLE ACQUE TRAMITE SCAVO E CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE VERTICALE AREATA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

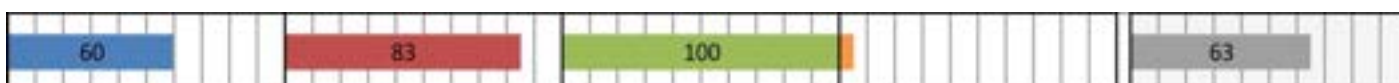
La realizzazione di questo intervento impedisce il passaggio di umidità dal terreno all'edificio allontanando il terreno stesso dalle murature e favorendone l'evaporazione. Una volta realizzato lo scavo necessario ad ottenere l'intercapedine, il terreno verrà bloccato da un muro di contenimento da realizzare in materiale qualsiasi. In presenza di terreno molto umido, il muro di contenimento andrà impermeabilizzato. Nel caso si preveda che le precipitazioni meteoriche possano infiltrarsi attraverso le bocche di ventilazione, bisognerà realizzare un sistema di raccolta ed allontanamento delle acque, predisponendo il fondo dell'intercapedine a cunetta con pendenza verso i punti di raccolta collegati, se possibile, alla rete fognaria o ad uno scarico nel terreno lontano dall'edificio. Sarà inoltre necessario impermeabilizzare il fondo dell'intercapedine e una fascia verticale per circa 20 cm di altezza per evitare che l'acqua raccolta venga assorbita per capillarità dalla struttura muraria. Se l'intercapedine è coperta, andrà chiusa con adeguati sistemi (tavelloni, elementi prefabbricati, ecc.) in grado di sopportare il carico sovrastante (passaggio pedonale o traffico veicolare) e comunque dotati di impermeabilizzazione orizzontale con risvolti verticali sia in alto verso l'edificio che in basso verso il terreno. La copertura dovrà inoltre avere una pendenza tale da allontanare le acque meteoriche dall'edificio e dalle griglie di ventilazione. La ventilazione sarà ottenuta con griglie orizzontali o verticali. Le griglie orizzontali dovranno essere leggermente rialzate rispetto al piano di calpestio per evitare che le acque piovane entrino nell'intercapedine. Se l'intercapedine è a cielo aperto bisognerà impedirne l'accesso con un parapetto o una cancellata. L'intercapedine verticale impedisce il contatto diretto tra il terreno umido e l'edificio evitando così il conseguente passaggio di umidità alla struttura muraria per capillarità. È quindi efficace contro le infiltrazioni di acqua di qualsiasi origine che attaccano l'edificio lateralmente (locali interrati delimitati da murature controterra e strutture verticali fuori terra umide per risalita capillare). Per garantire l'efficacia dell'intercapedine è comunque indispensabile la ventilazione che garantisce il ricambio di aria necessario ad evitare che l'aria si saturi (come avviene nelle intercapedini chiuse non aerate); in presenza di ventilazione infatti è possibile ottenere anche l'evaporazione dell'acqua presente nella muratura per risalita capillare dal basso favorendo così il risanamento della muratura.

POTENZIALITÀ:

- Efficace riduzione dell'umidità nelle murature;
- Non modifica i materiali e le finiture del manufatto;
- Duraturo e costante nel tempo.

CRITICITÀ:

- Intervento complesso e non sempre realizzabile;
- Modifica l'architettura generale del manufatto;
- Intervento invasivo per la parte esterna.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	2.1
INTERVENTO: INTERCETTAZIONE DELLE ACQUE TRAMITE SCAVO E CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE VERTICALE AREATA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	18	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	300	euro/mc	5

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	2.1
INTERVENTO: INTERCETTAZIONE DELLE ACQUE TRAMITE SCAVO E CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE VERTICALE AREATA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	3.1
INTERVENTO: FORMAZIONE DI UNA BARRIERA ORIZZONTALE REALIZZATA TRAMITE TAGLIO MECCANICO DELLA MURATURE E INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA IMPERMEABILE CONTINUA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

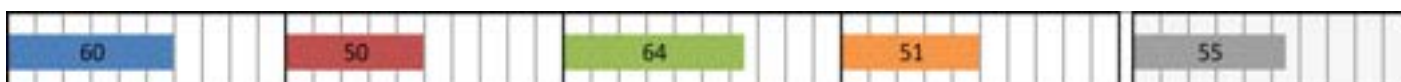
L'intervento è volto a bloccare l'umidità proveniente dal terreno per risalita capillare mediante la formazione di una barriera orizzontale continua ottenuta con lastre e/o materiali impermeabili inseriti nella muratura previa la realizzazione di un taglio con mezzi meccanici. Dopo aver realizzato il taglio della muratura, lo sbarramento dell'umidità si realizza inserendo nelle fessure eseguite nella muratura delle lastre in vetroresina sabbiata (preferibili per piccoli spessori murari e edifici senza problemi statici) o dei profilati in PVC (consigliabili per spessori murari e carichi statici maggiori) mantenuti sovrapposti tra loro per circa 10 cm o collegati tramite appositi giunti. È inoltre possibile realizzare la barriera impermeabile introducendo malte a base di resine sintetiche (che abbinate al taglio con carotatrice sono consigliabili per grossi spessori murari e/o forti carichi statici). La fessura viene successivamente riempita con resina poliesteri unita a inerti. Ad indurimento della resina avvenuto si prosegue il lavoro di taglio del muro per la tratta successiva. L'intervento è fortemente invasivo e possono riscontrarsi effetti negativi sulla statica dell'edificio resi ancora più pericolosi dalla comune pratica di cantiere che, per snellire i tempi di realizzazione dell'intervento, tende ad una eccessiva estensione dei tagli. Possono riscontrarsi fenomeni di slittamento o di rotazione della muratura sovrastante il taglio poiché non viene creato un saldo collegamento tra le parti sezionate. Data l'efficacia dell'interruzione del flusso di acqua per risalita capillare, possono riscontrarsi possibili improvvisi essiccamenti della muratura con conseguenti fenomeni quali la decoesione delle parti più degradate e la migrazione dei sali verso la superficie esterna con conseguente formazione di efflorescenze; un altro ambito di problemi che costituirebbe un interessante oggetto di ricerca è legato a quanto si verifica nella muratura posta al di sotto dello strato impermeabile a causa del prevedibile aumento del contenuto di umidità di questa zona. In generale, il metodo del taglio meccanico è efficace qualora sia indispensabile bloccare completamente l'acqua presente nel terreno che, per risalita capillare, invade le strutture in elevazione fuori terra dell'edificio.

POTENZIALITÀ:

- Efficace riduzione dell'umidità nelle murature;
- Duraturo e costante nel tempo.
- Tecnica consolidata e affinata nel tempo.

CRITICITÀ:

- Intervento complesso;
- Intervento invasivo;
- Possibili effetti negativi sulla statica dell'edificio;
- Possibili fenomeni di slittamento delle murature;
- Possibili essiccamenti della muratura;
- Modifica la finitura esterna delle murature;
- Possibile degrado della muratura al di sotto del taglio.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	3.1
INTERVENTO: FORMAZIONE DI UNA BARRIERA ORIZZONTALE REALIZZATA TRAMITE TAGLIO MECCANICO DELLA MURATURE E INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA IMPERMEABILE CONTINUA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	64

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	185	euro/ml	51

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	3.1
INTERVENTO: FORMAZIONE DI UNA BARRIERA ORIZZONTALE REALIZZATA TRAMITE TAGLIO MECCANICO DELLA MURATURE E INSERIMENTO DI UNA MEMBRANA IMPERMEABILE CONTINUA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	4.1
INTERVENTO: FORMAZIONE DI UNA BARRIERA ORIZZONTALE REALIZZATA CON INIEZIONI NELLA MURATURA DI FORMULATI CHIMICI IMPERMEABILIZZANTI			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

L'intervento consente di bloccare l'umidità proveniente dal terreno per risalita capillare mediante la formazione di una barriera orizzontale ottenuta iniettando nella muratura formulati chimici almeno fino ad un'altezza di poco superiore a quella corrispondente al fronte di risalita. Occorre, quindi, eseguire dei fori nella muratura. A seconda della tipologia del prodotto e della muratura, i fori avranno un interasse che oscilla dai 7 ai 30 cm con un diametro di almeno 10-12 mm e un'altezza di circa una ventina di centimetri dal piano di calpestio. I fori vengono praticati su una fila o su due file sovrapposte e disassate, con lo scopo, per quest'ultima modalità, di creare una barriera più uniforme nel caso di murature con trama non omogenea. I fori non sono mai passanti, ma hanno una profondità scelta in relazione al tipo di muratura (ci si ferma al massimo a pochi centimetri dall'intero spessore); per le murature a sacco o a composizione eterogenea i fori vengono praticati su entrambi i lati del muro. In generale, il metodo della barriera chimica interviene sull'acqua presente nel terreno che, per risalita capillare, invade le strutture in elevazione fuori terra dell'edificio. Per quanto riguarda i formulati chimici le ricerche e le applicazioni sono indirizzate principalmente verso il gruppo dei derivati del silicone i quali sembrano offrire un'ottima versatilità in differenti situazioni. Alcuni formulati occludono i pori presenti all'interno del materiale impedendo in tal modo, l'accesso all'acqua. Altri invece hanno una funzione idrofobizzante, aderiscono alle pareti dei pori creando uno strato idrorepellente che non permette la suzione dell'acqua da parte dei materiali. Il metodo della barriera chimica non prevede un'interruzione continua dello spessore della muratura e non presenta quindi effetti negativi sulla statica dell'edificio. Per contro esiste un grosso limite dovuto all'impossibilità di verificare la diffusione del formulato all'interno della muratura e, di conseguenza, la reale formazione di una barriera continua. Nel caso di una forte risalita capillare, l'acqua proveniente dal basso tende a trascinare con sé il formulato prima della sua solidificazione, disperdendolo così nella muratura ed impedendo la formazione di uno strato continuo.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione dell'umidità nelle murature;
- Non presenta effetti negativi sulla statica;
- Non presenta effetti di slittamento delle murature.

CRITICITÀ:

- Intervento complesso;
- Modifica la finitura esterna delle murature;
- Non è verificabile il grado di diffusione del formulato all'interno delle murature;
- A volte l'acqua trascina il formulato prima della solidificazione rendendo meno efficiente l'intervento;
- Possibile degrado della muratura nella zona d'intervento.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	4.1
INTERVENTO: FORMAZIONE DI UNA BARRIERA ORIZZONTALE REALIZZATA CON INIEZIONI NELLA MURATURA DI FORMULATI CHIMICI IMPERMEABILIZZANTI			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	12	anni	29

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	215	euro/ml	39

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	4.1
INTERVENTO: FORMAZIONE DI UNA BARRIERA ORIZZONTALE REALIZZATA CON INIEZIONI NELLA MURATURA DI FORMULATI CHIMICI IMPERMEABILIZZANTI			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	5.1
INTERVENTO: REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ELETTROSMOSI ATTIVA			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

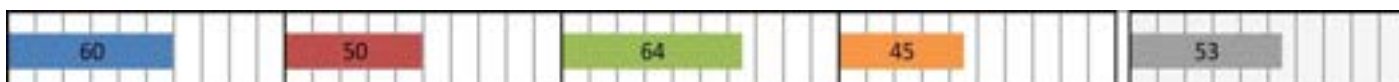
L'intervento consiste nel riportare l'acqua verso il terreno, con la conseguente deumidificazione della muratura, mediante l'azione di un circuito elettrico alimentato con corrente continua che collega le murature con il terreno circostante. A causa della presenza di acqua, il terreno si carica positivamente e la muratura ha carica negativa. Invertendo questa polarità, cioè rendendo negativo il sottosuolo e positivo il muro, è possibile riportare l'acqua dalla struttura al terreno prosciugando così le murature. Tale inversione di polarità viene ottenuta dal circuito elettrico sopra menzionato. Dopo l'eliminazione dell'intonaco dall'area interessata, l'applicazione consiste nell'installare una piattina o una rete costituita da materiale conduttore lungo il perimetro dei muri da prosciugare, ad un'altezza variabile in relazione alla tipologia di muratura: questo circuito costituisce il polo positivo. Il polo negativo si realizza tramite dei paletti o puntazze, generalmente in carbonio, che vengono posti nel terreno ad una profondità di circa 1,5 m e oltre, con interasse variabile da due a tre metri. Il circuito viene alimentato con corrente continua a bassa tensione, dai 2 ai 24 Volt. L'intervento interviene sull'acqua presente nelle murature per risalita capillare dal terreno. Anche quando il contenuto di umidità delle murature è stato ridotto, l'impianto deve comunque rimanere attivo per mantenere nel tempo la costanza del risultato raggiunto dato che il suo spegnimento provocherebbe la riattivazione dei fenomeni di trasporto di acqua nelle strutture murarie. L'effetto di deumidificazione sarà rilevante all'inizio del trattamento, poiché una muratura umida conduce meglio l'elettricità, stabilizzandosi successivamente in corrispondenza di una diminuzione del contenuto di umidità stesso; l'intervento non sembra essere efficace se adoperato su murature con una basso contenuto di umidità dato che il sistema si innesca oltre una determinata soglia o punto critico; anche il materiale ha influenza sull'efficacia dell'intervento; in particolare, la malta di calce, a differenza degli altri materiali testati, presenta un valore negativo del coefficiente di trasporto elettrosmotico cui corrisponde un moto dell'acqua dal polo negativo (il terreno) a quello positivo (la muratura). Ciò significa che il sistema elettrosmotico applicato ad una muratura reale costituita da malta ed altri materiali (mattoni, pietre, etc.) potrebbe comportare il trasporto di acqua nei due sensi: verso il terreno, attraverso i mattoni o la pietra, e verso la struttura muraria, attraverso la malta. Il bilancio idrico globale potrebbe così risultare negativo ed il sistema incrementare ulteriormente il fenomeno naturale della risalita capillare dal terreno.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione dell'umidità nelle murature;
- Efficace soprattutto su murature molto umide;
- Mantenimento di un minimo di umidità nelle murature;
- Molto efficace su piccole porzioni.

CRITICITÀ:

- Intervento complesso;
- Intervento invasivo;
- Modifica la finitura esterna delle murature;
- Deumidificazione lenta e a volte inefficace;
- Possibili interferenze che limitano o annullano il corretto funzionamento;
- Non costante, duraturo e omogeneo.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	5.1
INTERVENTO: REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ELETTROSMOSI ATTIVA			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	15	anni	64

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	200	euro/mq	45

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

- Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;
- Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;
- Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;
- Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;
- Mantenimento dei materiali storici delle murature;
- Mantenimento dei materiali storici delle finiture.

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	5.1
INTERVENTO: REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ELETTROSMOSI ATTIVA			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	6.1
INTERVENTO: UTILIZZO DI INTONACI MACROPOROSI SULLE MURATURE ESTERNE PERIMETRALI			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

L'intervento consiste nell'eliminare i danni dovuti all'umidità e a prevenirne la futura ricomparsa tramite l'utilizzo di intonaci speciali caratterizzati dalla presenza di grosse porosità che ne aumentano la durata nel tempo e la resistenza alla formazione di efflorescenze saline e/o distacchi dell'intonaco. La superficie della muratura deve costituire una buona base di aggrappaggio per l'intonaco macroporoso e dato che gli intonaci in oggetto sono molto spesso a base cementizia, l'intervento non può essere utilizzato in prossimità di superfici di pregio che potrebbero venire danneggiate dai sali rilasciati dagli intonaci e trasportati dall'acqua presente nelle murature. La superficie muraria va ripulita eliminando l'intonaco eventualmente presente almeno fino a circa un metro al di sopra dell'altezza massima raggiunta dalla risalita capillare e asportando le parti decoese e quindi steso l'intonaco macroporoso. In genere tali intonaci, commercializzati nella maggior parte dei casi sotto forma di prodotti premiscelati, sono costituiti da diversi strati, a partire dal rinzafo a contatto con la struttura muraria per arrivare alla finitura. Altre volte si tratta invece di un unico strato da applicare direttamente sulla muratura. In ogni caso bisognerà attenersi alle indicazioni fornite dal produttore. Lo strato di intonaco a ridosso della struttura muraria, nel caso dei prodotti in più strati, possiede generalmente caratteristiche chimicofisiche che, trasformando in vapore l'acqua proveniente per capillarità dalla muratura ne facilita il trasporto verso l'ambiente. Lo strato più esterno dell'intonaco è additivato con sostanze schiumogene che conferiscono alla malta una elevata porosità (caratteristica anche degli intonaci monostrato). Pori così strutturati sviluppano una elevata capacità evaporante a seguito dell'aumento della superficie di scambio tra intonaco e aria ambiente e risultano in grado, nei casi in cui l'acqua presente nella muratura non sia eccessiva, una conseguente azione di deumidificazione della muratura. I pori di grosse dimensioni risultano, inoltre, meno soggetti ai danni provocati dalla cristallizzazione dei sali solubili presenti nella muratura conferendo così all'intonaco maggiori doti di durabilità. L'intonaco macroporoso va quindi scelto quando si voglia operare il recupero funzionale degli ambienti con un intervento che andrà ripetuto (asportando l'intonaco ammalorato e sostituendolo con altro) con periodicità di qualche anno. Di facile applicazione, il ridotto spessore e la flessibilità dell'intonaco macroporoso ne consigliano l'uso anche quando è necessario rispettare i piani finiti originali e seguire l'andamento di superfici curve.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione dell'umidità nelle murature;
- Non modifica l'architettura del manufatto;
- Applicabile in varie situazioni;
- Effetto duraturo e costante nel tempo.

CRITICITÀ:

- Modifica la finitura delle murature;
- Non sempre efficace, se l'umidità è eccessiva;
- Possibilità di deposito dei sali all'interno dei pori dell'intonaco;
- Intervento influenzato dalle caratteristiche materiche del manufatto, pertanto di difficile calibrazione;
- Da impiegare a supporto di altri interventi.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	6.1
INTERVENTO: UTILIZZO DI INTONACI MACROPOROSI SULLE MURATURE ESTERNE PERIMETRALI			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	10	anni	5

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	60	euro/mq	100

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x
• Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;	x
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x
• Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;	
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x
• Mantenimento dei materiali storici delle finiture.	

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	6.1
INTERVENTO: UTILIZZO DI INTONACI MACROPOROSI SULLE MURATURE ESTERNE PERIMETRALI			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	7.1
INTERVENTO: REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ONDE ELETTROMAGNETICHE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

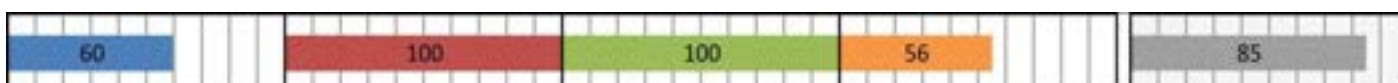
La tecnologia a emissione di onde elettromagnetiche consente di eliminare o ridurre la formazione dell'umidità di risalita capillare e di conseguenza impedire il progressivo deterioramento delle murature. Tale sistema di deumidificazione agisce tramite opportuni circuiti, collocati in una piccola apparecchiatura posta direttamente sull'opera in muratura. L'apparecchio così collocato genera un debole campo elettromagnetico (induttore) che, interagendo con il campo elettromagnetico (indotto) dei dipoli dell'acqua, crea una forza che spinge i dipoli verso il terreno. Le molecole d'acqua così liberate possono quindi defluire dagli stessi capillari per forza di gravità al terreno od evaporare dalla vicina superficie, se questa rende possibile la traspirazione all'ambiente circostante. L'apparecchio, installato preferibilmente all'interno dell'edificio e, possibilmente, al di sopra del livello massimo di umidità visibile, permette la deumidificazione di tutta la struttura, comprese le pareti divisorie interne e le pavimentazioni a contatto con il terreno, rientrando nel campo di azione, a livello sferico, dell'apparecchio stesso, con un raggio di circa 15 metri, senza alcuna conseguenza per quanto rimane al di fuori. Con l'applicazione di tale metodo, in normali condizioni si può constatare, in un periodo medio di 3/4 mesi, una diminuzione d'umidità, misurata in proporzione di percentuale di peso, di un valore che varia dal 20 % al 50 %. Nei mesi successivi, il processo continuerà più lentamente, per un periodo variabile da alcuni mesi fino a 2 anni, nei casi più complessi, fino alla totale deumidificazione. Il campo elettromagnetico generato è debole che solo un sensibilissimo e moderno strumento di rilevazione riesce ad evidenziarlo, e secondo quanto dimostrato dalle certificazioni, può agire efficacemente sulle murature senza nuocere minimamente alla salute. Questo sistema può essere utilizzato senza alcuna limitazione, con tutti i materiali da costruzione, e la rete deumidificata corrisponde al raggio d'azione dell'apparecchio, comprese le pareti esterne.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione dell'umidità nelle murature;
- Efficace e duraturo nel tempo;
- Comportamento omogeneo del trattamento;
- Completa non invasività;
- Mantenimento delle caratteristiche architettoniche del manufatto.

CRITICITÀ:

- Vincolato al perfetto funzionamento degli apparecchi installati all'interno degli ambienti;
- Non sempre efficace, deve essere calibrato in base alle caratteristiche materiche del manufatto;
- Non efficace in alcuni casi particolari.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	7.1
INTERVENTO: REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ONDE ELETTROMAGNETICHE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	18	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	170	euro/mq	56

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x
• Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;	x
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x
• Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;	x
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x
• Mantenimento dei materiali storici delle finiture.	x

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	7.1
INTERVENTO: REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ONDE ELETTROMAGNETICHE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Palazzo Te a Mantova;
- Cripta di San Vittore a Milano;
- Palazzo Forti a Verona;
- Palazzo Contarini a Venezia.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	8.1
INTERVENTO: INSTALLAZIONE DI SISTEMA TEMPERING (TRAMITE TUBATURE) SULLA PARETE A LIVELLO DELLA PAVIMENTAZIONE			

DESCRIZIONE INTERVENTO:

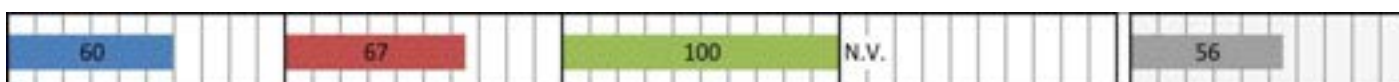
Questo intervento è volto a migliorare l'efficienza energetica del controllo microclimatico negli edifici storici, eliminando l'umidità dalle murature. Non si tratta propriamente di un sistema di riscaldamento, quanto piuttosto di un mezzo per compensare le perdite di calore attraverso le pareti perimetrali: isola termicamente i locali dell'edificio e controlla la temperatura e il grado di umidità delle superfici interne dell'involucro opaco. Tale sistema scalda in modo continuo la parte superficiale interna del muro (nella zona bassa, a contatto con la pavimentazione), mediante tubi in cui circola acqua alla temperatura di 35 - 45°C, che poi riscalderà la stanza per irraggiamento, asciugando la muratura. Il sistema è formato da due tubi scaldanti in rame installati sotto l'intonaco interno alla base dei muri perimetrali (tubi del diametro di 15 o 15 mm) e sono posizionati uno all'attacco della parete con il pavimento e l'altro qualche centimetro più in alto. I tubi possono essere installati sotto uno strato di intonaco oppure in aderenza alle strutture, coperti da apposito zoccolino battiscopa o da un sottile strato di intonaco aggiuntivo, a seconda delle caratteristiche architettoniche, costruttive e formali dell'edificio. La striscia calda di muro creata alla base innesca convenzionale nello strato di contatto tra l'aria della stanza e la parete, scaldando uniformemente la superficie muraria sopra la banda calda. Il sistema va installato in tutti i piani dell'edificio e i muri sono costantemente riscaldati, tutto l'anno quelli a contatto con il suolo mentre gli altri solo durante l'inverno. Il riscaldamento continuo dei muri blocca la risalita capillare, favorisce l'espulsione di umidità dai muri, impedisce la condensazione superficiale, la trasmigrazione dei sali ed il formarsi di efflorescenze saline in superficie, di conseguenza ottimizza la conservazione della materia dell'edificio.

POTENZIALITÀ:

- Buona riduzione dell'umidità nelle murature;
- Continuo e duraturo nel tempo;
- Effetti positivi sul microclima degli ambienti;
- Bassa invasività dell'intervento;
- Utile anche al riscaldamento degli ambienti e alla riduzione delle dispersioni verso l'esterno.

CRITICITÀ:

- Non sempre realizzabile;
- Intervento costoso e laborioso;
- Modifica la parte basso della muratura interna;
- Necessita di una calibrazione perfetta in base ai materiali costituenti l'edificio.



ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	8.1
INTERVENTO: INSTALLAZIONE DI SISTEMA TEMPERING (TRAMITE TUBATURE) SULLA PARETE A LIVELLO DELLA PAVIMENTAZIONE			

VALUTAZIONE EFFICACIA

Intervento più efficace		diff W	100
Intervento meno efficace		diff W	5
Valutazione efficacia dell'intervento		diff W	60

VALUTAZIONE DURABILITÀ

Intervento più durevole	18	anni	100
Intervento meno durevole	10	anni	5
Valutazione durabilità dell'intervento	18	anni	100

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ DEI COSTI

Intervento più economico	60	euro/mq	100
Intervento meno economico	300	euro/mq	5
Valutazione economicità dell'intervento	N. V.	euro/mq	N. V.

VALUTAZIONE COMPATIBILITÀ

Possibili vincoli da soddisfare

• Mantenimento della geometria e della forma del manufatto;	x
• Mantenimento della geometria e della forma delle aperture;	x
• Mantenimento della geometria e della forma delle pavimentazioni o dei soffitti;	x
• Mantenimento delle decorazioni interne o esterne;	
• Mantenimento dei materiali storici delle murature;	x
• Mantenimento dei materiali storici delle finiture.	

6

TOTALE VINCOLI SODDISFATTI

PUNTEGGIO

ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE	C	1	8.1
INTERVENTO: INSTALLAZIONE DI SISTEMA TEMPERING (TRAMITE TUBATURE) SULLA PARETE A LIVELLO DELLA PAVIMENTAZIONE			

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI:

- Carbonara G. (a cura di), Restauro architettonico e impianti, UTET, Torino 2001;
- Cetica P.A., L'architettura dei muri intelligenti: esperienze di climatizzazione sostenibile nell'Ottocento, Angelo Pontecorboli Editore, Firenze 2004;
- Chiesa G., Dall'Ò G., Risparmio energetico in edilizia, Edizioni Masson, Milano 1997;
- Ciribini G., Tecnologia e progetto, Celid, Torino 1984;
- Dall'Ò G., Architettura e impianti. Tecnologie dei sistemi impiantistici negli edifici, Città Studi Edizioni, Milano 1999;
- Davoli P., Architettura senza impianti: aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale, Alinea, Firenze 1993;
- Grosso M., Il raffrescamento passivo degli edifici in zone a clima temperato, Maggioli Editore, Dogana (RSM) 2008;
- Musso S.F., Franco G., Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali, Marsilio, Venezia 2000;
- Sala M., Recupero edilizio e bioclimatica: strumenti, tecniche e casi studio, S.E. Sistemi Editoriali, Napoli 2001;
- Szokolay S.V., Introduzione alla progettazione sostenibile, Hoepli, Milano 2006;
- Tomasinsig E., Edifici ecoefficienti, Area Science Park, Trieste 2009;
- Zevi L. (a cura di), Manuale del restauro architettonico, Mancosu, Roma 2002.

APPLICAZIONI

- Castello di Schonbrunn a Vienna;
- Castello di Brezice in Slovenia;
- Monastero Carthusian a Mauerbach;
- Salsta Palace a Uppsala.

RICERCHE - TEST:

- Schede tecniche del produttore.

ALLEGATI

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO			A	ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI				1
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE		
1.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	8	100	24	100	58		
1.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE		100	100	92	74		
1.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	91	100		57	63		
2.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	68	80	24	95	67		
2.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE	65	80	53	89	72		
2.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	100	100		64	67		
3.1	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISO. CONVENZIONALE E INTERCAPEDINE AERATA	76	40	43	36	49		
3.2	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISO. CONVENZIONALE E INTERCAPEDINE AERATA	97	40	72	30	60		
3.3	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISO. CONVENZIONALE E INTERCAPEDINE AERATA	100	40	24		42		
4.1	RECUPERO MANTO E TERMOISOLANTE CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO	88	100	24	69	70		
4.2	RECUPERO MANTO E TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE ALL'INTRADOSSO	86	100	53	62	75		
4.3	RECUPERO MANTO E TERMOISOLANTE INNOVATIVO ALL'INTRADOSSO	96	100	53	51	75		

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO		A	ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI				1
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
5.1	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE E CHIUSURA	93	100	43	44	70	
5.2	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. ECOEFFICIENTE E CHIUSURA	87	100	72	38	74	
5.3	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. INNOVATIVO E CHIUSURA	96	100	53	26	69	

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO			A	ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA			2
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	53	20	88	98	65	
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	55	20	88	97	65	
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	50	20	76	96	61	
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	43	20	88	88	60	
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	47	20	53	91	53	
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	48	20	76	88	58	
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	10	60	76	48	47	
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	73	20	76	92	65	
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - SILICIO SOTTOVUOTO	88	20	29	10	36	
4.1	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE EPS	59	20	100	53	58	
4.2	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE XPS	60	20	100	53	58	
4.3	CAPPOTTO AERATO - LANA DI ROCCIA	56	20	88	52	54	

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO			A	ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA			2
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
5.1	CAPPOTTO AERATO - SUGHERO	50	20	100	44	54	
5.2	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CELLULOSA	53	20	64	47	46	
5.3	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	54	20	88	45	52	
6.1	CAPPOTTO AERATO - MULTISTRATO	100	20	41	33	49	
6.2	CAPPOTTO AERATO - SCHIUMA VEGETALE	74	20	88	48	58	
6.3	CAPPOTTO AERATO - PCM	82	20	41	38	45	
7.1	INTONACO TERMICO CLASSICO	13	80		100	50	
7.2	INTONACO TERMICO CON PCM	27	80	29	89	56	

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO			A	ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA			3
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	61	33	84	96	69	
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	63	33	84	93	68	
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	59	33	68	91	63	
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	54	33	84	73	61	
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	56	33	37	80	52	
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	57	33	68	73	58	
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	23	100	68	5	49	
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	77	33	68	82	65	
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - PCM	74	33	5	60	43	
4.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE EPS	66	33	100	73	68	
4.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS	67	33	100	71	68	
4.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - LANA DI ROCCIA	64	33	84	69	63	

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO			A	ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA				3
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE		
5.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SUGHERO	59	33	100	51	61		
5.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CELLULOSA	61	33	55	58	52		
5.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CANAPA E KENAF	62	33	84	51	58		
6.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO	100	33	21	27	45		
6.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SCHIUMA VEGETALE	81	33	84	60	65		
6.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - PCM	87	33	21	38	45		
7.1	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - POLISTIRENE EPS	20	67	68	100	64		
7.2	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - POLISTIRENE XPS	20	67	68	100	64		
7.3	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - LANA DI ROCCIA	16	67	37	98	55		
8.1	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - SUGHERO	11	67	84	91	63		
8.2	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - FIBRA DI CELLULOSA	13	67	37	96	53		
8.3	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - FIBRA DI CANAPA E KENAF	14	67	68	93	61		

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO		A	ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA				3
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
9.1	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - AEROGEL RINFORZATO		100	68	12	46	
9.2	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - SCHIUMA VEGETALE	35	67	68	93	66	
9.3	CAPPOTTO A RIDOTTO SPESSORE - PCM	74	67		60	52	

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO			A	ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA			4
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	74	80	84	93	83	
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	69	80	68	76	73	
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	85	80	68	82	79	
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	36	100	84	100	80	
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	31	100	68	93	73	
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - PCM E NUOVA PAVIMENTAZIONE	82	100		60	62	
3.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS E CONTROSOFFITTO	79	40	100	49	67	
3.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - CANAPA E KENAF E CONTROSOFFITTO	75	40	84	32	58	
3.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO E CONTROSOFFITTO	100	40	21		42	
4.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - XPS E CONTROSOFFITTO	50	40	100	56	62	
4.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - CANAPA E KENAF E CONTROS.	47	40	84	49	55	
4.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RDI.SP. - PCM E CONTROSOFFITTO	86	40	21	16	41	

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO		A	ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA				4
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
5.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - POLISTIRENE XPS E INTONACATURA		40	84	78	52	
5.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - FIBRA DI CANAPA E KENAF E INTONACATURA		40	68	60	43	
5.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - SCHIUMA VEGETALE E INTONACATURA	13	40	21	67	35	

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO			A	ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA				5
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE		
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	75	60	64	83	71		
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	69	60	53	78	65		
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	90	60	53	80	71		
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	15	60	64	100	60		
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	5	60	53	98	54		
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - MULTISTRATO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	73	60	5	88	57		
3.1	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	81	60	64	#	54		
3.2	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	76	60	53	5	49		
3.3	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	93	60	53	5	53		
4.1	ISOLAMENTO CON VETRO CELLULARE SFUSO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	100	60	100	51	78		

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: INVOLUCRO TRASPARENTE			B	ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO			1
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE	
1.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE		100		100	53	
2.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAMERA 3-6-3 ARIA	47	83	43	85	65	
2.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAM. 3-6-3 ARGON	65	83	43	83	69	
2.3	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARIA	67	83	43	79	68	
2.4	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAM. BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARGON	78	83	43	77	70	
3.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI PELLICOLA RIFLETTENTE		100		95	52	
3.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E TRATT. PIROLITICO VETRO ORIGINARIO	17	100		92	54	
4.1	SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO CON NUOVO IN ALLUMINIO E LEGNO E VETROCAM.	86		100	65	64	
5.1	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO	86	67	100	83	84	
5.2	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO E RECUPERO DELL'ESISTENTE	100	67	100		68	

RAPPORTO FINALE DELLA RICERCA Settembre 2011

SISTEMA: RISANAMENTO INV. OPACO - DEUMIDIFICAZIONE		C	ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE			1
N.	TECNICHE DI INTERVENTO	EFFICACIA	COMPATIBILITÀ	DURABILITÀ	ECONOMICITÀ	VALUTAZIONE
1.1	SCAVO ESTERNO E POSA DI MEMBRANE IMPERMEABILI E TUBATURE DI DRENAGGIO	60	83	64	45	64
2.1	SCAVO ESTERNO E CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE VERTICALE AERATA	60	83	100		63
3.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INSERIMENTO DI MEMBRANA	60	50	64	51	55
4.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INIEZIONE DI FORMULATI CHIMICI	60	50	29	39	39
5.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ELETTROSMOSI ATTIVA	60	50	64	45	53
6.1	STESURA DI INTONACO MACROPOROSO SULLE MURATURE PERIMETRALI ESTERNE	60	67		100	57
7.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ONDE ELETTROMAGNETICHE	60	100	100	56	85
8.1	INSTALLAZIONE DEL SISTEMA TEMPERING SULLE MURATURE INTERNE	60	67	100	N.V.	56

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	1
ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE

13647

diff W

100

INTERVENTO MENO EFFICACE

7757

diff W

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	7950	diff W	8
1.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE	7757	diff W	5
1.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	13100	diff W	91
2.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	11651	diff W	68
2.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE	11452	diff W	65
2.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	13647	diff W	100
3.1	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE E INTERCAPEDINE AERATA	12147	diff W	76
3.2	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE E INTERCAPEDINE AERATA	13433	diff W	97
3.3	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE INNOVATIVO E INTERCAPEDINE AERATA	13617	diff W	100
4.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO	12933	diff W	88
4.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO	12804	diff W	86
4.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. INNOVATIVO ALL'INTRADOSSO	13412	diff W	96
5.1	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	13235	diff W	93
5.2	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. ECOEFFICIENTE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	12847	diff W	87
5.3	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. ECOEFFICIENTE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	13428	diff W	96

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	1
ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI		

VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ DUREVOLE	20	Anni	100
-------------------------	----	------	-----

INTERVENTO MENO DUREVOLE	10	Anni	5
--------------------------	----	------	---

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	12	Anni	24
1.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE	20	Anni	100
1.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	10	Anni	5
2.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	12	Anni	24
2.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE	15	Anni	53
2.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	10	Anni	5
3.1	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE E INTERCAPEDINE AERATA	14	Anni	43
3.2	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE E INTERCAPEDINE AERATA	17	Anni	72
3.3	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE INNOVATIVO E INTERCAPEDINE AERATA	12	Anni	24
4.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO	12	Anni	24
4.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO	15	Anni	53
4.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. INNOVATIVO ALL'INTRADOSSO	15	Anni	53
5.1	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	14	Anni	43
5.2	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. ECOEFFICIENTE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	17	Anni	72
5.3	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. ECOEFFICIENTE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	15	Anni	53

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	1
ELEMENTO: COPERTURA IN COPPI		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO	58	€/mq	100
INTERVENTO MENO ECONOMICO	116	€/mq	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	58	€/mq	100
1.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE	63	€/mq	92
1.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI FELTRO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	84	€/mq	57
2.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	61	€/mq	95
2.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE	65	€/mq	89
2.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI PANNELLO TERMOISOLANTE INNOVATIVO	80	€/mq	64
3.1	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE CONVENZIONALE E INTERCAPEDINE AERATA	97	€/mq	36
3.2	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE ECOEFFICIENTE E INTERCAPEDINE AERATA	101	€/mq	30
3.3	RECUPERO MANTO, PANNELLO TERMOISOLANTE INNOVATIVO E INTERCAPEDINE AERATA	116	€/mq	5
4.1	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO	77	€/mq	69
4.2	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO	81	€/mq	62
4.3	RECUPERO MANTO E INSERIMENTO DI TERMOISO. INNOVATIVO ALL'INTRADOSSO	88	€/mq	51
5.1	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. CONVENZIONALE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	92	€/mq	44
5.2	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. ECOEFFICIENTE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	96	€/mq	38
5.3	RECUPERO MANTO, INSERIMENTO DI TERMOISO. ECOEFFICIENTE ALL'INTRADOSSO E CHIUSURA	103	€/mq	26

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	2
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE

11169

diff W

100

INTERVENTO MENO EFFICACE

5729

diff W

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	8482	diff W	53
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	8587	diff W	55
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	8297	diff W	50
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	7929	diff W	43
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	8113	diff W	47
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	8205	diff W	48
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	5729	diff W	5
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	9602	diff W	73
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - SILICIO SOTTOVUOTO	10470	diff W	88
4.1	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE EPS	8798	diff W	59
4.2	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE XPS	8890	diff W	60
4.3	CAPPOTTO AERATO - LANA DI ROCCIA	8627	diff W	56
5.1	CAPPOTTO AERATO - SUGHERO	8311	diff W	50
5.2	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CELLULOSA	8469	diff W	53
5.3	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	8548	diff W	54
6.1	CAPPOTTO AERATO - MULTISTRATO	11169	diff W	100
6.2	CAPPOTTO AERATO - SCHIUMA VEGETALE	9681	diff W	74
6.3	CAPPOTTO AERATO - PCM	10155	diff W	82
7.1	INTONACO TERMICO CLASSICO	6177	diff W	13
7.2	INTONACO TERMICO CON PCM	6968	diff W	27

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	2
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA		

VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ DUREVOLE	16	Anni	100
INTERVENTO MENO DUREVOLE	8	Anni	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	15	Anni	88
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	15	Anni	88
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	14	Anni	76
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	15	Anni	88
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	12	Anni	53
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	14	Anni	76
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	14	Anni	76
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	14	Anni	76
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - SILICIO SOTTOVUOTO	10	Anni	29
4.1	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE EPS	16	Anni	100
4.2	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE XPS	16	Anni	100
4.3	CAPPOTTO AERATO - LANA DI ROCCIA	15	Anni	88
5.1	CAPPOTTO AERATO - SUGHERO	16	Anni	100
5.2	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CELLULOSA	13	Anni	64
5.3	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	15	Anni	88
6.1	CAPPOTTO AERATO - MULTISTRATO	11	Anni	41
6.2	CAPPOTTO AERATO - SCHIUMA VEGETALE	15	Anni	88
6.3	CAPPOTTO AERATO - PCM	11	Anni	41
7.1	INTONACO TERMICO CLASSICO	8	Anni	5
7.2	INTONACO TERMICO CON PCM	10	Anni	29

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	2
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE ESTERNA		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO	57	€/mq	100
INTERVENTO MENO ECONOMICO	153	€/mq	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	59	€/mq	98
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	60	€/mq	97
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	61	€/mq	96
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	69	€/mq	88
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	66	€/mq	91
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	69	€/mq	88
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	110	€/mq	48
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	65	€/mq	92
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - SILICIO SOTTOVUOTO	153	€/mq	5
4.1	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE EPS	104	€/mq	53
4.2	CAPPOTTO AERATO - POLISTIRENE XPS	105	€/mq	53
4.3	CAPPOTTO AERATO - LANA DI ROCCIA	106	€/mq	52
5.1	CAPPOTTO AERATO - SUGHERO	114	€/mq	44
5.2	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CELLULOSA	111	€/mq	47
5.3	CAPPOTTO AERATO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	113	€/mq	45
6.1	CAPPOTTO AERATO - MULTISTRATO	125	€/mq	33
6.2	CAPPOTTO AERATO - SCHIUMA VEGETALE	110	€/mq	48
6.3	CAPPOTTO AERATO - PCM	120	€/mq	38
7.1	INTONACO TERMICO CLASSICO	57	€/mq	100
7.2	INTONACO TERMICO CON PCM	68	€/mq	89

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	3
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE

9635

diff W

100

INTERVENTO MENO EFFICACE

4069

diff W

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	7379	diff W	61
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	7458	diff W	63
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	7220	diff W	59
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	6926	diff W	54
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	7062	diff W	56
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	7141	diff W	57
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	5112	diff W	23
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	8309	diff W	77
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - PCM	8105	diff W	74
4.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE EPS	7640	diff W	66
4.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS	7719	diff W	67
4.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - LANA DI ROCCIA	7504	diff W	64
5.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SUGHERO	7243	diff W	59
5.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CELLULOSA	7368	diff W	61
5.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - CANAPA E KENAF	7436	diff W	62
6.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO	9635	diff W	100
6.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SCHIUMA VEGETALE	8535	diff W	81
6.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - PCM	8898	diff W	87
7.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE EPS	4931	diff W	20
7.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE XPS	4931	diff W	20
7.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - LANA DI ROCCIA	4704	diff W	16
8.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - SUGHERO	4421	diff W	11

8.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - FIBRA DI CELLULOSA	4554	diff W	13
8.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - FIBRA CANAPA E KENAF	4625	diff W	14
9.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - AEROGEL RINFORZATO	4069	diff W	5
9.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - SCHIUMA VEGETALE	5838	diff W	35
9.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - PCM	8105	diff W	74

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	3
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA		

VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ DUREVOLE

16

Anni

100

INTERVENTO MENO DUREVOLE

10

Anni

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	15	Anni	84
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	15	Anni	84
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	14	Anni	68
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	15	Anni	84
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	12	Anni	37
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	14	Anni	68
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	14	Anni	68
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	14	Anni	68
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - PCM	10	Anni	5
4.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE EPS	16	Anni	100
4.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS	16	Anni	100
4.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - LANA DI ROCCIA	15	Anni	84
5.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SUGHERO	16	Anni	100
5.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CELLULOSA	13	Anni	53
5.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - CANAPA E KENAF	15	Anni	84
6.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO	11	Anni	21
6.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SCHIUMA VEGETALE	15	Anni	84
6.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - PCM	11	Anni	21
7.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE EPS	14	Anni	68
7.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE XPS	14	Anni	68
7.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - LANA DI ROCCIA	12	Anni	37
8.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - SUGHERO	15	Anni	84

8.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - FIBRA DI CELLULOSA	12	Anni	37
8.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - FIBRA CANAPA E KENAF	14	Anni	68
9.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - AEROGEL RINFORZATO	14	Anni	68
9.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - SCHIUMA VEGETALE	14	Anni	68
9.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - PCM	10	Anni	5

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	3
ELEMENTO: MURATURA PERIMETRALE INTERNA		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO

67

€/mq

100

INTERVENTO MENO ECONOMICO

110

€/mq

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE EPS	69	€/mq	96
1.2	CAPPOTTO CLASSICO - POLISTIRENE XPS	70	€/mq	93
1.3	CAPPOTTO CLASSICO - LANA DI ROCCIA	71	€/mq	91
2.1	CAPPOTTO CLASSICO - SUGHERO	79	€/mq	73
2.2	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CELLULOSA	76	€/mq	80
2.3	CAPPOTTO CLASSICO - FIBRA DI CANAPA E KENAF	79	€/mq	73
3.1	CAPPOTTO CLASSICO - AEROGEL RINFORZATO	110	€/mq	5
3.2	CAPPOTTO CLASSICO - SCHIUMA VEGETALE	75	€/mq	82
3.3	CAPPOTTO CLASSICO - PCM	85	€/mq	60
4.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE EPS	79	€/mq	73
4.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS	80	€/mq	71
4.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - LANA DI ROCCIA	81	€/mq	69
5.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SUGHERO	89	€/mq	51
5.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CELLULOSA	86	€/mq	58
5.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - CANAPA E KENAF	89	€/mq	51
6.1	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO	100	€/mq	27
6.2	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - SCHIUMA VEGETALE	85	€/mq	60
6.3	CAPPOTTO INTERCAPEDINE - PCM	95	€/mq	38
7.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE EPS	67	€/mq	100
7.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE XPS	67	€/mq	100
7.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - LANA DI ROCCIA	68	€/mq	98
8.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - SUGHERO	71	€/mq	91

8.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - FIBRA DI CELLULOSA	69	€/mq	96
8.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - FIBRA CANAPA E KENAF	70	€/mq	93
9.1	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - AEROGEL RINFORZATO	107	€/mq	12
9.2	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - SCHIUMA VEGETALE	70	€/mq	93
9.3	CAPPOTTO RIDOTTO SP. - PCM	85	€/mq	60

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	4
ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE

3540

diff W

100

INTERVENTO MENO EFFICACE

1364

diff W

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2935	diff W	74
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2838	diff W	69
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	3188	diff W	85
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2085	diff W	36
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	1970	diff W	31
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - PCM E NUOVA PAVIMENTAZIONE	3126	diff W	82
3.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS E CONTROSOFFITTO	3050	diff W	79
3.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CANAPA E KENAF E CONTROSOFFITTO	2971	diff W	75
3.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO E CONTROSOFFITTO	3540	diff W	100
4.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - POLISTIRENE XPS E CONTROSOFFITTO	2404	diff W	50
4.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - CANAPA E KENAF E CONTROSOFFITTO	2322	diff W	47
4.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RDI.SP. - PCM E CONTROSOFFITTO	3208	diff W	86
5.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - POLISTIRENE XPS E INTONACATURA	1415	diff W	7
5.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - FIBRA DI CANAPA E KENAF E INTONACATURA	1364	diff W	5
5.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - SCHIUMA VEGETALE E INTONACATURA	1546	diff W	13

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	4
ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA		

VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ DUREVOLE

16

Anni

100

INTERVENTO MENO DUREVOLE

10

Anni

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	15	Anni	84
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	68
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	68
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	15	Anni	84
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	68
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - PCM E NUOVA PAVIMENTAZIONE	10	Anni	5
3.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS E CONTROSOFFITTO	16	Anni	100
3.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CANAPA E KENAF E CONTROSOFFITTO	15	Anni	84
3.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO E CONTROSOFFITTO	11	Anni	21
4.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - POLISTIRENE XPS E CONTROSOFFITTO	16	Anni	100
4.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - CANAPA E KENAF E CONTROSOFFITTO	15	Anni	84
4.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RDI.SP. - PCM E CONTROSOFFITTO	11	Anni	21
5.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - POLISTIRENE XPS E INTONACATURA	15	Anni	84
5.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - FIBRA DI CANAPA E KENAF E INTONACATURA	14	Anni	68
5.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - SCHIUMA VEGETALE E INTONACATURA	11	Anni	21

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	4
ELEMENTO: SOLAIO VERSO SOTTOTETTO E LOCALI CANTINA		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO

32

€/mq

100

INTERVENTO MENO ECONOMICO

75

€/mq

5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	35	€/mq	93
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	43	€/mq	76
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	40	€/mq	82
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	32	€/mq	100
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	35	€/mq	93
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RIDOTTO SP. - PCM E NUOVA PAVIMENTAZIONE	50	€/mq	60
3.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - POLISTIRENE XPS E CONTROSOFFITTO	55	€/mq	49
3.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - FIBRA DI CANAPA E KENAF E CONTROSOFFITTO	63	€/mq	32
3.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE - MULTISTRATO E CONTROSOFFITTO	75	€/mq	5
4.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - POLISTIRENE XPS E CONTROSOFFITTO	52	€/mq	56
4.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RID.SP. - CANAPA E KENAF E CONTROSOFFITTO	55	€/mq	49
4.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO INTERCAPEDINE RDI.SP. - PCM E CONTROSOFFITTO	70	€/mq	16
5.1	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - POLISTIRENE XPS E INTONACATURA	42	€/mq	78
5.2	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - FIBRA DI CANAPA E KENAF E INTONACATURA	50	€/mq	60
5.3	ISOLAMENTO INTRADOSSO CANTINA - SCHIUMA VEGETALE E INTONACATURA	47	€/mq	67

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	5
ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE	2961	diff W	100
INTERVENTO MENO EFFICACE	1190	diff W	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2501	diff W	75
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2386	diff W	69
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2777	diff W	90
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	1373	diff W	15
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	1190	diff W	5
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - MULTISTRATO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2461	diff W	73
3.1	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2603	diff W	81
3.2	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2511	diff W	76
3.3	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2835	diff W	93
4.1	ISOLAMENTO CON VETRO CELLULARE SFUSO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	2961	diff W	100

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	5
ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA		

VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ DUREVOLE	18	Anni	100
INTERVENTO MENO DUREVOLE	10	Anni	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	15	Anni	64
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	53
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	53
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	15	Anni	64
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	53
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - MULTISTRATO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	10	Anni	5
3.1	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	15	Anni	64
3.2	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	53
3.3	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	14	Anni	53
4.1	ISOLAMENTO CON VETRO CELLULARE SFUSO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	18	Anni	100

SISTEMA: INVOLUCRO OPACO	A	5
ELEMENTO: SOLAIO CONTROTERRA		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO	122	€/mq	100
INTERVENTO MENO ECONOMICO	253	€/mq	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	145	€/mq	83
1.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	153	€/mq	78
1.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	150	€/mq	80
2.1	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	122	€/mq	100
2.2	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	125	€/mq	98
2.3	ISOLAMENTO ESTRADOSSO RID.SP. - MULTISTRATO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	138	€/mq	88
3.1	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - POLISTIRENE XPS E NUOVA PAVIMENTAZIONE	245	€/mq	11
3.2	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - FIBRA DI CANAPA E KENAF E NUOVA PAVIMENTAZIONE	253	€/mq	5
3.3	VESPAIO AERATO, ISOLAMENTO - SCHIUMA VEGETALE E NUOVA PAVIMENTAZIONE	250	€/mq	7
4.1	ISOLAMENTO CON VETRO CELLULARE SFUSO E NUOVA PAVIMENTAZIONE	190	€/mq	51

SISTEMA: INVOLUCRO TRASPARENTE	B	1
ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE	4525	diff W	100
INTERVENTO MENO EFFICACE	1045	diff W	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE	1045	diff W	5
2.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAMERA 3-6-3 ARIA	2580	diff W	47
2.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAMERA 3-6-3 ARGON	3259	diff W	65
2.3	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARIA	3315	diff W	67
2.4	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARGON	3724	diff W	78
3.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI PELLICOLA RIFLETTENTE	1127	diff W	7
3.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E TRATTAMENTO PIROLITICO VETRO ORIGINARIO	1477	diff W	17
4.1	SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO CON NUOVO IN ALLUMINIO E LEGNO CON VETROCAMERA	4025	diff W	86
5.1	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO	4025	diff W	86
5.2	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO E RECUPERO DELL'ESISTENTE	4525	diff W	100

SISTEMA: INVOLUCRO TRASPARENTE	B	1
ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO		

VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ DUREVOLE	15	Anni	100
INTERVENTO MENO DUREVOLE	10	Anni	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE	10	Anni	5
2.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAMERA 3-6-3 ARIA	12	Anni	43
2.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAMERA 3-6-3 ARGON	12	Anni	43
2.3	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARIA	12	Anni	43
2.4	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARGON	12	Anni	43
3.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI PELLICOLA RIFLETTENTE	10	Anni	5
3.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E TRATTAMENTO PIROLITICO VETRO ORIGINARIO	10	Anni	5
4.1	SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO CON NUOVO IN ALLUMINIO E LEGNO CON VETROCAMERA	15	Anni	100
5.1	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO	15	Anni	100
5.2	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO E RECUPERO DELL'ESISTENTE	15	Anni	100

SISTEMA: INVOLUCRO TRASPARENTE	B	1
ELEMENTO: SERRAMENTO ESTERNO		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO	450	€/mq	100
INTERVENTO MENO ECONOMICO	1000	€/mq	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE	450	€/mq	100
2.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAMERA 3-6-3 ARIA	537	€/mq	85
2.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI VETROCAMERA 3-6-3 ARGON	547	€/mq	83
2.3	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARIA	571	€/mq	79
2.4	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E VETROCAMERA BASSO EMISSIVO 3-6-3 ARGON	581	€/mq	77
3.1	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E INSERIMENTO DI PELLICOLA RIFLETTENTE	479	€/mq	95
3.2	RECUPERO DEL SERRAMENTO ESISTENTE E TRATTAMENTO PIROLITICO VETRO ORIGINARIO	497	€/mq	92
4.1	SOSTITUZIONE DEL SERRAMENTO CON NUOVO IN ALLUMINIO E LEGNO CON VETROCAMERA	650	€/mq	65
5.1	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO	550	€/mq	83
5.2	INSERIMENTO DI UN SECONDO SERRAMENTO E RECUPERO DELL'ESISTENTE	1000	€/mq	5

SISTEMA: RISANAMENTO DELL'INV. OPACO - DEUMIDIFICAZIONE	C	1
ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE		

VALUTAZIONE EFFICACIA INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ EFFICACE	0	diff W	100
INTERVENTO MENO EFFICACE	0	diff W	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	SCAVO ESTERNO E POSA DI MEMBRANE IMPERMEABILI E TUBATURE DI DRENAGGIO	N. V.	diff W	60
2.1	SCAVO ESTERNO E CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE VERTICALE AERATA	N. V.	diff W	60
3.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INSERIMENTO DI MEMBRANA IMPERMEABILE	N. V.	diff W	60
4.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INIEZIONE DI FORMULATI CHIMICI	N. V.	diff W	60
5.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ELETTROSMOSI ATTIVA	N. V.	diff W	60
6.1	STESURA DI INTONACO MACROPOROSO SULLE MURATURE PERIMETRALI ESTERNE	N. V.	diff W	60
7.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ONDE ELETTROMAGNETICHE	N. V.	diff W	60
8.1	INSTALLAZIONE DEL SISTEMA TEMPERING SULLE MURATURE INTERNE	N. V.	diff W	60

SISTEMA: RISANAMENTO DELL'INV. OPACO - DEUMIDIFICAZIONE	C	1
ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE		

VALUTAZIONE DURABILITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ DUREVOLE	18	Anni	100
INTERVENTO MENO DUREVOLE	10	Anni	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	SCAVO ESTERNO E POSA DI MEMBRANE IMPERMEABILI E TUBATURE DI DRENAGGIO	15	Anni	64
2.1	SCAVO ESTERNO E CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE VERTICALE AERATA	18	Anni	100
3.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INSERIMENTO DI MEMBRANA IMPERMEABILE	15	Anni	64
4.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INIEZIONE DI FORMULATI CHIMICI	12	Anni	29
5.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ELETTROSMOSI ATTIVA	15	Anni	64
6.1	STESURA DI INTONACO MACROPOROSO SULLE MURATURE PERIMETRALI ESTERNE	15	Anni	64
7.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ONDE ELETTROMAGNETICHE	10	Anni	5
8.1	INSTALLAZIONE DEL SISTEMA TEMPERING SULLE MURATURE INTERNE	18	Anni	100

SISTEMA: RISANAMENTO DELL'INV. OPACO - DEUMIDIFICAZIONE	C	1
ELEMENTO: MURATURE PERIMETRALI ESTERNE ED INTERNE		

VALUTAZIONE ECONOMICITÀ INTERVENTI

INTERVENTO PIÙ ECONOMICO	60	€/mq	100
INTERVENTO MENO ECONOMICO	300	€/mq	5

N. INT	TIPOLOGIA DI INTERVENTO	VALORE		PUNTEGGIO
1.1	SCAVO ESTERNO E POSA DI MEMBRANE IMPERMEABILI E TUBATURE DI DRENAGGIO	200	€/mc	45
2.1	SCAVO ESTERNO E CREAZIONE DI UNA INTERCAPEDINE VERTICALE AERATA	300	€/mc	5
3.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INSERIMENTO DI MEMBRANA IMPERMEABILE	185	€/ml	51
4.1	BARRIERA ORIZZONTALE IN MURATURA TRAMITE INIEZIONE DI FORMULATI CHIMICI	215	€/ml	39
5.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ELETTROSMOSI ATTIVA	200	€/mq	45
6.1	STESURA DI INTONACO MACROPOROSO SULLE MURATURE PERIMETRALI ESTERNE	60	€/mq	100
7.1	REALIZZAZIONE DI UN SISTEMA AD ONDE ELETTROMAGNETICHE	170	€/mq	56
8.1	INSTALLAZIONE DEL SISTEMA TEMPERING SULLE MURATURE INTERNE	N. V.	€/mq	N. V.

ALLEGATI SCHEDE - A 1

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DEI SINGOLI INTERVENTI

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO 1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,370
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						2,701

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 1,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Feltro in lana di vetro	0,015	0,035		110,00	0,429
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,816
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,225

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 1,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Feltro in fibra di lino	0,015	0,037		35,00	0,405
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,793
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,261

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 1,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante termoriflettente	0,020	0,006		33,00	3,333
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,721
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,269

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 2,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante lana di vetro	0,050	0,034		35,00	1,471
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,859
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,538

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 2,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante canapa/kenaf	0,050	0,037		100,00	1,351
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,739
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,575

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 2,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante termoriflettente	0,030	0,006		20,00	5,000
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						5,388
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,186

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 3,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Strato di aria	0,050		6,40		0,156
4	Pannello isolante lana di vetro	0,050	0,034		35,00	1,471
5	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,242
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,446

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 3,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Strato di aria	0,050		6,40		0,156
4	Pannello isolante canapa/kenaf	0,150	0,037		100,00	4,054
5	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						4,825
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,207

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 3,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Strato di aria	0,020		6,40		0,156
4	Pannello isolante termoriflettente	0,030	0,006		20,00	5,000
5	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						5,771
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,173

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 4,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante lana di vetro	0,100	0,034		35,00	2,941
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,329
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,300

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 4,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante canapa/kenaf	0,100	0,037		100,00	2,703
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,091
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,324

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 4,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Schiuma isolante	0,100	0,023		34,00	4,348
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						4,736
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,211

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 5,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante lana di vetro	0,100	0,034		35,00	2,941
4	Cartongesso	0,015	0,210		900,00	0,071
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,401
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,294

TIPO DI STRUTTURA		COPERTURA - TIPO A 1 5,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Pannello isolante canapa/kenaf	0,100	0,037		100,00	2,703
4	Cartongesso	0,015	0,210		900,00	0,071
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,162
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,316

N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'esterno verso l'interno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
2	Assito in legno	0,050	0,220		500,00	0,227
3	Schiuma isolante	0,100	0,023		34,00	4,348
4	Cartongesso	0,015	0,210		900,00	0,071
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,100
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						4,807
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,208

ALLEGATI SCHEDE - A 2

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DEI SINGOLI INTERVENTI

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - TIPO 1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,955
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,047

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - TIPO 2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Mattoni pieni	0,500	0,7000		1600,00	0,714
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,887
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,127

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - TIPO 3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Mattoni pieni	0,450	0,7000		1600,00	0,643
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,816
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,226

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 1,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello EPS	0,050	0,0330		28,00	1,515
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						2,483
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,403

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 1,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						2,530
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,395

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 1,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello lana di roccia	0,050	0,0350		70,00	1,429
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						2,396
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,417

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 2,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello Sughero nero autoespanso	0,050	0,0390		110,00	1,282
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,250
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,445

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 2,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello Fibra di cellulosa	0,050	0,0370		30,00	1,351
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,319
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,431

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 2,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,357
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,424

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 3,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello in Aerogel	0,009	0,0135		150,00	0,667
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,634
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,612

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 3,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello in schiuma polyiso	0,050	0,0230		36,00	2,174
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,142
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,318

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 3,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello sottovuoto	0,015	0,0050		70,00	3,000
4	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,968
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,252

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 4,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello EPS	0,050	0,0330		28,00	1,515
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,639
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,379

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 4,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,686
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,372

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 4,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello lana di roccia	0,050	0,0350		70,00	1,429
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,552
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,392

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 5,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello Sughero nero autoespanso	0,050	0,0390		110,00	1,282
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,406
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,416

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 5,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello Fibra di cellulosa	0,050	0,0370		30,00	1,351
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,475
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,404

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 5,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,513
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,398

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 6,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
4	Pannello multistrato	0,030	0,0080		60,00	3,750
5	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
6	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						5,030
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,199

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 6,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello Schiuma vegetale	0,050	0,0240		36,00	2,083
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,207
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,312

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 6,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Pannello PCM	0,025	0,0100		60,00	2,500
4	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
5	Intonaco esterno armato	0,030	0,8000		1600,00	0,038
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,624
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,276

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 7,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Intonaco termoisolante classico	0,040	0,0500		1000,00	0,800
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,730
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,578

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Esterna - A 2 7,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Intonaco termoisolante PCM	0,040	0,0400		1000,00	1,000
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,930
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,518

ALLEGATI SCHEDE - A 3

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DEI SINGOLI INTERVENTI

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - TIPO 1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Intonaco calce e gesso	0,020	0,7000		1500,00	0,029
2	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
3	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,955
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,047

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - TIPO 2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Mattoni pieni	0,500	0,7000		1600,00	0,714
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,887
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,127

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - TIPO 3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Mattoni pieni	0,450	0,7000		1600,00	0,643
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,816
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,226

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 1,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello EPS	0,050	0,0330		28,00	1,515
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,525
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,396

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 1,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,572
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,389

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 1,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello lana di roccia	0,050	0,0350		70,00	1,429
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,438
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,410

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 2,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello Sughero nero autoespanso	0,050	0,0390		110,00	1,282
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,292
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,436

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 2,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello Fibra di cellulosa	0,050	0,0370		30,00	1,351
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,361
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,424

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 2,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,399
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,417

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 3,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello in Aerogel	0,009	0,0135		150,00	0,667
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,677
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,596

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 3,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello in schiuma polyiso	0,050	0,0230		36,00	2,174
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,184
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,314

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 3,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello PCM	0,020	0,0100		60,00	2,000
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,010
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,332

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 4,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello EPS	0,050	0,0330		28,00	1,515
3	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
4	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
5	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,681
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,373

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 4,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
3	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
4	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
5	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,729
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,366

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 4,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello lana di roccia	0,050	0,0350		70,00	1,429
3	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
4	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
5	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,595
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,385

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 5,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello Sughero nero autoespanso	0,050	0,0390		110,00	1,282
3	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
4	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
5	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,448
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,408

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 5,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello Fibra di cellulosa	0,050	0,0370		30,00	1,351
3	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
4	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
5	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,518
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,397

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 5,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
3	Intercapedine Aerata	0,030		6,40		0,156
4	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
5	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,555
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,391

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 6,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
3	Pannello multistrato	0,030	0,0080		60,00	3,750
4	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
5	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
6	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						5,072
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,197

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 6,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
3	Pannello Schiuma vegetale	0,050	0,0240		36,00	2,083
4	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
5	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
6	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,406
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,294

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 6,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
3	Pannello PCM	0,025	0,0100		60,00	2,500
4	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
5	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
6	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,822
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,262

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 7,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Feltro EPS	0,020	0,0320		28,00	0,625
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,635
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,612

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 7,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Feltro XPS	0,020	0,0320		36,00	0,625
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,635
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,612

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 7,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Feltro lana di roccia	0,020	0,0350		70,00	0,571
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,581
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,632

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 8,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Feltro Sughero nero autoespanso	0,020	0,0390		110,00	0,513
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,523
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,657

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 8,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Feltro Fibra di cellulosa	0,020	0,0370		30,00	0,541
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,550
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,645

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 8,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Feltro fibra di canapa e kenaf	0,020	0,0360		60,00	0,556
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,565
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,639

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 9,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello in Aerogel	0,006	0,0135		150,00	0,444
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,454
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,688

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 9,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello in schiuma polyiso	0,020	0,0230		36,00	0,870
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,879
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,532

TIPO DI STRUTTURA		MURATURA Interna - A 3 9,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
2	Pannello PCM	0,020	0,0100		60,00	2,000
3	Mattoni pieni	0,510	0,7000		1600,00	0,729
4	Intonaco calce	0,020	0,8000		1600,00	0,025
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,010
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,332

ALLEGATI SCHEDE - A 4

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DEI SINGOLI INTERVENTI

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
2	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,624
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,603

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 1,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,210
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,453

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 1,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,036
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,491

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 1,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Pannello in schiuma polyiso	0,050	0,0230		36,00	2,174
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						2,821
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,354

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 2,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Pannello XPS	0,020	0,0320		36,00	0,625
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						1,272
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,786

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 2,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,020	0,0360		60,00	0,556
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						1,203
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,831

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 2,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Pannello PCM	0,020	0,0100		60,00	2,000
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,647
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,378

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 3,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
6	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
7	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,449
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,408

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 3,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
6	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
7	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,276
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,439

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 3,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello multistrato	0,030	0,0080		60,00	3,750
6	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
7	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						4,637
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,216

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 4,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello XPS	0,020	0,0320		36,00	0,625
6	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
7	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						1,512
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,661

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 4,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,020	0,0360		60,00	0,556
6	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
7	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						1,442
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,693

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 4,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,02	1,48		2200,00	0,014
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello PCM	0,020	0,0100		60,00	2,000
6	Intercapedine Aerata	0,020		6,40		0,156
7	Cartongesso	0,015	0,1800		900,00	0,083
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hj)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						2,887
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,346

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Cantina				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,08	1,48		2200,00	0,054
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hj)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						0,688
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,454

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 5,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,08	1,48		2200,00	0,054
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
6	Intonaco	0,02	0,80		1500,00	0,025
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hj)						0,130
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						2,275
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,440

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 5,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,08	1,48		2200,00	0,054
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
6	Intonaco	0,02	0,80		1500,00	0,025
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,102
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,476

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Sottotetto - TIPO A 4 5,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,08	1,48		2200,00	0,054
3	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
4	Assito in legno	0,040	0,220		500,00	0,182
5	Pannello in schiuma polyiso	0,050	0,0230		36,00	2,174
6	Intonaco	0,02	0,80		1500,00	0,025
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,887
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,346

ALLEGATI SCHEDE - A 5

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DEI SINGOLI INTERVENTI

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,02	1,00		2300,00	0,020
2	Massetto	0,05	1,48		2200,00	0,034
3	Sottofondo	0,15	1,48		2200,00	0,101
4	Terreno	0,50	2,00		1500,00	0,250
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,578
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,730

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra - TIPO A 5 1,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
3	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
4	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
5	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
6	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
7	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,869
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,535

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra - TIPO A 5 1,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
3	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
4	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
5	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
6	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
7	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						1,695
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,590

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra - TIPO A 5 1,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
3	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
4	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
5	Pannello in schiuma polyiso	0,050	0,0230		36,00	2,174
6	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
7	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,480
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,403

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra - TIPO A 5 2,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
3	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
4	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
5	Pannello XPS	0,020	0,0320		36,00	0,625
6	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
7	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,931
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,074

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra - TIPO A 5 2,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
3	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
4	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
5	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,020	0,0360		60,00	0,556
6	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
7	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,862
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						1,161

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controtterra - TIPO A 5 2,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
3	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
4	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
5	Pannello Multistrato	0,015	0,0100		60,00	1,500
6	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
7	Massetto	0,04	1,48		2200,00	0,027
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						1,806
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,554

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controtterra - TIPO A 5 3,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,05	1,48		2200,00	0,034
3	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
4	Pannello XPS	0,050	0,0320		36,00	1,563
5	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
6	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
7	Sottofondo	0,03	1,48		2200,00	0,020
8	Casseri	0,20		6,40		0,156
9	Sottofondo di livellamento	0,05	1,48		2200,00	0,034
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						2,059
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,486

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controtterra - TIPO A 5 3,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,05	1,48		2200,00	0,034
3	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
4	Pannello fibra di canapa e kenaf	0,050	0,0360		60,00	1,389
5	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
6	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
7	Sottofondo	0,03	1,48		2200,00	0,020
8	Casseri	0,20		6,40		0,156
9	Sottofondo di livellamento	0,05	1,48		2200,00	0,034
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						1,885
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,530

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra - TIPO A 5 3,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,05	1,48		2200,00	0,034
3	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
4	Pannello in schiuma polyiso	0,050	0,0230		36,00	2,174
5	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
6	Platea Armata	0,050	1,480		2200,00	0,034
7	Sottofondo	0,03	1,48		2200,00	0,020
8	Casseri	0,20		6,40		0,156
9	Sottofondo di livellamento	0,05	1,48		2200,00	0,034
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						2,670
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,375

TIPO DI STRUTTURA		SOLAIO Controterra - TIPO A 5 4,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Pavimentazione	0,01	1,00		2300,00	0,010
2	Massetto	0,05	1,48		2200,00	0,034
3	Platea Armata	0,100	1,480		2200,00	0,068
4	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
5	Vetro cellulare sfuso	0,200	0,0700		36,00	2,857
6	Guaina traspirante	0,003	0,170		1000,00	0,018
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						3,177
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						0,315

ALLEGATI SCHEDE - B 1

CALCOLO DELLA TRASMITTANZA DEI SINGOLI INTERVENTI

TIPO DI STRUTTURA		APERTURE Trasparenti				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	A [m²]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro	1,000		5,70		5,700
2	Telaio	0,200		2,50		0,500
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Perimetro del vetro (lg)						
Effetto distanziatore del vetro (Yg)						
						6,200
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						5,167

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 2,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Intercapedine Aria	0,006				0,130
3	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						0,309
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						3,236

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 2,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Intercapedine Argon	0,006				0,220
3	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale (Σ R) (m²K / W)						0,399
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						2,506

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 2,3				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Trattamento basso emissivo					0,100
3	Intercapedine Aria	0,006				0,130
4	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,409
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						2,445

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 2,4				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Trattamento basso emissivo					0,100
3	Intercapedine Argon	0,006				0,220
4	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,499
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						2,004

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 3,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Pellicola riflettente					0,030
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,206
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						4,854

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 3,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Trattamento basso emissivo					0,050
3						
4						
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,226
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						4,425

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 4,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Trattamento basso emissivo					0,100
3	Intercapedine Argon	0,006				0,220
4	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,499
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						2,004

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 5,1				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Trattamento basso emissivo					0,100
3	Intercapedine Argon	0,006				0,220
4	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,499
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						2,004

TIPO DI STRUTTURA		INFISSO Vetro - TIPO B 1 5,2				
N°	DESCRIZIONE STRATO (dall'interno verso l'esterno)	s [m]	λ [W/mK]	C [W/m²K]	ρ [kg/m³]	R [m²K / W]
1	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
2	Trattamento basso emissivo					0,100
3	Intercapedine Argon	0,006				0,220
4	Vetro classico	0,003	1,000		2300,00	0,003
5						
6						
7						
8						
Resistenza termica di ammissione (1/hi)						0,130
Resistenza termica di emissione (1/he)						0,043
Resistenza termica totale ($\sum R$) (m²K / W)						0,499
Trasmittanza unitaria K (W / m²K)						2,004