



Università degli Studi di Ferrara

DOTTORATO DI RICERCA IN "TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA"

CICLO XXVI

COORDINATORE Prof. ROBERTO DI GIULIO

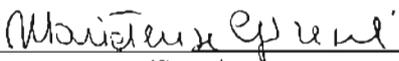
Metodologia per il recupero energetico e funzionale dell'edilizia rurale.

Definizione di linee guida per la riqualificazione di edifici rurali in Piemonte.

Settore Scientifico Disciplinare ICAR/12

Dottorando

Dott. Girasoli Maria Teresa


(firma)

Tutore

Prof. Zaffagnini Theo


(firma)

Tutore esterno

Prof. Benedetti Cristina


(firma)

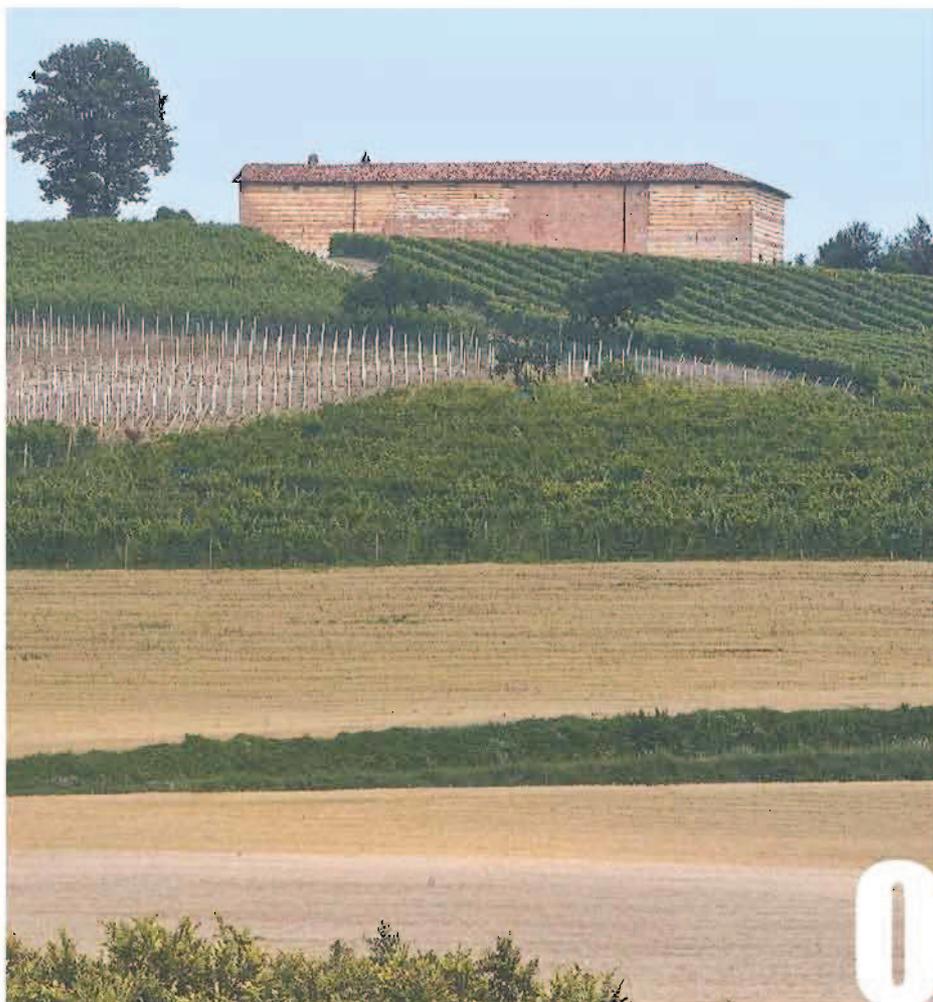
Anni 2011/2013



INDICE

0	PREMESSA	5
	AMBITO DELLA RICERCA	6
	STRUTTURA DELLA RICERCA	9
1	PERCORSO METODOLOGICO	11
	FASE 1. ANALISI	13
	Analisi dell'area di intervento	15
	Analisi dell'edificio	32
	FASE 2. METAPROGETTO	46
	Metaprogetto dell'area di intervento	47
	Metaprogetto dell'edificio	50
	FASE 3. PROGETTO	58
2	CASO STUDIO: Riqualificazione di una cascina della collina piemontese	63
	ANALISI AREA DI INTERVENTO	
	Inquadramento territoriale	67
	Dati climatici	69
	Tipologie e morfologie insediative	70
	Tecnologie e tradizioni costruttive locali	76
	Organizzazione degli spazi negli edifici rurali tipici	81
	Attività agricole prevalenti	84
	ANALISI EDIFICIO	
	Anagrafica e ubicazione	87
	Caratteri geometrico dimensionali	88
	Caratteri architettonici	89
	Tecnologie costruttive e materiali	91
	Degrado e problematiche	94
	Attività svolte in passato nell'edificio	95
	METAPROGETTO AREA DI INTERVENTO	
	Scenari di intervento per l'agricoltura	96
	Scenari di intervento per l'allevamento	98
	Scenari di intervento per la produzione di energia	99
	METAPROGETTO EDIFICIO	
	Tipologia funzionale	100
	Requisiti di comfort	113
	Tipologia energetica	124
	PROGETTO AREA DI INTERVENTO	
	Interventi sul contesto	129
	PROGETTO EDIFICIO	
	Interventi sull'involucro	130
	Interventi sull'impianto	133

3	LINEE GUIDA PER IL RECUPERO ENERGETICO DI EDIFICI RURALI IN PIEMONTE	135
	ARCHITETTURA RURALE TRADIZIONALE PIEMONTESE	137
	IPOTESI DI CALCOLO	143
	PARAMETRI DI VERIFICA	151
	SCHEDE ELEMENTI COSTRUTTIVI	
	Guida alla lettura	154
	P1 - Parete in pietra e malta con intonaco esterno	170
	P2 - Parete in pietra e malta a vista	175
	P3 - Parete in pietra e malta con rivestimento interno in legno	180
	P4 - Parete in mattoni pieni con intonaco esterno	185
	P5 - Parete in mattoni pieni a vista	190
	S1 - Solaio interpiano in legno con singolo tavolato	195
	S2 - Solaio interpiano in legno con doppio tavolato	200
	S3 - Solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio	205
	S4 - Solaio contro terra con lastre di pietra	210
	S5 - Solaio contro terra con intercapedine e tavolato in legno	215
	C1 - Copertura con travatura in legno e manto in lose	220
	C2 - Copertura con travatura in legno e manto in tegole	225
	SCHEDE NODI COSTRUTTIVI	
	Guida alla lettura	230
	N1 - Chiusura verticale (P3) – Solaio contro terra (S5)	242
	N2 - Chiusura verticale (P2) – Solaio verso spazio non riscaldato (S2)	246
	N3 - Chiusura verticale (P5) – Solaio verso spazio non riscaldato (S3)	250
	N4 - Chiusura verticale (P2) – Copertura (C1)	254
	N5 - Chiusura verticale (P5) – Copertura (C2)	258
4	OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	263
5	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	267



PREMESSA

AMBITO DELLA RICERCA

STRUTTURA DELLA RICERCA

PREMESSA

Ambito della ricerca

Architettura rurale

La campagna del territorio italiano è ricca di edifici rurali, modello di semplicità funzionale e testimonianza della passata attività agricola. Architettura rurale e paesaggio costituiscono beni ricchi di valore storico, ambientale e culturale che richiedono un attento intervento di conservazione e salvaguardia.

L'architettura rurale, nata in relazione alle esigenze dell'uomo e alle specificità dell'ambiente, è caratterizzata dal prodotto di lunghi periodi di prove ed adattamenti per giungere all'ottimizzazione di rapporti tra tecniche costruttive, materiali e ambiente. Si è in presenza di paesaggi in cui l'uomo ha integrato la natura con opere che prevedevano l'impiego di materiali disponibili localmente, quali legno, pietra, argilla.

Il territorio rurale italiano è connotato da caratteristiche locali dipendenti da fattori climatici e ambientali e da materiali tradizionali che ne hanno determinato l'attuale configurazione. L'uso di materiali largamente presenti nel territorio, dettato da esigenze economiche, dimostra un'attenzione particolare all'ambiente circostante: gli edifici si integrano perfettamente nel paesaggio.

L'orientamento degli edifici rurali riveste una notevole importanza: il comfort interno e bassi consumi energetici sono coniugati nell'architettura vernacolare mediante sapienti regole di progettazione. L'unico modo che l'uomo aveva in passato per proteggersi dalle condizioni climatiche avverse, data la limitazione tecnologica, era attraverso l'architettura stessa: in base alle dinamiche energetiche presenti nel luogo, la direzione prevalente dei venti e la radiazione solare, si sceglievano l'orientamento, le tecnologie, i materiali e le loro associazioni.

Nell'architettura del passato gli involucri erano capaci di termoregolarsi grazie alla densità e alla capacità termica dei materiali che captano, accumulano, conservano e restituiscono l'energia termica immagazzinata. Gli elevati spessori delle murature, composte da materiali naturali traspiranti, rispondevano alle esigenze di benessere abitativo, creando un clima salutare e consentendo alle pareti di avere una spontanea regolazione della temperatura e dell'umidità interna.

I corpi di fabbrica posti a nord erano generalmente di altezza maggiore rispetto agli altri e presentavano poche aperture, costituendo una barriera contro i venti freddi settentrionali in inverno. I fabbricati posti a sud avevano altezze inferiori e un numero maggiore di aperture per permettere il passaggio della luce e della radiazione solare, soprattutto in inverno, massimizzando gli apporti del sole.

Il fenomeno del graduale abbandono del territorio rurale ha generato un processo di degrado ambientale e socio-economico. Un determinato territorio è stato da secoli adattato dall'uomo alle proprie necessità, subendo la trasformazione che ne ha definito il tipico paesaggio. Il repentino abbandono delle campagne ha interrotto questa trasformazione, generando zone snaturate in cui i vecchi edifici rurali sono dimenticati o convertiti in edifici residenziali e il bosco o i campi incolti hanno preso il posto degli appezzamenti coltivati.

Il processo di risanamento e valorizzazione del paesaggio rurale tradizionale deve essere orientato alla sostenibilità ambientale e riconoscere i caratteri tipici dell'ambiente naturale e costruito. Per tale motivo, il progetto di riqualificazione degli edifici rurali esistenti deve prendere in considerazione lo scopo per il quale la soluzione tecnologica era stata concepita ed adeguare la tecnica costruttiva alle nuove esigenze ed alle nuove destinazioni d'uso degli ambienti.

Metodologia di intervento

La metodologia di intervento che si intende proporre è dettata dalla volontà di acquisire un approccio più ampio di quello legato alla mera ristrutturazione di una casa di campagna. Si vuole giungere alla riproposizione in chiave moderna dell'uso di spazi dedicati ad attività un tempo comuni, poi concluse e oggi oggetto di rinnovato interesse.

La ricerca è quindi volta a fornire gli strumenti necessari a caratterizzare compiutamente sia la riqualificazione degli edifici rurali sia le eventuali attività che in essi potranno essere ospitate, enfatizzando le potenzialità del territorio in cui tali edifici sono inseriti.

E' fondamentale non separare l'edificio su cui si interviene dal proprio contesto territoriale, cercando di mantenere la stretta relazione che lega la forma architettonica al suo utilizzo e di perseguire una rifunzionalizzazione attenta, che permetta all'oggetto di intervento di rimanere vitale risorsa per la collettività.

Risultando di non facile realizzazione la definizione di un quadro completo delle tipologie di edifici rurali presenti sul territorio nazionale, il campo della ricerca è limitato all'edilizia rurale piemontese. Si prendono in considerazione distintamente l'area collinare del territorio e l'area montana, al fine di poter valutare le caratteristiche prestazionali in funzione delle diverse condizioni climatiche.

Obiettivi della ricerca sono:

Obiettivi

1. l'individuazione di una metodologia di riferimento per gli interventi di conservazione e ottimizzazione energetica degli edifici rurali esistenti e di valorizzazione delle attività in essi svolte, attraverso la strutturazione di un quadro organico delle tecnologie disponibili per il recupero energetico degli edifici rurali, nel rispetto dei caratteri architettonici e tipologici dell'edilizia tradizionale;
2. l'elaborazione di uno strumento di supporto alla progettazione ed alla realizzazione di interventi di risanamento energetico applicabili all'edilizia rurale esistente, in funzione delle caratteristiche architettoniche, tipologiche e funzionali, attraverso un percorso di indagine e valutazione che metta in relazione i vincoli imposti dalle caratteristiche e dai valori dell'edificio su cui si intende intervenire e gli interventi di miglioramento energetico compatibili con essi.

La ricerca propone un collegamento tra le premesse metodologiche e culturali dell'intervento di recupero edilizio e gli aspetti applicativi del progetto di ottimizzazione energetica, mettendo in evidenza la complessità del percorso di progettazione per mixare ad interventi validi non solo dal punto di vista

energetico ma anche di compatibilità tecnologica e morfologica nel rispetto dei valori ambientali, storici ed architettonici dell'edificio.

La metodologia proposta, oltre ad individuare le fasi necessarie al corretto svolgimento degli interventi di rifunzionalizzazione edilizia e riqualificazione energetica, fornisce una modulistica in grado di guidare gli operatori nella progettazione ed esecuzione di interventi di recupero del bene, nel rispetto delle indicazioni predisposte dalle amministrazioni competenti. Per ogni attività prevista nell'impianto metodologico, si sviluppano in modo completo ed esaustivo i contenuti e le finalità con la corretta indicazione dei dati di input necessari per l'avvio dell'attività e degli output che saranno prodotti al termine del lavoro.

La metodologia si propone come riferimento per gli interventi di riqualificazione energetica degli edifici rurali in cui talvolta la rifunzionalizzazione degli spazi, comportando una variazione della destinazione d'uso, richiede un adeguamento degli elementi costruttivi tradizionali.

Risultato finale del lavoro di ricerca è la redazione di linee guida per il recupero energetico degli edifici rurali, strumento di supporto per i professionisti nelle scelte che interessano il recupero dei manufatti rurali tradizionali, in un'ottica di rispetto e compatibilità con le preesistenze e con il contesto territoriale.

Struttura della ricerca

Il progetto di ricerca si realizza attraverso lo svolgimento delle seguenti macroattività:

- Definizione della metodologia di intervento: individuazione della strategia utile al raggiungimento delle prestazioni richieste ed elaborazione della modulistica necessaria per rappresentare i risultati di ogni passo del processo di analisi dello stato di fatto e degli interventi (Fase 1);
- Validazione della metodologia attraverso casi studio: analisi di edifici campione al fine di consentire la verifica dell'applicabilità della metodologia (Fase 2);
- Elaborazione delle linee guida: definizione dei criteri che consentono la ripetibilità degli interventi (Fase 3).



fig 0.1: Fasi del progetto di ricerca

Si definiscono e schematizzano le fasi del processo di recupero energetico e di riutilizzo dei fabbricati rurali.

Nell'intervento di riqualificazione dell'edificio rurale si individuano una fase analitico-conoscitiva, una fase metaprogettuale ed una fase progettuale.

La fase analitico-conoscitiva permette di conoscere l'area di intervento e l'edificio su cui si interviene. I risultati di tale fase consentono di elaborare le indicazioni strategiche generali, relative alle problematiche ed alle potenzialità emerse. I contenuti acquisiti costituiscono la base da cui partire per orientare consapevolmente la fase successiva.

La fase metaprogettuale consente di individuare obiettivi e criteri generali di intervento e fornisce indicazioni sulla gestione dell'edificio e dell'area in cui è inserito durante la sua utilizzazione.

La fase progettuale affronta il vero e proprio progetto esecutivo di riqualificazione energetica e rifunzionalizzazione edilizia e prevede interventi sul contesto, sull'involucro e sull'impianto.

Per ogni fase del processo è predisposta una modulistica di riferimento, al fine di agevolare la raccolta di informazioni e la sintesi dei risultati.

Fase 1

Fase 2

La metodologia proposta è applicata ad un caso studio.

Oggetto del caso studio è una cascina sita nel comune di Cellarengo d'Asti; l'edificio presenta le caratteristiche tipologiche e tecnologiche proprie dell'edilizia rurale delle colline piemontesi.

Il caso studio affronta in maniera olistica la questione del recupero edilizio e sociale di un edificio rurale connotato dai suoi rapporti con il territorio e si pone come obiettivo la costruzione di un edificio intelligente per il mix di soluzioni adottate e non per la somma di soluzioni indipendenti e non integrate.

Fase 3

Le linee guida per il recupero energetico degli edifici rurali costituiscono lo strumento tecnico utile ai professionisti per la progettazione di soluzioni tecnologiche di trasformazione e miglioramento dell'efficienza energetica del patrimonio edilizio rurale, attraverso l'analisi dei componenti edilizi e dei nodi costruttivi critici.

I criteri fondamentali su cui si basa la stesura delle linee guida sono i concetti di:

- conservazione, al fine di assicurare il rispetto, il recupero e la valorizzazione della tecnica costruttiva originaria;
- compatibilità, per permettere un'attenta scelta dei materiali e delle tecniche da utilizzare negli interventi di recupero;
- reversibilità, per contenere l'impatto sul manufatto edilizio, consentendo la possibilità di ritorno allo stato di fatto degli elementi costruttivi;
- ottimizzazione energetica, per garantire il raggiungimento di un elevato livello di efficienza degli elementi costruttivi e dell'intero edificio.

Partendo dall'indagine storica sull'edilizia rurale del territorio piemontese, si individuano gli elementi ed i nodi costruttivi caratteristici delle costruzioni presenti sia nell'area collinare sia nell'area montana.

Per ogni elemento costruttivo è predisposta una raccolta di schede che ripercorrono l'iter metodologico relativo al progetto di ottimizzazione energetica di una preesistenza: si parte con la presentazione dell'elemento costruttivo allo stato di fatto, con particolare riferimento alle caratteristiche materiche e strutturali originarie ed alle modalità di intervento per il suo risanamento conservativo; si propongono, quindi, gli interventi di ottimizzazione energetica analizzando, in presenza di diverse tecniche di isolamento, i comportamenti termici ed igrometrici del componente edilizio e dei materiali di cui è composto.

Per ogni nodo costruttivo è predisposta una raccolta di schede che analizzano il comportamento termico e igrometrico dei collegamenti tra elementi edilizi, evidenziando gli accorgimenti necessari per ottenere un miglioramento delle prestazioni energetiche e mitigare le disomogeneità geometriche e dei materiali che li caratterizzano. Ogni nodo è elaborato allo stato di fatto e in seguito all'intervento di ottimizzazione energetica ed è caratterizzato dal punto di vista storico e tecnologico.



PERCORSO METODOLOGICO

FASE 1. ANALISI

FASE 2. METAPROGETTO

FASE 3. PROGETTO

Parte 1. Percorso metodologico

Il processo di progettazione di un intervento di recupero edilizio e socio-funzionale di un edificio rurale si caratterizza per l'introduzione di contenuti specifici nelle fondamentali fasi dell'impianto metodologico di una riqualificazione energetica: fase analitico-valutativa, fase metaprogettuale e fase di progettazione esecutiva.

Meritano particolare attenzione, durante la fase di analisi, le indagini relative alle tecnologie e tradizioni costruttive tipiche dell'area di intervento ed alle attività agricole prevalenti nel territorio, oltre alle indagini sul contesto climatico ed alle sue interazioni con il comportamento energetico del manufatto edilizio. Nelle fasi metaprogettuale e progettuale, la metodologia proposta si caratterizza per l'individuazione di scenari di intervento specifici per l'agricoltura, l'allevamento e la produzione di energia, che si affiancano alle strategie correlate alla tipologia funzionale ed energetica dell'edificio ed ai requisiti di comfort da esso richiesti.

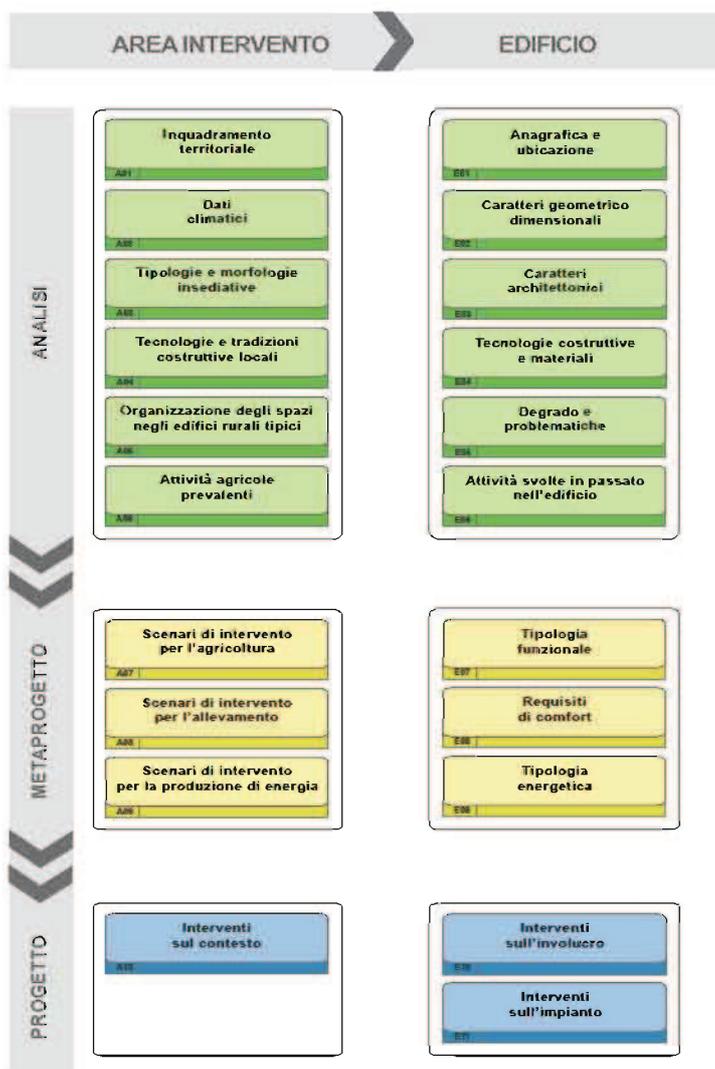


fig 1.1: Schema generale della metodologia

Fase 1. Analisi

La fase analitico-conoscitiva permette di conoscere l'area di intervento e le caratteristiche dell'edificio su cui si intende intervenire.

Tale fase consente la conoscenza del manufatto sotto il profilo dei caratteri geometrico-dimensionali, tecnologici, architettonici, funzionali, tipologici e morfologici, premesse necessarie all'intervento progettuale. Questa conoscenza è il risultato della ricerca sulle tradizioni costruttive del luogo e sui caratteri della cultura materiale locale.

L'analisi del contesto fisico, da condurre su base attuale ricostruendone l'evoluzione storica, comprende sia l'area di intervento, quale condizione al contorno che influenza il funzionamento dell'edificio, sia l'edificio stesso su cui si interviene.

La fase di analisi prende avvio dall'inquadramento geografico e storico e procede con l'indagine sulle attività tipicamente svolte in un edificio rurale del territorio in esame e sugli spazi dedicati a tali attività. Questa fase di analisi è caratterizzata dalle indagini relative al contesto climatico che interagisce con il comportamento energetico dell'edificio.

I macro gruppi di attività (abitazione, allevamento, agricoltura, produzione) devono essere qualificati per la loro collocazione geografica e storica e, per ciascuno di essi, devono essere identificati gli spazi interni ed esterni relativi, fornendone una descrizione tipologica, dimensionale e di dotazioni particolari.

Lo studio dell'area di intervento prosegue con la caratterizzazione delle tecnologie costruttive, mediante l'identificazione dei materiali edili tipici e delle tecniche costruttive associate, determinate dall'abilità della manodopera disponibile al momento della costruzione. L'analisi dei caratteri tipologici dell'edilizia rurale in un determinato contesto territoriale presuppone la ricostruzione del processo storico che ha generato il patrimonio edilizio, risultato di una cultura edilizia sviluppata a livello locale per risolvere i problemi dell'abitazione e della produzione. L'analisi del territorio permette di ricostruire i comportamenti sociali che hanno determinato la costituzione sia degli spazi costruiti sia degli spazi esterni agricoli, naturali ed infrastrutturali.

Gli edifici rurali ospitano specifiche attività che hanno originariamente determinato la loro ragion d'essere. Lo studio dell'organizzazione degli spazi legati alle attività rurali e delle loro relazioni evidenzia le soluzioni che hanno permesso di minimizzare l'uso delle risorse o di migliorare il comfort.

Lo studio del manufatto edilizio esistente, alla luce delle conoscenze generali raccolte, permette di identificare le attività prevalenti nel corso del tempo, determinando le caratteristiche architettoniche e tecnologiche da conservare o recuperare durante la fase del progetto di ristrutturazione.

L'analisi delle attività svolte in passato nell'edificio consente di conoscere le caratteristiche funzionali e dimensionali, lo schema aggregativo e le relazioni esistenti tra le differenti attività in esso ospitate.

Al termine della fase analitica, attraverso l'organizzazione della sintesi dei risultati, è possibile descrivere il contesto e le funzioni dell'area di intervento a scala territoriale e dell'edificio esistente.

I contenuti delle indagini svolte durante la fase di analisi e gli elaborati di sintesi prodotti devono evidenziare le relazioni e le influenze che gli elementi analizzati, relativi sia all'area di intervento sia ai caratteri costitutivi del manufatto esistente, possono avere sul comportamento energetico e gestionale.

I risultati della fase analitico-conoscitiva consentono di elaborare le indicazioni strategiche generali, relative alle problematiche ed alle potenzialità energetiche del contesto ambientale e fisico, messe in relazione con la tipologia funzionale richiesta dal progetto. Si potranno ottenere valutazioni relative al sistema morfotipologico per comprendere possibilità e modalità di trasformazione, al sistema tecnologico e di involucro per il loro miglioramento prestazionale, al sistema impiantistico per identificare le strategie energetiche attive, al sistema di contesto e agli aspetti economico-gestionali.

Le informazioni acquisite durante il processo di analisi e valutazione dell'area di intervento e dell'edificio costituiscono la base da cui partire per orientare consapevolmente la successiva fase del processo di progettazione.



fig 1.2: Schema Fase di Analisi

1A. Analisi dell'area di intervento

L'area di intervento costituisce la condizione al contorno che influenza il funzionamento ed il comportamento energetico ed ambientale dell'edificio.

Gli elaborati di sintesi prodotti durante questa fase della metodologia devono mettere in evidenza le relazioni che gli elementi analizzati hanno con il funzionamento dell'edificio e la gestione del contesto in cui esso è inserito.

L'analisi dell'area di intervento si pone come obiettivo la conoscenza degli aspetti climatici, urbanistici e geomorfologici e delle correlazioni con gli aspetti organizzativi e funzionali del manufatto edilizio oggetto di studio.

L'analisi dell'area di intervento è finalizzata ad evidenziare eventuali possibilità di sfruttamento di risorse rinnovabili e di ambiti d'azione utili per l'ottimizzazione di strategie energetiche specifiche.

Questa fase della metodologia prevede un studio delle tecnologie e tradizioni costruttive locali, finalizzato alla progettazione di un corretto intervento tecnologico e ad un'indagine delle attività prevalenti nel territorio, ai fini di una corretta rifunionalizzazione del contesto.

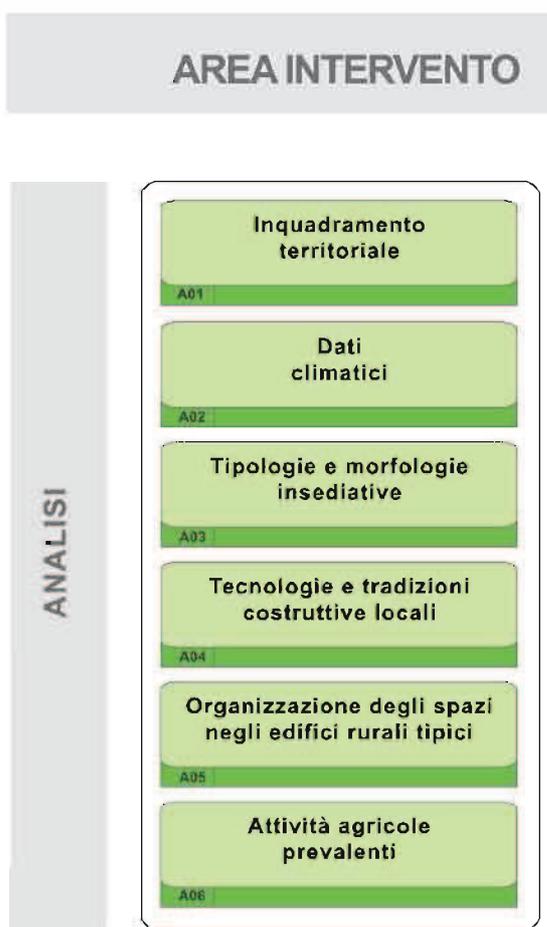


fig 1.3: Attività della fase di analisi dell'area di intervento

1A.1 Inquadramento territoriale

Contenuti dell'attività

Localizzazione dell'area di intervento rispetto al contesto territoriale, con indicazione dei riferimenti geografici e delle caratteristiche fisiche del territorio.

Riepilogo delle principali trasformazioni territoriali e di uso del suolo.

Output

Mod A01 Inquadramento territoriale

A01 Inquadramento territoriale		1
A	Localizzazione area di intervento	Territorio regionale
	Comune	
	Provincia	
	Regione Zona	
B	Coordinate geografiche	Territorio regionale
	Latitudine	
	Longitudine Gradi Decimali	
D	Altitudine (altezza sul livello del mare espressa in metri)	Zone altimetriche
	Casa Comunale	
	Minima	
	Massima	
	Zona altimetrica Capoluogo di Provincia	
F	Pericolosità sismica	Zone altimetriche
	Zona sismica Classificazione sismica	
H	Altre informazioni	Classificazione sismica
	Superficie	
	Popolazione residente Densità per Km²	
		ANALISI AREA DI INTERVENTO

A01	Inquadramento territoriale	2				
<table border="1" style="width: 100%; height: 450px;"> <tr> <td style="width: 100px; border: 1px solid #ccc;">Cenni storici</td> <td style="border: 1px solid #ccc;"></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid #ccc;"></td> <td style="border: 1px solid #ccc;"></td> </tr> </table>			Cenni storici			
Cenni storici						
		ANALISI AREA DI INTERVENTO				

Il documento contiene le indicazioni utili per individuare in modo preciso l'area di intervento in cui è inserito l'edificio oggetto di studio, analizza le caratteristiche fisiche del territorio, fornisce informazioni in merito al rischio sismico della zona e descrive le trasformazioni che il territorio ha subito nel corso del tempo.

Le informazioni contenute nel documento potranno essere importanti nelle future scelte di conservazione e trasformazione.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Localizzazione area di intervento.

Indica, per il comune in cui è inserito l'edificio oggetto di analisi, le informazioni relative alla provincia ed alla regione di appartenenza, individuando la zona del territorio italiano in cui si inserisce.

B. Coordinate geografiche.

Riporta latitudine e longitudine del comune di riferimento. Tali dati, oltre ad identificare univocamente la posizione della località in esame sulla superficie terrestre, sono necessari per l'elaborazione dei dati climatici medi mensili con il software Meteonorm (Swiss Federal Office of Energy SFOE).

Le informazioni sono riportate in due formati differenti: gradi minuti secondi (DMS) e gradi decimali (DD), con la precisione di 4 cifre decimali.

C. Territorio regionale.

E' la rappresentazione cartografica della regione di riferimento, con la divisione dei territori delle singole province e l'evidenziazione della localizzazione geografica dell'area di intervento.

D. Altitudine.

Riporta le informazioni relative all'altezza sul livello del mare della località considerata e del capoluogo di provincia di riferimento.

Tali dati, oltre a permettere un corretto inquadramento geomorfologico del comune preso in esame, sono utili per il calcolo dei valori della temperatura giornaliera media mensile, come definito nella norma tecnica UNI 10349.

E. Zone altimetriche.

E' la rappresentazione cartografica delle zone altimetriche della regione di riferimento. Riporta le zone di pianura (fino a 200 m s.l.m.), di collina (da 200 a 600 m s.l.m.) e di montagna (oltre 600 m s.l.m.).

F. Pericolosità sismica.

Riporta la zona sismica del territorio in esame in base alle deliberazioni delle giunte regionali competenti.

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 ha fornito alle Regioni uno strumento aggiornato per la classificazione del proprio territorio, introducendo degli intervalli di accelerazione (ag) con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni da attribuire alle 4 zone sismiche.

G. Mappa di pericolosità sismica.

Riporta la classificazione sismica del territorio in esame.

I comuni italiani sono classificati in 4 categorie principali in base al loro rischio sismico, calcolato in base al PGA (Peak Ground Acceleration, picco di accelerazione al suolo) e per la frequenza ed intensità degli eventi:

A. Zona 1: sismicità alta, dove possono verificarsi forti terremoti (PGA oltre 0,25 g);

B. Zona 2: sismicità media, dove possono verificarsi terremoti abbastanza forti (PGA tra 0,15 e 0,25 g);

C. Zona 3: sismicità bassa, dove è possibile registrare scuotimenti modesti (PGA tra 0,05 e 0,15 g);

D. Zona 4: sismicità molto bassa, dove le possibilità di danni sismici sono basse (PGA inferiore a 0,15 g).

Alcuni comuni del territorio italiano ricadono nella zona 3S, che ha lo stesso obbligo di azione sismica della zona 2.

Le recenti normative per le costruzioni in zona sismica introducono alcuni obblighi negli interventi di riqualificazione degli edifici esistenti, in quanto è necessario conoscere preventivamente la risposta sismica di un edificio e le conseguenze di un eventuale collasso. Per gli edifici localizzati nelle zone 1, 2 e 3 è necessario procedere alla valutazione di sicurezza sismica ai sensi dell'art. 3 dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/03.

H. Altre informazioni.

Fornisce informazioni relative all'estensione dell'area di intervento ed alla popolazione residente.

Riporta, inoltre, notizie sulle risorse economiche presenti nel territorio ed alle attività prevalenti.

I. Cenni storici.

Riporta la ricostruzione delle rilevanti trasformazioni ambientali e territoriali, fornendo informazioni in merito all'evoluzione storica delle attività economiche svolte nel territorio.

Mette in evidenza le trasformazioni territoriali ed urbanistiche che possono aver influenzato i cambiamenti del comportamento dell'edificio rurale inserito in tale contesto.

1A.2 Dati climatici

Contenuti dell'attività

Analisi dei dati climatici basata sull'interpretazione critica di valori numerici raccolti in tabelle e grafici. I dati utili per le analisi in regime stazionario (valori medi mensili) sono elaborati partendo dalle informazioni presenti nella norma tecnica UNI 10349 relative al capoluogo di provincia. I dati utili per le analisi in regime non stazionario (dati climatici orari) sono elaborati partendo dai dati medi mensili degli ultimi dieci anni per il comune in esame.

Output

Mod A02 Dati climatici

A02
Dati climatici
1

A Comune

B

Gradi giorno

Zona climatica

Irradiazione media

C

D

E Dati climatici medi mensili

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura [°C]												
Pressione [Pa]												
Umidità relativa [%]												

F Irradiazione solare giornaliera media mensile [kWh/m²]

	Orizzontale	Sud	SE - SO	E - O	NE - NO	Nord	Diffusa
gennaio							
febbraio							
marzo							
aprile							
maggio							
giugno							
luglio							
agosto							
settembre							
ottobre							
novembre							
dicembre							

G Dati climatici orari

Temperatura [°C]	Umidità relativa [%]

ANALISI AREA DI INTERVENTO

Il documento permette la conoscenza delle condizioni climatiche in cui l'intervento progettuale si inserirà.

Il clima e l'orografia del territorio influenzano in modo significativo alcuni elementi costitutivi della casa rurale. Si percepisce con immediatezza tale influenza nei casi in cui si è in presenza di caratteri climatici e morfologici estremi: nelle valli alpine, in presenza di versanti molto ripidi, l'abitazione deve essere protetta dai rigori invernali; nei luoghi, invece, caratterizzati da climi aridi per periodi prolungati, l'abitazione deve essere protetta dal caldo estivo. Il clima influenza inoltre i tipi di coltura e le attività principali che si svolgono attorno all'edificio rurale.

La conoscenza delle condizioni di soleggiamento dell'area permette di definire la quantità di radiazione solare che effettivamente la raggiunge, ai fini di ogni intervento sull'edificio e sull'area di pertinenza, influenzando così l'allocazione delle diverse funzioni, gli interventi sull'involucro e gli interventi sugli spazi esterni.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Comune.

Indica il comune in cui è inserito l'edificio oggetto di analisi.

B. Gradi giorno.

Riporta il valore dei gradi giorno del comune oggetto di analisi, come indicato nel D.P.R. n. 412 del 26/08/1993. I Gradi Giorno indicano il fabbisogno di una determinata area geografica riportata nelle vigenti normative sul riscaldamento degli edifici. Sono calcolati come la somma, estesa a tutti i giorni di un periodo annuale convenzionale di riscaldamento, delle sole differenze positive giornaliere tra la temperatura convenzionale, fissata a 20 °C, e la temperatura media esterna giornaliera. Un valore di gradi giorno basso indica un breve periodo di riscaldamento e temperature medie giornaliere prossime alla temperatura fissata per l'ambiente riscaldato. Un valore di gradi giorno elevato indica un periodo di riscaldamento prolungato e temperature medie giornaliere nettamente inferiori a 20 °C.

C. Zona climatica.

Riporta la fascia climatica a cui appartiene il comune in esame.

Al fine di contenere i consumi energetici degli impianti termici di riscaldamento, il territorio italiano è suddiviso in sei zone climatiche, in funzione del valore dei gradi giorno:

- Zona A: valore dei gradi giorno fino a 600 (periodo di accensione degli impianti di riscaldamento dal 1 dicembre al 15 marzo, per numero massimo di ore giornaliere pari a 6);
- Zona B: valore dei gradi giorno compreso tra 601 e 900 (periodo di accensione degli impianti di riscaldamento dal 1 dicembre al 31 marzo, per numero massimo di ore giornaliere pari a 8);
- Zona C: valore dei gradi giorno compreso tra 901 e 1400 (periodo di accensione degli impianti di riscaldamento dal 15 novembre al 31 marzo, per numero massimo di ore giornaliere pari a 10);

- Zona D: valore dei gradi giorno compreso tra 1401 e 2100 (periodo di accensione degli impianti di riscaldamento dal 1 novembre al 15 aprile, per numero massimo di ore giornaliere pari a 12);
- Zona E: valore dei gradi giorno compreso tra 2101 e 3000 (periodo di accensione degli impianti di riscaldamento dal 15 ottobre al 15 aprile, per numero massimo di ore giornaliere pari a 14);
- Zona F: valore dei gradi giorno superiore a 3000 (nessuna limitazione prevista per l'accensione degli impianti di riscaldamento).

D. Irradianza media.

Riporta il valore dell'irradianza media mensile nel mese di massima insolazione.

E. Dati climatici medi mensili.

La tabella riporta per ogni mese:

- i valori medi mensili della temperatura media giornaliera dell'aria esterna,
- i valori medi mensili della pressione parziale media del vapore d'acqua nell'aria esterna,
- i valori di umidità relativa.

Per tutti i capoluoghi di provincia italiani, i valori relativi alle temperature sono riportati nella norma tecnica UNI 10349, prospetto VI. Per le località non presenti in tale prospetto i dati devono essere calcolati tenendo conto della diversa localizzazione ed altitudine, come definito nella norma tecnica UNI 10349. I valori relativi alla pressione parziale di vapore sono riportati nella UNI 10349, prospetto XV. I valori relativi all'umidità relativa sono ottenuti dal rapporto tra pressione di vapore parziale e pressione di saturazione (calcolata come definito nella norma tecnica UNI 10350) della località di riferimento.

F. Irradianza solare giornaliera media mensile.

Riporta, per ogni mese, i valori di irradianza diffusa e di irradianza diretta sul piano orizzontale e su superfici verticali con diversa esposizione.

I valori contenuti in questa tabella sono necessari per determinare l'obbligo delle verifiche di massa superficiale e trasmittanza termica periodica: tali verifiche, da prendere in considerazione per ottenere un buon comportamento estivo dell'involucro edilizio, non sono richieste per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile di irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è inferiore a 290 W/m^2 .

G. Dati climatici orari.

Riporta la rappresentazione grafica dei dati climatici orari relativi a temperatura ed umidità relativa.

Tali dati possono essere ottenuti con il software di calcolo Meteonorm (Swiss Federal Office of Energy), partendo dai dati medi mensili degli ultimi dieci anni per la località presa in esame.

Questi dati sono necessari per le analisi igrometriche in regime non stazionario.

1A.3 Tipologie e morfologie insediative

Contenuti dell'attività

Studio delle tipologie e tipicità del costruire nel territorio in esame. Il variare degli schemi insediativi e della forma dei fabbricati è determinato da diversi fattori, quali la morfologia del terreno, gli usi cui gli edifici erano originariamente destinati, la prevalenza e la specificità delle funzioni svolte. Si individuano le principali classi di edifici in base agli schemi planimetrici, alle morfologie insediative, al rapporto con il terreno e alle funzioni svolte.

Output

Mod A03 Tipologie e morfologie insediative

A03 Tipologie insediative		1
Tipologia edificio		
A	Funzione originaria	Immagine
B		
C	Elementi caratterizzanti	
E	Descrizione	Schema planimetrico
Criteri di intervento per il recupero		ANALISI AREA DI INTERVENTO
G		

Il documento permette il riconoscimento delle caratteristiche dell'ambiente costruito, risorsa culturale ed economica che deve essere oggetto di conservazione e valorizzazione.

Sono analizzati i manufatti più diffusi sul territorio, sia destinati ad abitazione sia manufatti di servizio, attraverso un rilievo non solo geometrico ma anche costruttivo e tecnologico.

Le diverse morfologie insediative presenti nell'area di intervento sono descritte, evidenziando gli elementi che le caratterizzano e proponendo linee guida di intervento per il recupero.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Tipologia edificio.

Indica il tipo di edificio analizzato, in funzione dello schema planimetrico, dell'impostazione strutturale, del rapporto con il terreno, della funzione originaria.

B. Funzione originaria.

Riporta gli usi cui gli edifici erano originariamente destinati.

C. Elementi caratterizzanti.

Riporta i principali elementi che caratterizzano la tipologia di edificio in esame, quali la morfologia dei corpi di fabbrica, il numero di piani in elevato, le caratteristiche delle aperture e degli elementi costruttivi principali.

D. Immagini.

Riporta alcune immagini delle tipologie di edificio presenti nel territorio oggetto d'esame.

E. Descrizione.

Riporta la descrizione e la contestualizzazione della tipologia di edificio, con riferimento all'orientamento dei corpi di fabbrica, all'eventuale aggregazione di più unità, alla posizione del corpo scala, alle caratteristiche dei materiali utilizzati.

F. Schema planimetrico.

Riporta uno schizzo dell'impianto planimetrico.

G. Criteri di intervento per il recupero.

Riporta indicazioni di carattere metodologico per affrontare il recupero delle tipicità architettoniche e paesaggistiche del territorio esaminato e migliorarne la qualità ambientale. Contiene suggerimenti sui modi di approccio ai problemi a cui gli interventi per il recupero possono porre rimedio.

1A.4 Tecnologie e tradizioni costruttive locali

Contenuti dell'attività

Studio delle tecniche costruttive adottate, strettamente legate ai materiali reperibili in loco, che, insieme alla conformazione del terreno ed alla morfologia del patrimonio costruito, costituiscono elementi fondamentali per la definizione dell'identità dei luoghi.

Per ogni classe di elementi costruttivi sono individuate le soluzioni ricorrenti, i materiali più diffusi, le forme di degrado ed i possibili criteri di intervento per la manutenzione.

Output

Mod A04 Tecnologie costruttive

A04		Tecnologie costruttive		1
A	Elemento costruttivo			
B	Descrizione		Immagini	D
C	Materiali impiegati			
E	Degrado	Criteri generali di intervento		F
G	Interventi "compatibili"	Interventi "non compatibili"		H

ANALISI AREA DI INTERVENTO

Il documento permette la conoscenza degli edifici rurali e delle strutture di servizio ad essi connesse che costituiscono parte integrante del paesaggio, adattandosi alla morfologia del terreno ed impiegando risorse e materiali disponibili sul luogo.

Analizza le tradizioni costruttive del territorio attraverso il riconoscimento della cultura materiale che le ha determinate.

La conoscenza degli elementi tipici dei fabbricati rurali consente la definizione di strumenti metodologici mirati al recupero delle caratterizzazioni architettoniche e paesaggistiche e l'individuazione delle tecniche di intervento compatibili con la difesa del patrimonio costruito e del paesaggio di cui costituisce parte integrante.

Il documento riporta, per le diverse tecnologie costruttive esaminate, la descrizione delle soluzioni ricorrenti, l'indicazione dei materiali più diffusi, le possibili forme di degrado riscontrabili ed i criteri per la manutenzione ed il recupero che si ritengono maggiormente adatti.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Elemento costruttivo.

Indica la tipologia di elemento costruttivo preso in esame. Sono analizzati gli elementi costruttivi che maggiormente incidono sulla definizione dell'architettura locale: elementi esterni, quali murature, coperture, aperture; elementi interni, quali solai di orizzontamento; elementi di completamento, quali scale esterne e ballatoi, muri gugliati.

B. Descrizione.

Descrive le caratteristiche principali dell'elemento costruttivo in funzione delle tipologie edilizie ricorrenti in cui è inserito.

C. Materiali impiegati.

Riporta l'elenco dei materiali con cui gli elementi costruttivi sono realizzati. L'architettura rurale è caratterizzata dall'impiego di materiali di origine locale. Negli interventi di tipo manutentivo e conservativo è importante il ricorso a materiali di analoga natura, al fine di mantenere i caratteri identificativi del patrimonio costruito tradizionale.

D. Immagini.

Riporta alcune immagini dell'elemento costruttivo oggetto d'esame che ne mettono in evidenza le caratteristiche.

E. Degrado.

Riporta i fenomeni di degrado che più frequentemente interessano l'elemento costruttivo in esame. L'indagine sulle cause dei fenomeni di degrado presenti è fondamentale per una corretta scelta degli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, al fine di evitare il ripresentarsi dei problemi in futuro. E' importante comprendere la natura del degrado e la sua estensione al singolo elemento o ad altre parti della costruzione.

F. Criteri generali di intervento.

Descrive i criteri generali che devono essere seguiti in qualunque intervento futuro.

Per mantenere l'identità del costruito, occorre porre particolare attenzione agli interventi sugli elementi costruttivi ricorrenti che costituiscono i connotati del paesaggio rurale. Interventi di manutenzione, consolidamento ed adeguamento funzionale devono rispettare il rapporto con le altre parti dell'edificio, evitando soluzioni estranee alla cultura costruttiva locale.

G. Interventi "compatibili".

Riporta gli interventi che permettono il rispetto delle caratteristiche dell'esistente, al fine del mantenimento dell'identità del luogo.

Qualsiasi intervento, sia di manutenzione sia di ristrutturazione, deve mirare alla salvaguardia dei caratteri specifici degli elementi costruttivi in termini di materiali impiegati, sistemi di apparecchiatura e tessitura, colori e finiture superficiali.

H. Interventi "non compatibili".

Indica gli interventi che sarebbe auspicabile evitare, al fine del mantenimento dell'identità del manufatto e del paesaggio in cui è inserito.

1A.5 Organizzazione degli spazi negli edifici rurali tipici

Contenuti dell'attività

Identificazione delle diverse attività svolte all'interno degli edifici rurali. Analisi puntuale degli spazi, della loro configurazione spaziale e della struttura architettonica che caratterizzano ciascuna tipologia di edificio. Per il corretto recupero e la rifunzionalizzazione degli edifici agricoli tradizionali è importante analizzare gli elementi cardine della composizione che, nonostante la varietà di tipi presenti, restano immutati.

Output

Mod A05 Organizzazione degli spazi

A05 Organizzazione degli spazi		1
A Tipologia edificio		
B Descrizione		
C Organizzazione degli spazi		
	Descrizione	Posizione
Locale 1		Attività
Locale 2		
Locale 3		
Locale 4		
Locale 5		
Locale 6		

ANALISI AREA DI INTERVENTO

Il documento permette la conoscenza dell'organizzazione tradizionale degli spazi di un complesso rurale, che individua le origini dell'edificio agricolo produttivo come articolazione distributiva e impianto formale.

Tale analisi è utile per la determinazione delle relazioni funzionali e spaziali tra i diversi ambienti, al fine di una corretta progettazione della eventuale variazione di destinazione d'uso degli edifici.

Le diverse funzioni sono originariamente svolte in appositi spazi all'interno dell'edificio agricolo, studiati per sfruttare al meglio le condizioni climatiche del luogo, l'esposizione del fabbricato e le favorevoli risorse offerte dal territorio.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Tipologia edificio.

Indica il corpo di fabbrica del complesso agricolo analizzato.

I fabbricati rurali si presentano come aggregazione di volumi semplici che conservano la propria riconoscibilità nell'insieme.

Sono presi in esame i diversi volumi che costituiscono il complesso agricolo, quali l'abitazione rurale, il corpo adibito a stalla/fienile, gli edifici di supporto all'attività agricola.

B. Descrizione.

Descrive le caratteristiche principali dei corpi di fabbrica analizzati, indicando le relazioni che intercorrono con gli altri elementi del complesso agricolo.

Sono analizzati gli spazi funzionali, mettendo in relazione l'attività in essi svolta con le caratteristiche termoclimatiche che hanno determinato la tradizionale destinazione d'uso dei diversi fabbricati.

C. Organizzazione degli spazi.

Sono individuate l'esposizione prevalente, le attività a cui sono adibiti, le caratteristiche rilevanti degli spazi che compongono l'edificio analizzato.

Il rilievo funzionale è relativo non solo ad edifici ad uso residenziale e produttivo ma anche ad elementi di servizio, quali pozzi, forni, ghiacciaie e all'organizzazione degli spazi esterni di pertinenza del complesso rurale.

1A.6 Attività agricole prevalenti

Contenuti dell'attività

Analisi dei sistemi produttivi agrari, pastorali e forestali che caratterizzano il paesaggio agrario dell'area di intervento.

Individuazione dei caratteri fisici e morfologici delle principali categorie di attività agrarie che influiscono sull'attitudine all'uso del suolo determinando le scelte colturali e le eventuali restrizioni.

Riconoscimento dei caratteri peculiari e descrizione delle specie più diffuse.

Output

Mod A06 Attività agricole

A06
Attività agricole
1

Area di Intervento

Descrizione	
--------------------	--

A
B

Attività agricole prevalenti

Cultura 1	Fascia altimetrica	
	Pendenze	
	Terreno	
	Esposizione	
Cultura 2	Fascia altimetrica	
	Pendenze	
	Terreno	
	Esposizione	

C
D

ANALISI AREA DI INTERVENTO

Il documento permette la conoscenza dell'uso del suolo e delle attività agricole prevalenti nell'area di intervento legate alle tecnologie agrarie, pastorali e forestali. La conoscenza della ricchezza del territorio e delle sue potenzialità può essere finalizzata alla valorizzazione del rapporto tra produzione alimentare e paesaggio, riconoscendo il legame tra qualità del territorio e qualità dei prodotti da esso derivanti.

E' importante considerare la produzione agricola come riscoperta di prodotti caratterizzanti e non indirizzata unicamente verso obiettivi quantitativi.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Descrizione area di intervento.

Riporta informazioni sui sistemi produttivi agrari e sulle tecnologie pastorali e forestali del territorio preso in esame, individuando le principali tipologie di paesaggio agrario.

B. Territorio.

Riporta la rappresentazione cartografica dell'area di intervento, evidenziando le regioni limitrofe di interesse ambientale e paesaggistico.

C. Caratteristiche.

Per ciascuna tipologia di coltura, sono individuati i caratteri fisici e morfologici, quali fascia altimetrica, pendenze del suolo, esposizione e natura del terreno. Tali caratteristiche determinano l'attitudine agricola e forestale e influiscono sull'uso del suolo, determinando le scelte colturali e le eventuali restrizioni.

D. Uso del suolo.

Riporta la descrizione dei caratteri d'uso del suolo, quali la presenza di corsi d'acqua e le sistemazioni idraulico-agrarie.

Sono descritte, inoltre, le tipicità delle colture presenti sul territorio, evidenziando le specie più diffuse e fornendo indicazioni in merito alla eventuale presenza di prodotti derivati di origine controllata.

1E. Analisi dell'edificio

In questa fase si procede con l'analisi dell'edificio oggetto di intervento, nel suo stato attuale e nella sua evoluzione storica.

Lo studio si pone come obiettivo una conoscenza approfondita del manufatto edilizio, sotto il profilo dei caratteri geometrico-dimensionali, architettonici, tecnologici e funzionali.

Dopo avere raccolto ed organizzato la documentazione necessaria all'attività progettuale ed all'espletamento delle pratiche amministrative ad essa legate, si procede con lo studio diretto dell'edificio nelle sue caratteristiche geometriche, fisiche e nei suoi rapporti dimensionali.

È importante la ricostruzione delle trasformazioni che l'edificio ha subito nel tempo, al fine di comprendere sia gli aspetti tecnologici e funzionali che lo caratterizzano sia le eventuali valenze residue.

L'indagine sui caratteri architettonici dell'edificio è mirata alla comprensione delle regole progettuali che hanno guidato l'originale organizzazione degli spazi, in rapporto anche al comportamento energetico.

La fase conclusiva del processo di analisi dell'edificio deve comprendere lo studio delle tipologie di degrado funzionale ed estetico presenti, prestando particolare attenzione alle possibili cause.

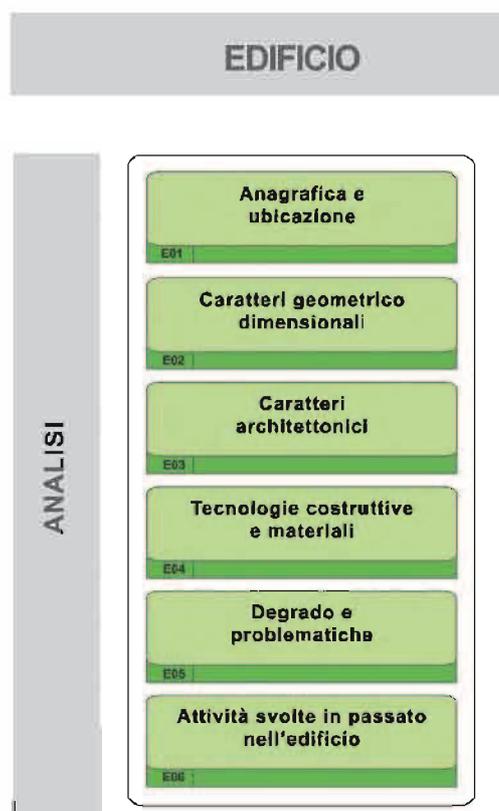


fig 1.4: Attività della fase di analisi dell'edificio

1E.1 Anagrafica e ubicazione

Contenuti dell'attività

Individuazione dei dati identificativi del manufatto edilizio e dei terreni ad esso annessi.

Organizzazione dei principali documenti necessari allo svolgimento dell'attività progettuale ed all'espletamento delle pratiche amministrative ad essa legate.

Output

Mod E01 Anagrafica edificio

E01 Anagrafica edificio		1
A	Dati identificativi edificio	
	Denominazione	
	Comune	
	Provincia	
	Anno di costruzione	
	Dati catastali	
B	Dati dimensionali	
	Superficie coperta	
	Superficie annessa	
C	Altre informazioni	
	Proprietà	
	Esistenza vincoli	
	Stato di conservazione	
		Immagini
E		
	Planimetria catastale	Planimetrie
		ANALISI EDIFICIO
		F
		D

Il documento fornisce un riepilogo dei dati relativi all'edificio, facilitando la compilazione della modulistica richiesta per l'espletamento delle pratiche amministrative di autorizzazione all'esecuzione degli eventuali interventi di recupero.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Dati identificativi edificio.

Riporta le informazioni che permettono di identificare l'edificio, quali la denominazione, il comune di ubicazione dell'immobile, l'anno a cui risale la costruzione del fabbricato ed i riferimenti catastali.

B. Dati dimensionali.

Riporta le informazioni relative alla superficie coperta dell'edificio ed alla superficie dei terreni ad esso annessi, come riportato nei documenti del catasto dei fabbricati e dei terreni.

C. Altre informazioni.

Fornisce informazioni relative all'attuale proprietà, allo stato di conservazione globale dell'immobile, alla eventuale presenza di vincoli di carattere normativo e di restrizioni derivanti da fattori di carattere esterno.

D. Immagini.

Riporta alcune fotografie dell'edificio e di particolari costruttivi di rilevanza per l'indagine.

E. Planimetria catastale.

È la porzione di planimetria catastale che indica l'ubicazione dell'edificio nel lotto e mette in evidenza il rapporto con eventuali edifici vicini e con i terreni annessi al fabbricato.

Permette di analizzare le condizioni che influenzano il soleggiamento e la ventilazione, evidenziando la possibilità di adottare strategie energetiche e le ricadute sulle prestazioni ambientali.

F. Planimetrie.

Sono i disegni di progetto originali con l'evidenza della organizzazione spaziale e distributiva che aveva l'edificio al momento della sua progettazione e di eventuali successive trasformazioni.

Tali documenti permettono di conoscere le trasformazioni che ha subito l'edificio e supportano le successive scelte di conservazione o trasformazione.

1E.2 Caratteri geometrico dimensionali

Contenuti dell'attività

Acquisizione di conoscenza diretta dell'edificio nelle sue caratteristiche geometriche, fisiche e nei suoi rapporti dimensionali.

Individuazione dei principali rapporti di forma ai fini della definizione del lessico architettonico e dei moduli dimensionali eventualmente presenti.

Output

Mod E02 Caratteri geometrico dimensionali

E02		Caratteri geometrico dimensionali		1
A	Dati dimensionali		Rilievo	
	Piano terra	Vano	Dimensioni	
Piano primo	Vano	Dimensioni		
Piano secondo	Vano	Dimensioni		
Piano interrato	Vano	Dimensioni		
				B
				ANALISI EDIFICIO

Il documento riporta in modo schematico le dimensioni di tutti i vani costituenti ogni piano dell'edificio. Tali caratteristiche dimensionali sono associate a quelle di rilievo degli stessi ambienti.

La scheda è strutturata in modo da riassumere le caratteristiche dimensionali rilevate necessarie per l'esecuzione del progetto di risanamento, rendendone più agevole la lettura.

Il rilievo architettonico dei diversi piani dell'edificio oggetto di studio, oltre a fornire informazioni sull'orientamento del fabbricato, permette di individuare le soluzioni distributive originariamente adottate, i flussi orizzontali di collegamento e le adiacenze tra ambienti con funzioni diverse.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Dati dimensionali.

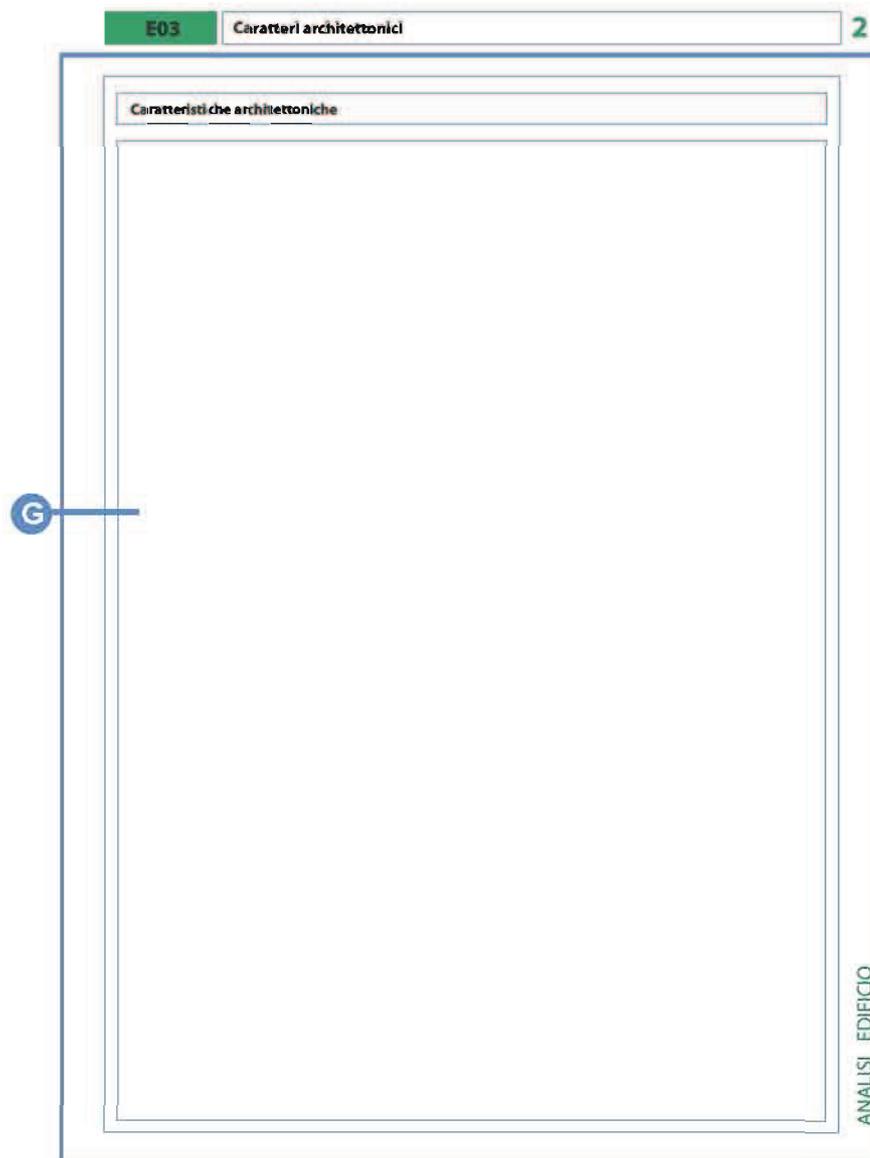
Riporta le informazioni relative ai vani presenti in ogni piano dell'edificio con l'indicazione delle dimensioni di ciascuno.

B. Rilievo.

È la rappresentazione del rilievo architettonico dell'edificio allo stato di fatto, relativa ad ogni piano.

Nel rilievo è riportata la disposizione dei diversi vani con l'indicazione della relativa superficie netta calpestabile.

La rappresentazione grafica riporta inoltre la posizione e le dimensioni delle aperture presenti nell'involucro. Tale informazione permette un corretto studio ai fini dell'illuminazione naturale e della ventilazione.



Il documento riporta l'analisi dell'organizzazione architettonica e formale del fabbricato oggetto di studio.

Permette di comprendere le regole progettuali che hanno determinato l'organizzazione distributiva e la configurazione architettonica dell'edificio, prendendo in particolare considerazione gli aspetti che possono avere influenza sul comportamento energetico.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Immagini.

Riporta alcune fotografie dell'edificio in cui si possono individuare i diversi corpi di fabbrica.

B. Schema planimetrico.

Riporta lo schema planimetrico delle porzioni di manufatto edilizio prese in esame.

Quando l'edificio rurale risulta composto da fabbricati con funzioni diverse, l'analisi mette in evidenza le caratteristiche formali ed architettoniche delle singole parti che lo compongono.

C. Schema prospetti.

Rappresenta in modo schematico il sistema di facciata dei diversi corpi di fabbrica che compongono l'edificio rurale, al fine di permettere un'analisi del sistema delle aperture e dei rapporti tra pieni e vuoti.

D. Generalità.

Riporta le informazioni relative alle destinazioni d'uso attuali ed originarie ed i principali dati dimensionali, sia per l'edificio nella sua totalità sia per le porzioni funzionalmente distinte che lo compongono.

E. Volumetria.

Riporta rappresentazioni schematiche dei rapporti dimensionali dei volumi e dei percorsi di collegamento tra gli stessi.

F. Aperture.

Riporta l'analisi del sistema delle aperture in funzione della relativa esposizione.

Tale analisi è necessaria per acquisire le informazioni che permettono un adeguato studio della ventilazione ed illuminazione naturale.

Può inoltre risultare importante ai fini della valutazione dell'adeguatezza dell'organizzazione funzionale in relazione agli aspetti energetici, quali l'orientamento degli ambienti in rapporto agli orari di utilizzo ed all'uso.

G. Caratteristiche architettoniche.

Riporta la descrizione delle principali caratteristiche architettoniche dell'edificio in rapporto alle tipicità dell'edilizia rurale prevalentemente diffusa sul territorio.

Si individuano eventuali soluzioni distributive originali finalizzate allo sfruttamento di particolari situazioni ambientali, la loro permanenza o la loro trasformazione nel tempo.

Si valuta l'utilità di alcune soluzioni progettuali, quali altezze dei corpi di fabbrica e orientamento degli affacci, ai fini del comportamento energetico.

1E.4 Tecnologie costruttive e materiali

Contenuti dell'attività

Acquisizione delle informazioni relative alle tecniche costruttive ed alle soluzioni tecnologiche adottate nell'edificio.

Conoscenza delle tipologie e delle caratteristiche dei materiali utilizzati nella costruzione originale e nelle eventuali sue trasformazioni successive.

Output

Mod E04 Caratteristiche tecnologiche

E04		Caratteristiche tecnologiche		1
A	Elemento costruttivo	Descrizione		B
		Materiali Impiegati		
C	Elemento costruttivo	Descrizione		
		Materiali Impiegati		

ANALISI EDIFICIO

Il documento riporta tutte le informazioni relative alle tecniche costruttive, alle soluzioni tecnologiche adottate nell'edificio, alle tipologie ed alle caratteristiche dei materiali impiegati.

La conoscenza delle tecnologie e dei materiali costruttivi, strettamente legati alla reperibilità locale, si rivelano di particolare importanza per lo studio degli edifici. Tali informazioni sono utili al fine di poter correttamente intervenire per migliorare le prestazioni energetiche e valutare appropriati interventi di recupero. In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Descrizione.

Riporta la descrizione delle caratteristiche principali dell'elemento costruttivo in esame.

Sono analizzati gli elementi costruttivi che maggiormente incidono sulla definizione dell'architettura locale: elementi esterni, quali murature, coperture, aperture; elementi interni, quali solai di onizzontamento; elementi di completamento, quali scale esterne e ballatoi, muri grigliati.

B. Immagini.

Riporta alcune immagini dell'elemento costruttivo oggetto d'esame che ne mettono in evidenza le caratteristiche.

C. Materiali impiegati.

Riporta l'elenco dei materiali con cui gli elementi costruttivi sono realizzati. La scelta dei materiali e delle tecniche costruttive influenza la qualità dell'edificio: nell'architettura rurale, la scarsità di mezzi e un contesto talvolta ostile hanno determinato soluzioni volte ad ottimizzare le risorse disponibili. L'utilizzo di specifiche tecnologie costruttive per il soddisfacimento dei requisiti progettuali è legato contemporaneamente al raggiungimento di un adeguato livello di comfort abitativo ed alla trasformazione delle materie prime legate all'agricoltura ed all'allevamento del bestiame. Negli interventi di tipo manutentivo e conservativo è importante il ricorso a materiali di analoga natura, al fine di mantenere i caratteri identificativi del patrimonio costruito tradizionale.

1E.5 Degrado e problematiche

Contenuti dell'attività

Analisi delle differenti tipologie di degrado, estetico e funzionale, con indicazione della collocazione, della diffusione, del livello di gravità e delle possibili cause.

Individuazione delle problematiche che possono influenzare la funzionalità e la fruizione percettiva dell'edificio.

Output

Mod E05 Degrado e problematiche

E05		Degrado e problematiche		1
A	Elemento costruttivo	Descrizione		B
		Localizzazione		
		Possibili cause		
C	Elemento costruttivo	Descrizione		
		Localizzazione		
		Possibili cause		
D	Elemento costruttivo	Descrizione		
		Localizzazione		
		Possibili cause		
				ANALISI EDIFICIO

Il documento mette in evidenza le tipologie di degrado riscontrate, l'entità e le cause degli eventuali dissesti strutturali.

I difetti riscontrati sugli elementi costruttivi dell'edificio possono alterarne la funzionalità, l'aspetto o la geometria ed incidere sulle sue prestazioni.

La conoscenza delle cause è necessaria nella scelta dei rimedi da attuare al fine di garantire la durabilità della struttura e ripristinare l'originale funzionalità dell'edificio.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Descrizione.

Descrive le forme di alterazione rilevate e l'eventuale incidenza nella configurazione del danno.

Indica la tipologia di danno strutturale (assenza o inadeguatezza dei collegamenti trasversali, sgretolamento del paramento murario, fratturazione, fessurazione, ecc.) e/o materico (esfoliazione, alveolizzazione, ecc.).

Riporta il livello di gravità del danno e le problematiche connesse con la funzionalità e la fruizione del bene.

Si mettono in evidenza sia i difetti di grave entità che possono determinare condizioni critiche connesse alla sicurezza d'uso, sia i difetti di lieve entità che non influiscono in modo significativo sulle prestazioni funzionali.

B. Immagini.

Riporta alcune immagini dell'elemento costruttivo su cui sono evidenti fenomeni di degrado.

C. Localizzazione.

Indica le porzioni di edificio maggiormente interessate dal fenomeno di degrado individuato.

D. Possibili cause.

Riporta le possibili cause che hanno generato il danneggiamento rilevato.

Si evidenziano sia le cause naturali che hanno determinato l'attuale degrado dell'organismo architettonico, quali fenomeni di invecchiamento o eventi a carattere straordinario (sisma, alluvione, fulmini), sia le cause di natura antropica, quali mancata manutenzione o uso improprio.

La conoscenza della possibile cause del degrado permetterà la corretta progettazione degli interventi da eseguire adeguati al danno e le raccomandazioni sulle modalità di esecuzione. Sarà quindi possibile indicare le operazioni di messa in sicurezza per le lavorazioni di recupero successive, cioè tutte quelle operazioni finalizzate all'eliminazione di potenziali rischi indotti dal danno imminente.

1E.6 Attività svolte in passato nell'edificio

Contenuti dell'attività

Individuazione delle attività ospitate nel fabbricato rurale in passato. Nel caso in cui non si preveda un cambiamento di destinazione d'uso dell'edificio, si valutano le prestazioni che gli spazi della configurazione pregressa offrono e le possibili problematiche e criticità da risolvere per ottimizzare l'uso della struttura ed attuare l'eventuale adeguamento normativo.

Output

Mod E06 Attività pregresse

E06		Attività pregresse		1
A	Spazi	Attività		B

ANALISI EDIFICIO

Il documento permette la conoscenza dell'organizzazione tradizionale degli spazi dell'edificio rurale oggetto di studio, mettendo in evidenza le relazioni funzionali e spaziali tra i diversi ambienti.

La conoscenza delle attività pregresse consente l'individuazione di adeguati criteri di intervento finalizzati ad una corretta rifunzionalizzazione.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Spazi.

Riporta gli spazi cardine legati alle attività produttive, agricole e di allevamento, presenti nell'edificio rurale.

Si analizzano gli spazi funzionali, mettendo in evidenza le caratteristiche termo-igrometriche che ne hanno determinato la destinazione d'uso.

B. Attività.

Descrive le attività prevalentemente svolte in passato.

Le diverse funzioni sono svolte in appositi spazi, in base alle caratteristiche termiche degli ambienti, della loro esposizione ed accessibilità.

L'analisi delle attività svolte in passato permette di determinare le caratteristiche funzionali degli spazi costituenti l'organismo edilizio, lo schema aggregativo e le relazioni tra le funzioni. Tali informazioni sono utili al fine di una corretta progettazione delle future attività che potranno essere ospitate all'interno dell'edificio.

Fase 2. Metaprogetto

La fase metaprogettuale consente di individuare obiettivi e criteri generali di intervento che saranno realizzati e verificati durante la fase progettuale esecutiva e fornisce indicazioni sulla gestione, durante la sua utilizzazione, dell'edificio e dell'area in cui è inserito.

La fase metaprogettuale relativa all'area di intervento prevede l'individuazione degli interventi attuabili sull'intorno del fabbricato rurale, in relazione alle diverse attività produttive, agricoltura e allevamento, a cui si affianca lo studio degli scenari d'intervento per la produzione di energia, finalizzati a migliorare il comportamento ambientale dell'edificio.

La fase metaprogettuale relativa all'edificio permette di individuare la tipologia funzionale, la tipologia energetica e le strategie ad essa correlate e di definire i requisiti di comfort.

La tipologia funzionale rappresenta il sistema di organizzazione delle funzioni e permette di individuare i requisiti dimensionali e funzionali degli spazi e di determinare eventuali zone omogenee per requisiti di comfort, per consentire di ottimizzare la collocazione delle funzioni all'interno dell'edificio oggetto di studio. La tipologia funzionale può corrispondere a quella esistente prima del progetto di riqualificazione o modificarsi totalmente, prevedendo una variazione di destinazione d'uso.

La tipologia energetica rappresenta il comportamento energetico dell'edificio: si individua la tipologia energetica più adeguata a soddisfare le esigenze funzionali, mettendo in relazione i caratteri tecnologici e costruttivi con le strategie energetiche adottabili in funzione dello specifico contesto in cui l'edificio è inserito. Le strategie energetiche sono legate alla forma dell'edificio, alla distribuzione interna ed alle relazioni energetiche tra gli spazi funzionali.

I requisiti di comfort sono in parte derivati dalle prescrizioni normative ed in parte ottenuti tramite la progettazione, in relazione alle funzioni previste: si definiscono le caratteristiche termo-igrometriche ottimali per ogni attività ospitata nell'edificio, individuando i requisiti di comfort termo-igrometrico, visivo ed acustico.

L'output della fase metaprogettuale contiene le strategie energetiche da applicare in cui sono definite le ricadute sulla forma dell'edificio e sulle prestazioni richieste.



fig. 1.5: Schema Fase Metaprogettuale

2A. Metaprogetto dell'area di intervento

L'obiettivo del recupero e riqualificazione dell'edificio rurale nell'ottica di identificare nuove possibilità per la campagna e il suo sfruttamento impone la definizione di un concetto globale che prenda in considerazione non solo il manufatto edilizio ma anche i campi che lo circondano.

Per tale motivo l'analisi del terreno e lo studio delle attività agricole prevalenti nel territorio permettono di individuare specifici scenari di intervento legati all'allevamento ed all'agricoltura.

Il metaprogetto dell'area di intervento consente inoltre di individuare gli interventi che è possibile attuare sul territorio circostante l'edificio, per migliorarne il comportamento energetico-ambientale, quali l'approvvigionamento ottimale per la gestione dell'energia ed il controllo del microclima locale, attraverso la gestione delle aree verdi.

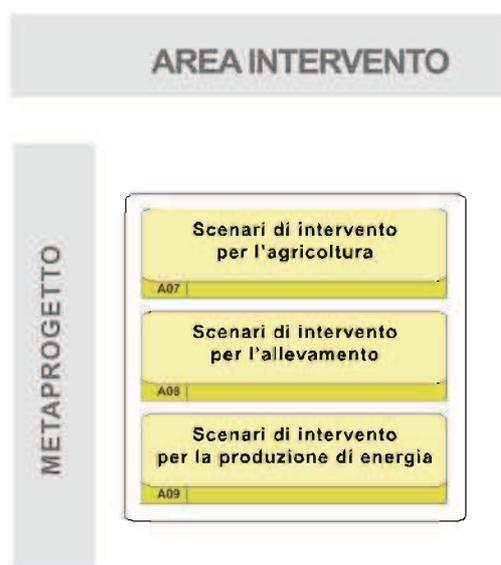


fig 1.6: Attività della fase metaprogettuale dell'area di intervento

2A.7 Scenari di intervento per l'agricoltura

Contenuti dell'attività

Individuazione delle attività nel settore dell'agricoltura che possono essere implementate e migliorate, contribuendo a valorizzare le potenzialità del territorio.

Gli interventi proposti devono permettere la rinascita dell'originale vocazione agricola del luogo e restituire agli appezzamenti coltivati l'importanza talvolta perduta in seguito al progressivo abbandono delle campagne ed all'estendersi dei campi incolti.

Output

Mod A07 Scenari per l'agricoltura

Il documento contiene la descrizione delle attività agricole che potrebbero ben sfruttare le potenzialità della cascina oggetto di studio e del territorio che la circonda, permettendo alla struttura esistente di diventare centro di conservazione e divulgazione della cultura locale.

2A.8 Scenari di intervento per l'allevamento

Contenuti dell'attività

Individuazione delle attività nel settore dell'allevamento che possono essere implementate e migliorate, contribuendo a valorizzare le potenzialità del territorio.

Gli interventi proposti devono consentire l'utilizzo delle colture locali di foraggi come fonte di alimentazione della filiera zootecnica, garantendo genuinità e tracciabilità negli allevamenti.

Output

Mod A08 Scenari per l'allevamento

Il documento contiene la descrizione delle attività di allevamento che potrebbero ben sfruttare le potenzialità del territorio che circonda l'edificio rurale, permettendo alla struttura esistente di diventare centro di sviluppo di una corretta e sostenibile filiera agroalimentare.

2A.9 Scenari di intervento per la produzione di energia

Contenuti dell'attività

Individuazione delle attività legate alla produzione energetica.

Si analizzano le potenzialità di produzione di energia in relazione al luogo e alle caratteristiche dei possibili sviluppi del territorio circostante.

Si cerca di individuare attività che vanno oltre le tradizionali produzioni agro-forestali, attraverso lo sviluppo di un'azienda agro-energetica in grado di fornire il servizio calore o produrre in proprio energia elettrica.

Output

Mod A09 Scenari per la produzione di energia

Il documento contiene la descrizione delle attività di produzione di energia attraverso lo sfruttamento delle risorse del territorio oggetto di analisi, tramite "filiera corte" sviluppabili in ambito agricolo incentrate sulla produzione a piccola e media scala di energia elettrica, termica o di combustibili da parte dell'agricoltore.

2E. Metaprogetto dell'edificio

Durante questa fase del processo progettuale si elaborano le indicazioni sulla gestione dell'edificio durante la sua utilizzazione, individuando interventi e modalità tali da favorire il risparmio energetico e la qualità ambientale.

Le attività svolte durante questa fase sono le seguenti:

- individuazione delle funzioni di progetto;
- individuazione delle unità ambientali, caratterizzate da particolari requisiti di comfort termo-igrometrico;
- primo dimensionamento delle unità ambientali;
- quantificazione dell'utenza e dei tempi d'uso;
- individuazione delle relazioni funzionali, spaziali ed energetiche tra le attività;
- individuazione delle strategie correlate alla forma dell'edificio, quali controllo termo-igrometrico, ventilazione ed illuminazione naturale;
- ottimizzazione della distribuzione funzionale degli spazi, collocando le funzioni nell'edificio in funzione delle strategie energetiche adottabili;
- individuazione delle strategie energetiche applicabili al sistema tecnologico dell'edificio;
- scelta dei parametri di comfort ambientale ottimali per le funzioni previste.

La tipologia energetica riguarda inoltre la valutazione delle caratteristiche energetiche dell'involucro in funzione delle stratigrafie degli elementi costruttivi, dei materiali utilizzati e del loro comportamento termico, al fine di individuare le strategie energetiche adottabili per ottimizzare la prestazione energetica.

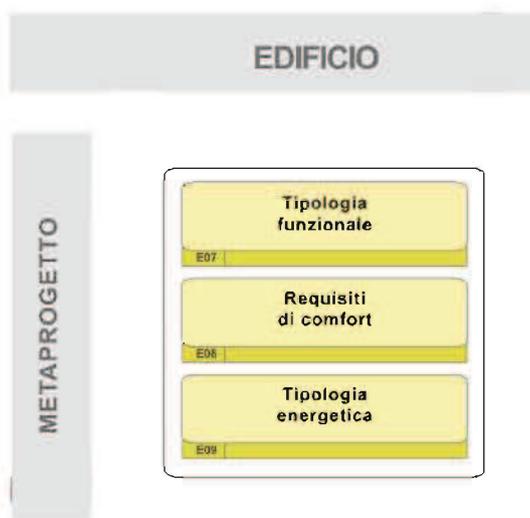


fig 1.7: Attività della fase metaprogettuale dell'edificio

2E.7 Tipologia funzionale

Contenuti dell'attività

Determinazione dei requisiti funzionali e dimensionali degli spazi d'uso e delle relazioni funzionali e spaziali tra le differenti attività che si intende ospitare nell'edificio.

Individuazione di zone omogenee dal punto di vista energetico, finalizzata all'ottimizzazione dello schema aggregativo.

Output

Mod E07 Scheda funzioni

E07		Scheda funzioni		1
Dati identificativi della funzione		Caratteristiche dimensionali e di utilizzo		
Codice funzione		Quantità	[m ²]	
Nome funzione		Utenti	[n°]	
Funzione di appartenenza		Tempo fruizione	[h]	
Localizzazione della funzione				
Aggregazione con altre funzioni				
Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione		

METAPROGETTO - EDIFICIO

Il documento contiene un riepilogo delle funzioni elementari e complesse dell'edificio, permettendo l'individuazione delle unità ambientali e delle reciproche relazioni spaziali e funzionali.

L'eventuale rifunionalizzazione del fabbricato rurale potrebbe proporre un nuovo sistema di organizzazione degli spazi all'interno dell'edificio.

Gli spazi con requisiti di comfort omogenei sono aggregati funzionalmente al fine di limitare gli scambi termici tra ambienti contigui.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Dati identificativi della funzione.

Riporta il codice e la descrizione di ogni funzione individuata, evidenziando lo schema aggregativo di appartenenza.

B. Caratteristiche dimensionali e di utilizzo.

Riporta il numero di unità ambientali relative alla funzione in esame, indicando le caratteristiche dell'utenza ed i tempi d'uso.

C. Localizzazione della funzione.

Riporta sull'impianto planimetrico l'ipotesi di ubicazione della funzione presa in esame, indicando le relazioni fisico-spaziali con le funzioni ad essa collegate.

D. Aggregazione con altre funzioni.

Indica le relazioni funzionali tra le diverse attività, evidenziando il tipo di connessione ed il tipo di relazione.

Sono previsti tre tipi di connessione:

- connessione diretta o contiguità,
- connessione tramite spazi di distribuzione,
- nessuna connessione.

Sono previsti tre tipi di relazione:

- spazio servente,
- spazio servito,
- spazio indipendente.

2E.8 Requisiti di comfort

Contenuti dell'attività

Definizione degli intorni termo-igrometrici di ciascuna delle funzioni prese in esame.

Individuazione dei parametri di comfort ambientale, luminoso ed acustico, con riferimento sia alle prescrizioni normative sia alle esigenze proprie del progetto.

Output

Mod E08 Requisiti di comfort

E08		Requisiti di comfort		1
Dati identificativi della funzione				
A	Codice funzione			
	Nome funzione			
	Funzione di appartenenza			
Prestazioni richieste				
B				
Attrezzature / Impianti				
C				

META PROGETTO - EDIFICIO

Il documento contiene il riepilogo dei parametri prestazionali di progetto e delle indicazioni quantitative di massima.

Una delle caratteristiche principali che è necessario garantire all'edificio oggetto di intervento è un elevato livello di qualità ambientale, assicurando condizioni di benessere ottimali per quanto riguarda l'ambiente termico, visivo, acustico, elettromagnetico e la qualità dell'aria.

Prima della fase di progettazione è bene individuare gli obiettivi di qualità che si intende raggiungere quantificando i parametri da cui dipendono le condizioni di comfort. Sulla base della normativa tecnica vigente, si stabiliscono i requisiti di temperatura e umidità dell'aria, di illuminazione artificiale, di isolamento acustico e di ricambi di aria. Tali informazioni sono utili per lo sviluppo delle strategie adeguate al soddisfacimento dei requisiti di qualità ambientale.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Dati identificativi della funzione.

Riporta il codice e la descrizione di ogni funzione individuata, evidenziando lo schema aggregativo di appartenenza.

L'eventuale rifunzionalizzazione del fabbricato rurale potrebbe proporre un nuovo sistema di organizzazione degli spazi all'interno dell'edificio.

Gli spazi con requisiti di comfort omogenei sono aggregati funzionalmente, al fine di limitare gli scambi termici tra ambienti contigui.

B. Prestazioni richieste.

Riporta i requisiti di comfort termo-igrometrico e ambientale richiesti rispetto alle esigenze funzionali.

Si prendono in considerazione sia parametri quantitativi, quali temperatura dell'aria e umidità relativa in periodo estivo ed invernale, sia parametri qualitativi, quali composizione qualitativa dell'aria.

Si definiscono, inoltre, i requisiti di comfort visivo ed acustico.

C. Attrezzature / Impianti.

Riporta le eventuali attrezzature e dotazioni impiantistiche previste, in funzione delle specifiche attività che si prevede di ospitare negli spazi funzionali.

2E.9 Tipologia energetica

Contenuti dell'attività

Determinazione delle caratteristiche energetiche dell'involucro edilizio sulla base dei materiali utilizzati, delle stratigrafie e del comportamento termico. Individuazione delle strategie adattabili all'involucro per ottimizzare la prestazione energetica, in funzione delle caratteristiche specifiche dell'edificio e delle funzioni che in esso si svolgono.

Output

Mod E09 Elementi di involucro

E09		Elementi di Involucro		1
A	Elemento costruttivo			
	Stratigrafia attuale			
B		Materiale	Spessore (cm)	C
D				
E	Prestazioni attuali			
	U	Trasmittanza termica	UNI EN ISO 6946	[W/(m ² K)]
	Y _w	Trasmittanza termica periodica	UNI EN ISO 13786	[W/(m ² K)]
	φ	Sfasamento termico	UNI EN ISO 13786	[h]
	f _s	Fattore di attenuazione	UNI EN ISO 13786	[-]
	T _{si}	Temperatura superficiale interna		[°C]
F	Intervento di isolamento minimo			
	Spessore di isolante (*)	[cm]		
	Temperatura superficiale interna	[°C]		
	(*)			
G	Intervento di isolamento per accedere agli incentivi			
	Spessore di isolante (*)	[cm]		
	Temperatura superficiale interna	[°C]		
	(*)			

METAPROGETTO - EDIFICIO

Il documento riporta la composizione stratigrafica degli elementi costruttivi, indicando le caratteristiche termiche stazionarie e dinamiche della stratigrafia allo stato di fatto.

Indica le ipotesi tecnologiche per il miglioramento della prestazione energetica, legate a una o più strategie energetiche correlate tra loro, facendo riferimento alle normative vigenti.

In particolare, il documento contiene le seguenti informazioni:

A. Dati identificativi dell'elemento costruttivo.

Riporta il codice e la descrizione di ogni elemento di involucro analizzato.

B. Dettaglio della stratigrafia.

E' la rappresentazione grafica bidimensionale dell'elemento di involucro che ne riporta i singoli strati.

Nel disegno sono riportate le sigle utili a specificare le condizioni al contorno:

- **E** - ambiente esterno, con temperatura corrispondente alla media mensile del mese più freddo nel comune in cui è ubicato l'edificio, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 - Allegato A
- **I** - ambiente interno riscaldato, con temperatura e umidità relativa pari ai valori riportati nel DPR 59/09
- **G** - terreno, con temperatura corrispondente al valore annuale medio della temperatura dell'aria esterna nel comune in cui è ubicato l'edificio e umidità relativa 100%, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 - Allegato A

C. Componenti della stratigrafia.

La tabella elenca la successione degli strati che compongono l'elemento di involucro, riportando i materiali ed i relativi spessori.

D. Localizzazione dell'elemento di involucro.

Evidenzia sulla planimetria dell'edificio la localizzazione dell'elemento di involucro in esame.

E. Prestazioni attuali.

Riporta i valori di trasmittanza termica (calcolata secondo la norma UNI EN ISO 6946), trasmittanza termica periodica, sfasamento termico e fattore di attenuazione (calcolati secondo la norma UNI EN ISO 13786) ed indica il valore della temperatura superficiale interna.

Tali parametri descrivono il comportamento energetico degli elementi costruttivi e permettono di valutare le caratteristiche energetiche dell'involucro edilizio sulla base dei materiali utilizzati, delle stratigrafie e del comportamento termico.

F. Intervento di isolamento minimo.

Riporta lo spessore di isolante necessario per raggiungere le prestazioni minime richieste dalla normativa vigente.

I dati fanno riferimento ad un intervento di miglioramento della prestazione energetica che soddisfa i requisiti prestazionali di trasmittanza termica previsti dalla normativa.

E' riportato inoltre il valore della temperatura superficiale interna, ottenuta dopo l'intervento ipotizzato.

G. Intervento di isolamento per accedere agli incentivi.

Riporta lo spessore di isolante necessario per raggiungere le prestazioni minime richieste dalla normativa vigente per poter accedere ad eventuali iniziative di incentivazione.

E' riportato inoltre il valore della temperatura superficiale interna, ottenuta dopo l'intervento ipotizzato.

Fase 3. Progetto

La fase progettuale propone un approfondimento delle ipotesi individuate durante la fase metaprogettuale relative agli scenari di intervento per l'agricoltura, per l'allevamento e per la produzione di energia.

Si definiscono gli interventi sul sistema tecnologico ed impiantistico dell'edificio in grado di introdurre e ottimizzare le strategie energetiche individuate durante la precedente fase metaprogettuale. Tale fase prevede la realizzazione a livello esecutivo e la verifica delle soluzioni tecnologiche per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'involucro, valutando l'appropriata scelta dei materiali che possono essere utilizzati.

Si affronta il vero e proprio progetto esecutivo di riqualificazione energetica e rifunzionalizzazione edilizia e si prevedono interventi sul contesto, sull'involucro e sull'impianto.

Gli interventi riguardano soprattutto la riduzione delle dispersioni dell'involucro edilizio attraverso l'isolamento termico degli elementi costruttivi e la correzione dei ponti termici. Si individuano i materiali più idonei agli interventi ipotizzati e le corrette sequenze all'interno delle stratigrafie degli elementi costruttivi; si definiscono le modalità di esecuzione e le verifiche delle prestazioni termoigrometriche. Particolare attenzione è posta sulla produzione di energia da fonte rinnovabile, che interessa la struttura nel suo complesso, in integrazione con il sistema impiantistico.

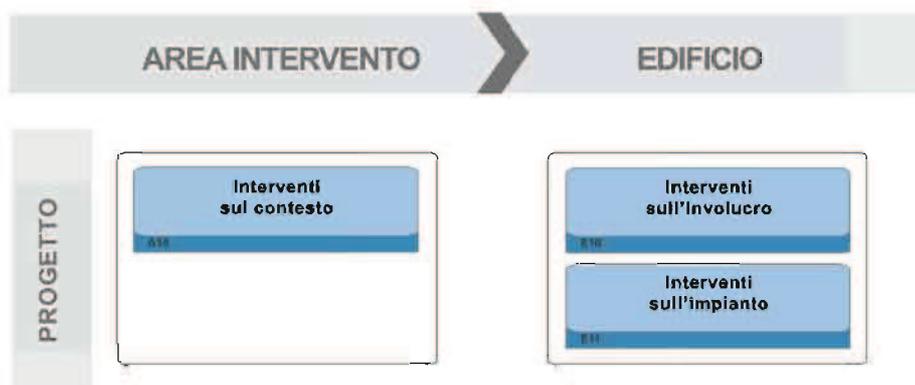


fig 1.8: Schema Fase Progettuale

3A. Progetto dell'area di intervento

Durante questa fase del processo progettuale si definiscono gli interventi nell'intorno in cui l'edificio è inserito e si studiano in modo approfondito le ipotesi volte ad ottimizzare le potenzialità della campagna ed il suo corretto sfruttamento, tenendo conto delle specie autoctone e delle esigenze di una agricoltura biologica ed integrata.

3E. Progetto dell'edificio

Durante questa fase del processo progettuale si esaminano i limiti imposti dalla normativa vigente per l'involucro e per l'impianto di riscaldamento, facendo riferimento sia alla legislazione nazionale, sia alla normativa regionale in vigore nel territorio oggetto di studio.

Si analizzano, quindi, gli interventi sul sistema involucro-impianto.

Si esaminano le soluzioni proposte e si individuano le verifiche che ciascun intervento richiede per garantire il rispetto delle prescrizioni imposte dalla normativa.

Se la legislazione regionale prevede eventuali incentivazioni, si studiano le possibili alternative di intervento, al fine di poter usufruire dei benefici previsti.

3A.10 Interventi sul contesto

Contenuti dell'attività

Approfondimento delle ipotesi progettuali individuate durante la fase metaprogettuale relative agli scenari di intervento per l'agricoltura, per l'allevamento e per la produzione di energia.

Individuazione delle soluzioni più adeguate alla realtà presa in considerazione e della relativa valutazione economica.

Output

Mod A10 Interventi sul contesto

Il documento descrive gli interventi proposti, mettendo in evidenza i vantaggi che ne derivano.

Si illustrano le principali caratteristiche delle soluzioni progettuali ipotizzate. Per le soluzioni proposte, si indicano in successione le fasi di realizzazione degli interventi.

3E.10 Interventi sull'involucro

Contenuti dell'attività

Individuazione degli interventi sull'involucro utili per l'ottimizzazione energetica dell'involucro edilizio.

Per l'isolamento degli elementi costruttivi verticali opachi è possibile prevedere differenti soluzioni:

- isolamento termico dall'esterno;
- isolamento termico dall'interno;
- isolamento termico nell'intercapedine.

L'isolamento termico dall'esterno, noto come sistema di isolamento a cappotto, è un sistema di coibentazione delle pareti perimetrali che prevede l'applicazione di pannelli isolanti sulla superficie esterna della muratura esistente, mediante incollaggio e fissaggio meccanico, poi rivestiti con un intonaco rinforzato con funzioni protettive e di finitura estetica. La superficie degli elementi costruttivi verticali opachi costituisce la porzione più estesa dell'involucro disperdente; tale sistema rappresenta quindi il tipo di intervento di isolamento maggiormente efficace.

L'isolamento termico dall'interno è un sistema di coibentazione degli elementi costruttivi perimetrali che prevede l'applicazione di elementi isolanti sulla superficie interna della parete esistente, mediante incollaggio ed eventualmente fissaggio meccanico, poi rivestiti con uno strato protettivo. Tale intervento richiede particolare attenzione nella scelta e nella posa dei materiali, soprattutto in luoghi con elevato tasso di umidità.

L'isolamento termico nell'intercapedine è un sistema di coibentazione di pareti perimetrali mediante insufflaggio di materiale isolante sfuso all'interno delle intercapedini presenti negli elementi costruttivi.

Le tecniche di isolamento si differenziano per la diversa successione degli strati e per il conseguente differente comportamento termo-igrometrico dell'involucro interessato dall'intervento.

Particolare attenzione deve essere posta all'aspetto igrometrico, in quanto un elevato contenuto di umidità nella stratigrafia dell'elemento costruttivo può essere causa di danni e la presenza di condensa può causare deterioramento del componente con conseguenze igieniche e di salubrità.

Output

Mod E10 Interventi sull'involucro

Il documento contiene la descrizione della soluzione progettuale che si propone per l'edificio oggetto di studio, indicando quali sono gli elementi che si intende recuperare e ripristinare.

Sono descritti gli interventi previsti e le verifiche richieste per garantire il rispetto delle prescrizioni imposte dalla legislazione vigente.

Si analizza il comportamento termo-igrometrico dell'involucro alla luce dei requisiti prestazionali richiesti.

3E.11 Interventi sull'impianto

Contenuti dell'attività

Individuazione degli interventi sull'impianto utili per l'ottimizzazione energetica dell'involucro edilizio.

Output

Mod E11 Interventi sull'impianto

Il documento contiene la descrizione della soluzione progettuale che si propone per l'edificio oggetto di studio, indicando quali tipologie di impianto si ritengono maggiormente adatte.

Dopo aver esaminato i requisiti richiesti dalla normativa vigente, sono descritti gli impianti termico e di ventilazione meccanica controllata che si intende installare al fine di mantenere le condizioni di comfort interno.



CASO STUDIO: RIQUALIFICAZIONE DI UNA CASCINA DELLA COLLINA PIEMONTESE

Caso studio: Riqualificazione di una cascina della collina piemontese

L'applicazione della metodologia proposta ad un caso studio ha consentito di verificarne l'applicabilità.

A tal fine è stato selezionato come edificio campione una cascina sita nel comune di Cellarengo (Asti): la cascina "Ca Rusa", costruita nel 1928, costituisce un esempio pressoché intatto di architettura campestre tipica del territorio circostante. L'edificio presenta le caratteristiche tipologiche e tecnologiche proprie dell'edilizia rurale delle colline piemontesi.

Partendo dall'indagine storica sull'edilizia rurale del territorio piemontese e dall'osservazione diretta del manufatto edilizio oggetto di studio, si analizzano i materiali e gli elementi tecnici dell'edilizia rurale, al fine di comprenderne lo stato di conservazione e definire gli interventi di recupero.

Il progetto di recupero affrontato nel caso studio non mira a ristrutturare un contenitore per poi valutarne l'impiego ma affronta in maniera olistica la questione del recupero edilizio e sociale di un edificio rurale, connotato dai suoi rapporti con il territorio.

Obiettivi

L'intervento di riqualificazione si pone come obiettivi:

- la valorizzazione delle attività (agricoltura e viticoltura) legate alla vocazione del territorio e alla destinazione originale dell'edificio rurale;
- lo studio delle caratteristiche architettoniche locali da riproporre, enfatizzandole, nel progetto;
- la valutazione del comfort interno che può essere assicurato integrando tutti i sistemi impiantistici con una preesistenza di una certa importanza;
- la realizzazione di un edificio intelligente per il mix di soluzioni adottate in relazione al suo potenziale e non per la somma di soluzioni indipendenti e non integrate;
- la valorizzazione delle future attività che nell'edificio si potranno svolgere e che potranno enfatizzare le potenzialità di tutto il territorio circostante.

Caratteristiche dell'area di intervento

La posizione geografica del comune di Cellarengo porta questo luogo ad assumere i caratteri di una terra di confine.

A stretto contatto con il paesaggio di pianura da una parte e avamposto delle terre di Langa e di Roero dall'altra, la produzione locale era caratterizzata in passato dalla coltura della vite, abbandonata nella metà del '900 ed ora ripresa, con l'intervento di tecnici specializzati, per riqualificare l'intero territorio.

La produzione agricola comprende vitigni quali Freisa, Barbera e Nebbiolo. Alla vite si affiancava la coltivazione di cereali, come mais e grano, ed era presente l'allevamento del bestiame, in particolare bovini, non tanto per il latte e per i suoi derivati, quanto per la produzione di carne.

Caratteristiche dell'edificio rurale

La cascina "Ca Rusa" si presenta come un buon esempio di cascina tipica piemontese per le caratteristiche sia del fabbricato sia dell'annesso terreno. L'edificio rurale è un pregevole manufatto, in cui la muratura faccia a vista e la scansione architettonica compongono un fabbricato ben raccordato nella sua parte rustica e abitativa.

L'obiettivo del suo recupero e riqualificazione, nell'ottica di identificare nuove possibilità per la campagna e il suo sfruttamento, impone la definizione di un concetto globale che prenda in considerazione sia l'edificio costruito sia i campi che lo circondano.

Scenari di intervento

Si studiano gli scenari per la ristrutturazione dell'edificio senza tralasciare tuttavia gli scenari di intervento per l'agricoltura e l'allevamento.

Il recupero di vigne antiche e di vitigni scomparsi potrebbe essere allargato ai terreni di pertinenza della cascina, dove le caratteristiche geologiche e di esposizione lo consentano.

Per quanto riguarda l'allevamento, potrebbe essere valutata l'opportunità di introduzione di capi allevati in maniera estensiva, utilizzando i pascoli presenti ed integrandone la presenza con mangimi autoprodotti per la costituzione di una filiera corta di certificata qualità.

La ristrutturazione degli elementi costruttivi del fabbricato rurale dovrebbe considerare l'opportunità di mantenere il paramento murario esterno dell'edificio in mattoni faccia a vista e la conservazione di alcuni elementi tipici di costruzioni di questo tipo, quali le voltine a botte ribassata dell'intero impianto dei solai e il balcone in pietra, al primo piano, in corrispondenza del vano scala.

Si suggerisce una rifunionalizzazione del fabbricato rurale: per una parte dell'edificio (attuale residenza) si ipotizzano funzioni ricettive, mentre nella restante parte (ex stalla/fienile) si intende realizzare un centro di formazione, nel quale organizzare corsi, conferenze e laboratori. Si ipotizza di allestire una cucina didattica ed un'aula, in cui tenere corsi enogastronomici, volti a divulgare la cultura culinaria basata sulla conoscenza dei prodotti agricoli, e corsi di agricoltura, in cui si insegna a coltivare prodotti tipici della regione o utilizzati nella cucina regionale e a riconoscerne la qualità. Il terreno di pertinenza della cascina potrebbe essere il campo di prova e di esempio delle tecniche insegnate.

Interventi previsti dalla legislazione regionale

In materia energetica la Regione Piemonte fa riferimento alla Legge Regionale 28 maggio 2007 n. 13 e s.m.i..

La Delibera della Giunta Regionale 4 agosto 2009 n. 46-11968 - Disposizioni attuative della Legge Regionale 13/2007 in materia di rendimento energetico nell'edilizia fornisce prescrizioni specifiche sull'involucro (punto 1.3) e sugli impianti termici (punto 1.4).

Sono previsti i seguenti interventi:

- a. nuova realizzazione di un edificio;
- b. ristrutturazione edilizia di edifici con superficie utile superiore a 1000 m²;
- c. ristrutturazione edilizia di edifici con superficie utile fino a 1000 m² o su porzioni inferiori a 1000 m² di edifici con superficie utile superiore a tale soglia;
- d. porzioni di volumetria relativa ad ampliamenti o sopraelevazioni di edifici esistenti;
- e. manutenzione straordinaria di edifici;
- f. manutenzione ordinaria di edifici;
- g. installazione di impianti termici in edifici nuovi;
- h. nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti;
- i. ristrutturazione di impianti termici.

L'intervento di ristrutturazione della cascina "Ca Rusa" rientra negli interventi di cui ai punti c. e h. del precedente elenco (casi contemplati in art. 2, comma 2, punti a) e d) della Legge Regionale 28 maggio 2007 n. 13).

Per gli edifici che garantiscono prestazioni del fabbisogno edificio-impianto rispondenti a specifici requisiti indicati nella Delibera della Giunta Regionale del 4 agosto 2009 n. 46-11968 sono previste apposite iniziative di incentivazione.

Si possono pertanto prevedere due approcci distinti:

1. interventi di ristrutturazione edilizia prevista per edifici con superficie utile fino a 1000 m², con prestazioni dell'involucro che rispettano i limiti indicati per tale modalità di intervento;
2. intervento di ristrutturazione edilizia prevista per edifici con superficie utile fino a 1000 m², con prestazioni dell'involucro che rispettano i limiti indicati per tale modalità di intervento nel caso in cui si intenda accedere alle incentivazioni previste.

Entrambi gli interventi richiedono la verifica della trasmittanza dell'involucro, la verifica di assenza di condensazioni sulle superfici opache interne dell'involucro edilizio e la verifica che le condensazioni interstiziali siano limitate alla quantità ri-evaporabile.

Il secondo intervento richiede, inoltre, il calcolo del fabbisogno energetico annuo per riscaldamento, necessario per la verifica del rispetto dei limiti imposti per accedere alle incentivazioni.

A01

Inquadramento territoriale

1

Localizzazione area di intervento

Comune	Cellarengo
Provincia	Asti (AT)
Regione	Piemonte
Zona	Italia Nord Occidentale

Coordinate geografiche

Latitudine	44°51'55"08 N
Longitudine	07°56'47"04 E
Gradi Decimali	44,8653; 7,9464

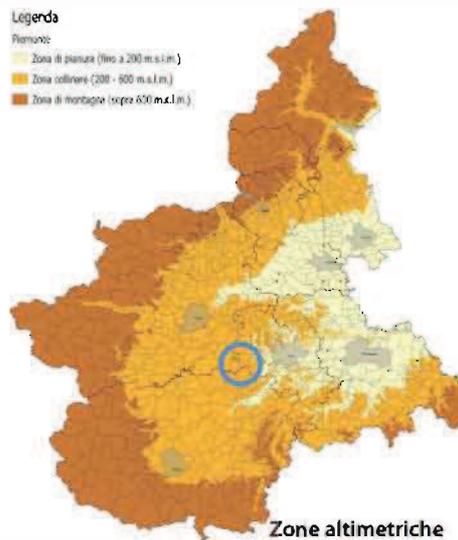


Altitudine (altezza sul livello del mare espressa in metri)

Casa Comunale	321
Minima	257
Massima	350
Zona altimetrica	collina interna
Capoluogo di Provincia	123

Legenda

- Piemonte:
- Zona di pianura (fino a 200 m.s.l.m.)
 - Zona collinare (200 - 600 m.s.l.m.)
 - Zona di montagna (oltre 600 m.s.l.m.)



Pericolosità sismica

Zona sismica	4
Classificazione sismica	sismicità molto bassa

Altre informazioni

Superficie	10,81 Km ²
Popolazione residente	723
Densità per Km ²	66,9

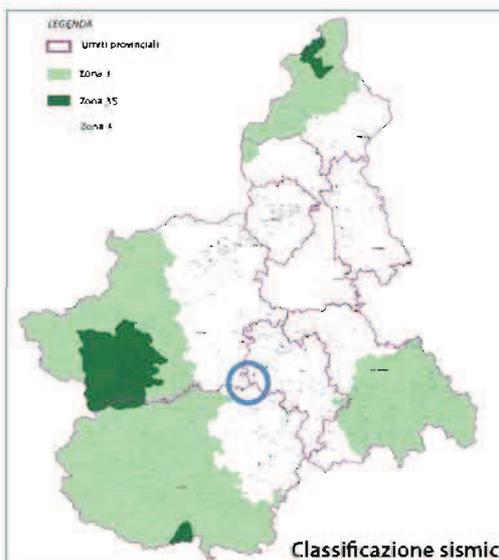
Centro agricolo dell'Alto Monferrato, situato sulle estreme propaggini occidentali delle colline astigiane, degradanti verso la pianura torinese e del Po.

Dista circa 27 Km dal capoluogo di provincia.

Paese semidiffuso: capoluogo (60% della popolazione); N. 3 nuclei (20% popolazione); molte case sparse (20% della popolazione).

La maggiore risorsa locale è costituita dagli allevamenti del bestiame.

Colture prevalenti: cereali e foraggi.



ANALISI AREA DI INTERVENTO

Cenni storici

Il territorio Astigiano odierno comprende aree che nel basso medioevo e in età moderna non erano di competenza della città, quali il settore collinare che si estende presso i confini settentrionali della provincia e gran parte dell'area a sud e a est della valle del Tanaro.

Origini e prime trasformazioni del paesaggio astigiano

Nel periodo compreso tra il 4500 e il 3800 a.C. il territorio è caratterizzato da una cerealicoltura assai ricca che comprende: farro, frumento comune, orzo e miglio. Attorno ai villaggi il paesaggio naturale, formato dall'originaria foresta di latifoglie, si modifica con la sistemazione di campi di cereali e di leguminose.

Per millenni il paesaggio astigiano è composto in prevalenza da foreste e da coltivazioni di cereali e leguminose, che costituiscono le riserve alimentari di una popolazione tendenzialmente vegetariana, che integra il suo fabbisogno calorico con l'allevamento di animali domestici per la fornitura di carne e latticini; il pascolo spontaneo e il prato coltivato costituiscono l'indispensabile risorsa all'allevamento.

In questo paesaggio fatto di boschi, campi e pascoli, la vite irrompe improvvisamente e, diffondendosi principalmente in età romana, segna la più profonda e duratura trasformazione ambientale del territorio.

Il consumo del vino contribuisce ad una profonda trasformazione del paesaggio: colline in precedenza coperte di vegetazione spontanea sono destinate alla viticoltura. I vigneti sorgono presso le abitazioni contadine ma anche in mezzo ad altre coltivazioni o in aree completamente adibite alla coltivazione della vite. Il paesaggio alto medievale dell'astigiano è formato da insediamenti per villaggi prevalentemente lungo le valli dei corsi d'acqua, circondati da campi di cereali e di leguminose, da pascoli naturali, da vigneti, sui colli esposti a mezzogiorno. Il tutto è attorniato dalla presenza di foreste e di boschi da cui gli abitanti raccolgono frutti spontanei e ricavano legname da costruzione. Non mancano, fin dai primi secoli d.C., alberi da frutta, quali peri, castagni, meli e noci.

Dal Medioevo al Novecento

Nel basso medioevo le pendici delle colline continuano a ricoprirsi di vigneti e nelle valli si ampliano i campi di cereali, alternati a quelli di leguminose; contemporaneamente si riducono i boschi. Tra il '500 ed il '600 le campagne sono caratterizzate dal proliferare delle cascine, unità produttive ed abitative circondate dai beni poderali.

L'economia astigiana è basata sul commercio; la produzione agricola, tuttavia, rappresenta la principale fonte di sussistenza della città, per buona parte del medioevo e della prima età moderna. Alla predominante coltivazione della vite nelle aree collinari si affianca, nel fondovalle, quella a cereali e in misura minore a foraggio e legumi.

Nel XV secolo iniziano a sorgere le aziende agricole: sono edifici di medie e piccole dimensioni con caratteristiche standard, in cui accanto all'edificio adibito ad abitazione sono presenti la "cascina" vera e propria, talvolta una stalla ed occasionalmente un secondo blocco residenziale.

Per incrementare le risorse alimentari per la popolazione in crescita, si registra l'espansione delle coltivazioni ai danni dell'inculto e del bosco. Nel settecento si diffonde il mais (localmente chiamato "meliga"), prodotto proveniente dall'America. Questo nuovo prodotto rappresenta più di un terzo della produzione dei cereali, determinando la trasformazione della fisionomia del paesaggio, come in passato si era verificato con l'introduzione della vite.

Come in tutto il Piemonte, anche nelle terre di Langa e Roero, la privatizzazione di beni comuni ha come conseguenza la dispersione dell'abitato nelle campagne: numerosi disboscamenti e opere irrigue consentono di ricavare ulteriori terreni da destinare alle nuove colture, nei quali si costruiscono in seguito le abitazioni.

Le case sorgono in luoghi isolati, pianeggianti o in collina, al fine di controllare direttamente i possedimenti e di avere nelle immediate vicinanze il bestiame e il bosco.

E' possibile distinguere due tipi di abitazione: la casa dei ricchi e la casa dei poveri.

La prima è rappresentata dalla grande cascina dei più abbienti proprietari terrieri: sorge nei siti migliori, generalmente in posizione dominante, con andamento sud-est, ed è poco distante dalle strade principali, dai boschi e dai prati. Il rustico e il civile sono ben separati: il fienile al piano superiore presenta grandi arcate abbellite da cornici e rivolte verso il cortile. In alcune case è presente un secondo piano che ospita le stanze padronali. Al piano terra, accanto alla cucina, sono presenti la sala e, con accesso diretto dalla cucina, la dispensa. La dispensa/cantina, posta al piano terreno, non è il locale adibito alla conservazione dei vini ma è destinato al deposito dei prodotti agricoli e dei cibi. Per i prodotti della vinificazione ci sono appositi locali, il "tinaggio" o le "crotte" (le cantine), separati dall'abitazione e scavati nel tufo, in alcuni casi, o costituenti il piano interrato o seminterrato dell'abitazione.

La casa dei piccoli proprietari terrieri è costruita con materiali di recupero dal contadino stesso. E' edificata ponendo un'attenzione particolare all'orientamento, al soleggiamento e alla direzione dei venti. Generalmente il civile ed il rurale sono posti uno sopra l'altro: al piano terreno sono ubicati la stalla, il pollaio e un deposito; al primo piano, raggiungibile tramite la scala esterna, è presente la cucina con annessa la camera da letto. In un periodo successivo si diffonde, anche tra i più poveri, la casa costituita da rustico e residenziale affiancati. La cucina, centro della vita relazionale, è sempre adiacente alla stalla, in quanto il calore animale contribuisce a rendere più confortevole la permanenza nell'ambiente.

Nel primo decennio del novecento una grave crisi in ambito agricolo provoca la prima grande migrazione: si tratta di una migrazione temporanea, seguita da un consistente ritorno alle campagne. Il novecento, fino al secondo dopoguerra, è il periodo della nascita degli insediamenti secondari "di Valle", presso le nuove stazioni ferroviarie, le antiche stazioni di posta. In questo periodo si incrementa il prezioso patrimonio, nato nell'ottocento, della costruzione delle grandi "cascine" isolate e dei piccoli nuclei abitati che popolano ulteriormente le colline.

Nel secondo dopoguerra una nuova crisi delle campagne costringe alla seconda grande migrazione verso le città vicine (Torino).

Oggi il territorio astigiano sta attraversando un periodo di lenta rinascita, grazie alla ristrutturazione delle antiche case contadine, alla valorizzazione di paesi quasi abbandonati ed ai progetti volti ad una maggiore cura del paesaggio.

A02

Dati climatici

1

Comune	Gradi giorno	Zona climatica	Irradianza media
Cellarengo (AT)	2752	E	260 W/m ²

Dati climatici medi mensili

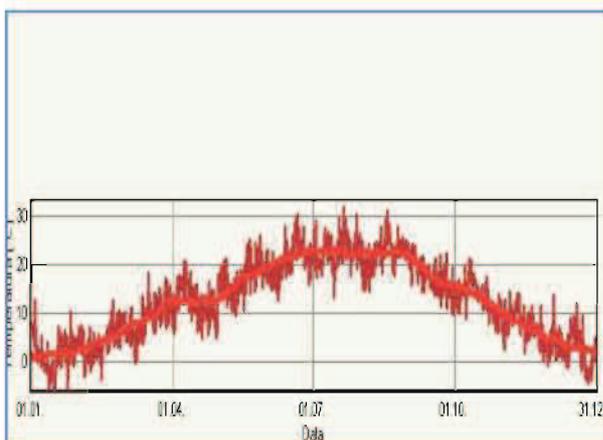
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura	[°C]	-1,5	1,6	6,8	11,9	15,9	20,5	23,1	21,8	17,8	11,6	5,0	0,2
Pressione	[Pa]	492	589	781	1083	1382	1821	1980	1913	1643	1179	820	572
Umidità relativa	[%]	83	79	73	72	71	71	66	69	75	80	87	85

Irradianza solare giornaliera media mensile [kWh/m²]

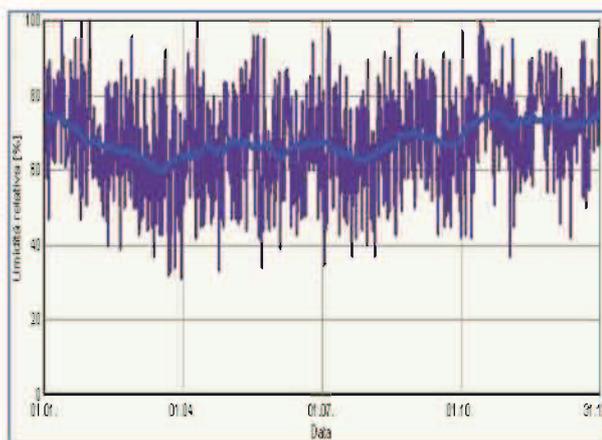
	Orizzontale	Sud	SE - SO	E - O	NE - NO	Nord	Diffusa
gennaio	1,4	2,6	2,1	1,2	0,6	0,5	0,7
febbraio	2,2	3,0	2,5	1,7	0,9	0,7	1,0
marzo	3,3	3,2	3,0	2,4	1,5	1,0	1,4
aprile	4,5	2,9	3,3	3,1	2,3	1,5	1,9
maggio	5,2	2,6	3,1	3,4	2,8	2,1	2,2
giugno	5,7	2,6	3,2	3,7	3,1	2,4	2,3
luglio	6,3	2,8	3,6	4,1	3,4	2,4	2,2
agosto	4,9	2,8	3,3	3,3	2,5	1,7	2,0
settembre	3,6	3,0	3,0	2,6	1,7	1,2	1,6
ottobre	2,5	3,1	2,7	1,9	1,1	0,8	1,1
novembre	1,6	2,6	2,1	1,3	0,6	0,5	0,8
dicembre	1,3	2,7	2,1	1,1	0,5	0,4	0,6

Dati climatici orari

Temperatura [°C]



Umidità relativa [%]



Ciabot

Funzione originaria

deposito, ricovero provvisorio

Elementi caratterizzanti

- pianta quadrata
- 1 o 2 piani in elevato
- muratura in pietra a vista
- copertura a doppia falda con manto in coppi di laterizio

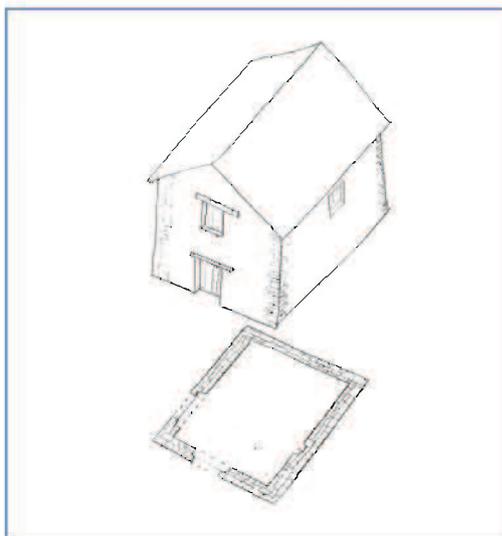
Descrizione

I "ciabòt" sono piccole costruzioni in muratura, elementi di supporto all'attività agricola, caratterizzanti il paesaggio rurale collinare piemontese. Hanno tradizionalmente la funzione di ricovero degli attrezzi agricoli e talvolta ospitano i braccianti in caso di avverse condizioni meteorologiche. Durante il periodo del raccolto sono utilizzati come deposito dei prodotti dell'agricoltura.

Sono costituiti da un'unica cellula funzionale, sviluppata su uno o due piani fuori terra. Sono caratterizzati da una copertura a doppia falda con manto in coppi di laterizio.

Possono talvolta presentarsi come strutture più elaborate con copertura a quattro falde, finitura esterna delle pareti ad intonaco, arricchite da un caminetto interno.

Il ciabot presenta caratteristiche diverse in relazione al tipo di fondo in cui è presente. Quando è legato ad un vigneto, il ciabot si erge a mezzacosta al centro della vigna. Quando è realizzato a servizio di campi coltivati, è posizionato in prossimità dei sentieri interpoderali e dei ruscelli che irrigano il podere. Quando costituisce il supporto ad attività silvicole, può essere ubicato al limitare del bosco o al suo interno.



Criteri di intervento per il recupero

Al fine di non modificare proporzioni e caratteristiche, non dovrebbero essere eseguiti ampliamenti di questa tipologia di costruzioni.

Sarebbe pertanto auspicabile un mantenimento delle funzioni originarie.

Quando la destinazione originaria è quella di abitazione provvisoria, si possono prevedere interventi di rifunzionalizzazione a destinazione residenziale, evitando tuttavia di variare il rapporto dell'edificio con il suolo e conservando l'impostazione strutturale ed i caratteri costruttivi propri dei manufatti edilizi. E' possibile inserire nell'edificio i servizi igienici minimi necessari, realizzabili con tecnologie a secco e ponendo particolare attenzione all'inserimento degli impianti in apposite contropareti, al fine di evitare interventi invasivi sulle strutture murarie. Per consentire un incremento della superficie utile, se permesso dall'altezza, è possibile la realizzazione di nuovi orizzontamenti in legno e di collegamenti interni tra i diversi livelli, preferibilmente mediante scale in legno. Potrebbero essere necessari interventi mirati a risanare gli edifici dall'umidità con la realizzazione di vespai aerati.

Edifici isolati

Funzione originaria

uso prevalentemente residenziale

Elementi caratterizzanti

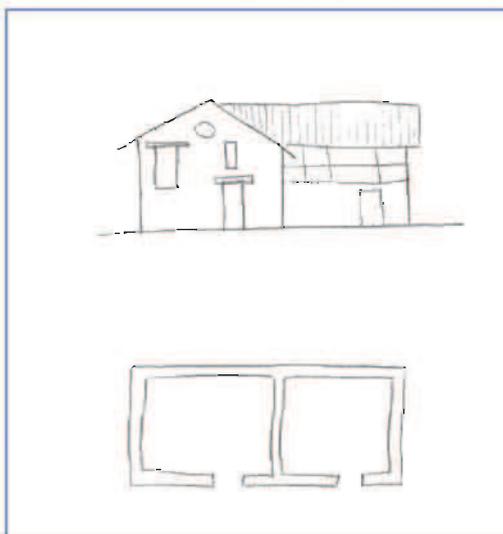
- pianta quadrata
- 1 o 2 piani in elevato
- muratura in pietra a vista o parzialmente intonacata
- tetto a capanna a due falde

Descrizione

Gli edifici isolati sono presenti nel paesaggio collinare, in posizioni dominanti o seminascosti nella boscaglia. Hanno dimensioni ridotte, poco più grandi di un ciabot. In alcuni casi sono completati da un piccolo fienile con scala di accesso esterna.

Sono caratterizzati da una pianta quadrata e si sviluppano su uno o due piani fuori terra. La costruzione è generalmente in muratura di pietra a vista, talvolta parzialmente intonacata con malte povere di calce aerea. La copertura è a doppia falda con manto in coppi di laterizio.

Possono talvolta presentarsi come strutture di maggiori dimensioni, con due o tre piani in elevato, murature in laterizio, tetto a padiglione e finiture maggiormente curate.



Criteri di intervento per il recupero

Al fine di non modificare proporzioni e caratteristiche, non dovrebbero essere eseguiti ampliamenti e sopraelevazioni. Per aumentare la superficie utile potrebbero essere recuperate eventuali strutture di servizio all'attività agricola presenti nelle vicinanze.

Sarebbe pertanto auspicabile il mantenimento della destinazione d'uso originaria.

Gli interventi di recupero dovrebbero permettere la conservazione dell'impostazione strutturale e dei caratteri costruttivi propri dell'edificio, grazie all'utilizzo di materiali e tecnologie tradizionali. E' possibile inserire nell'edificio i servizi igienici minimi necessari, realizzabili con tecnologie a secco, ponendo particolare attenzione all'inserimento degli impianti in apposite contropareti, al fine di evitare interventi invasivi sulle strutture murarie. Potrebbero essere necessari interventi mirati a risanare gli edifici dall'umidità con la realizzazione di vespai aerati. Devono essere conservati e valorizzati eventuali particolari costruttivi, finiture e decorazioni non comunemente diffusi tra gli edifici rurali.

Possono essere realizzati interventi di ottimizzazione energetica per migliorare il benessere interno.

Edifici a stecca

Funzione originaria

funzioni principali dell'attività contadina: abitazione, fienile, stalla e cantina

Elementi caratterizzanti

- corpo di fabbrica a forma di parallelepipedo
- edificio a manica semplice (6-7 metri di profondità)
- differente altezza dei blocchi funzionali
- muratura in laterizio a vista o intonacata
- copertura a due falde
- due piani fuori terra per il corpo di fabbrica ad uso residenziale
- stalla con fienile sovrapposto ed eventuale porticato antistante

Descrizione

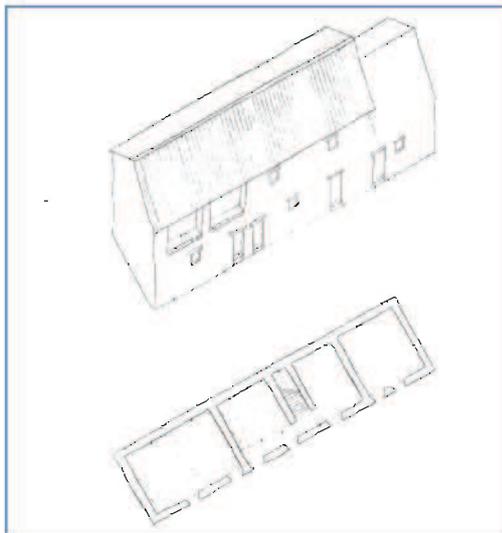
Gli edifici a stecca costituiscono una tipologia aggregativa elementare, derivata dalla tipica "cassina" piemontese. Rappresentano la tipologia insediativa più diffusa nel territorio.

Sono costituiti da un unico corpo di fabbrica, disposto secondo la direttrice Est-Ovest per assicurare un maggiore irraggiamento solare nel periodo invernale ed un buon apporto di luce naturale, con le aperture poste a Sud. Il fronte principale è sempre orientato a Sud; il fronte secondario è esposto a Nord e presenta poche aperture. L'orientamento può subire modifiche a causa di una particolare morfologia del terreno: l'asse maggiore si dispone parallelamente alle curve di livello del pendio.

L'aggregazione di più unità avviene lungo l'asse longitudinale, serialmente o specularmente. La separazione degli ambienti ad uso residenziale dal fienile-stalla è messa in evidenza dalla variazione di altezza dei blocchi, dal sistema delle aperture e dalle finiture. In alcuni casi la separazione dei blocchi è evidenziata da un muro di spina che emerge oltre le falde della copertura.

L'asse del corpo scala è prevalentemente perpendicolare all'asse maggiore del fabbricato, nella zona centrale.

Il corpo del fienile è generalmente sovrapposto alla stalla.



Criteri di intervento per il recupero

Gli edifici in linea si prestano ad interventi di rifunzionalizzazione a destinazione residenziale.

Eventuali ampliamenti potrebbero essere realizzati lungo l'asse longitudinale seguendo lo sviluppo dell'impianto originale.

Gli interventi di recupero dovrebbero permettere la conservazione dell'impostazione strutturale e dei caratteri costruttivi propri dell'edificio, grazie all'utilizzo di materiali e tecnologie tradizionali.

La chiusura di volumi aperti deve permettere la leggibilità della funzione originale.

Si dovrebbero evitare modifiche nella posizione e nell'impianto della scala interna.

Potrebbero essere necessari interventi mirati a risanare gli edifici dall'umidità, con la realizzazione di vespai aerati, e ad attrezzare l'edificio con i servizi igienici.

Possono essere realizzati interventi di ottimizzazione energetica per migliorare il benessere interno.

Edifici a corpo legato o a "L"

Funzione originaria

funzioni principali dell'attività contadina: abitazione, fienile, stalla e cantina

Elementi caratterizzanti

- due corpi di fabbrica tra loro ortogonali
- muratura in laterizio a vista o intonacata
- copertura a due falde simmetriche

Descrizione

Gli edifici a corpo legato (o a "L") costituiscono una tipologia aggregativa diffusa nei territori collinari.

L'impianto planimetrico è ottenuto con due corpi di fabbrica tra loro ortogonali. La corte è esposta a sud e le pareti verticali che la costituiscono, riflettendo i raggi del sole, irradiano le parti aperte del fabbricato affacciate sull'aria.

Il lato lungo dell'impianto planimetrico è disposto parallelamente alle curve di livello ed ospita generalmente la stalla e il fienile. Il corpo di fabbrica secondario è caratterizzato da dimensioni minori e, utilizzando il dislivello del terreno, permette l'accesso diretto al primo piano e lo sfruttamento dei locali adibiti a cantina e deposito, seminterrati, con accesso dalla porzione di terreno a quota inferiore.

I due lati dell'impianto insediativo possono essere disgiunti e presentare profondità di manica diverse.

Quando uno dei due corpi di fabbrica è ritenuto non suscettibile di ampliamento, è previsto un terminale con copertura a padiglione.



Criteri di intervento per il recupero

Gli edifici in linea si prestano ad interventi di rifunzionalizzazione a destinazione residenziale.

Eventuali ampliamenti potrebbero essere realizzati seguendo lo sviluppo longitudinale dell'impianto originale; quando la morfologia a L è costituita da edifici separati, è possibile un ampliamento mediante il collegamento tra i due corpi di fabbrica. E' possibile un aumento della superficie utile, mediante il recupero delle strutture di servizio all'attività agricola, spesso caratterizzati da altezze in grado di consentire l'inserimento di soppalchi.

Gli interventi di recupero dovrebbero permettere la conservazione dell'impostazione strutturale e dei caratteri costruttivi propri dell'edificio grazie all'utilizzo di materiali e tecnologie tradizionali.

La chiusura di volumi aperti deve permettere la leggibilità della funzione originale.

Si dovrebbero evitare modifiche nella posizione e nell'impianto della scala interna.

Potrebbero essere necessari interventi mirati a risanare gli edifici dall'umidità, con la realizzazione di vespai aerati, e ad attrezzare l'edificio con i servizi igienici.

Possono essere realizzati interventi di ottimizzazione energetica per migliorare il benessere interno.

Edifici a corte aperta

Funzione originaria

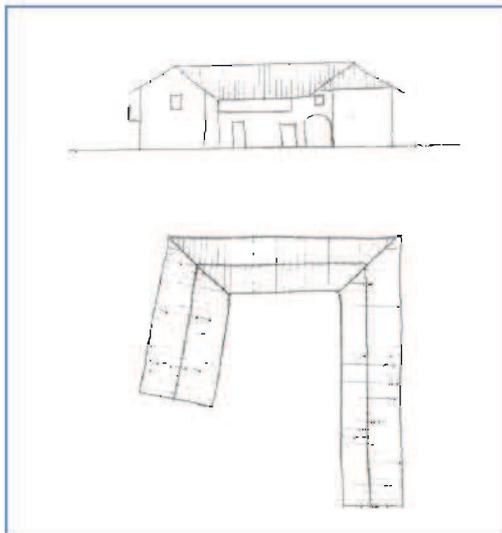
funzioni principali dell'attività contadina: abitazione, fienile, stalla e cantina

Elementi caratterizzanti

- corpi di fabbrica disposti secondo uno schema a C intorno ad un'aia centrale
- edificio residenziale con altezza maggiore rispetto ai fabbricati destinati all'attività agricola
- muratura in laterizio a vista o intonacata
- fronti sull'aia aperti e fronti esterni con poche aperture

Descrizione

Gli edifici a corte aperta costituiscono una tipologia insediativa poco diffusa nell'area collinare in esame. Sono complessi agricoli non riconducibili ad impianti originali; sorgono probabilmente come ampliamenti di impianti a stecca o a corpo legato. Al corpo centrale (a stecca) si affiancano due corpi di fabbrica, con rapporti dimensionali simili a quelli della tipologia a corpo legato, che raramente si chiudono sui quattro lati, formando la classica corte chiusa, tipica della pianura padana. L'edificio destinato ad uso residenziale è spesso più alto dei fabbricati di servizio all'attività agricola; è posizionato lateralmente o di testata; si differenzia per le finiture.



Criteria di intervento per il recupero

I complessi rurali a corte aperta si prestano ad interventi di rifunzionalizzazione a destinazione residenziale. Eventuali ampliamenti potrebbero essere realizzati mediante chiusura della corte con un edificio trasversale, nel rispetto delle regole compositive tipiche dell'insediamento. Gli interventi di recupero dovrebbero permettere la conservazione dell'impostazione strutturale e dei caratteri costruttivi propri dell'edificio, grazie all'utilizzo di materiali e tecnologie tradizionali. La chiusura di volumi aperti deve permettere la leggibilità della funzione originale. I collegamenti interni tra i diversi livelli devono essere preferibilmente realizzati mediante scale in legno. Potrebbero essere necessari interventi mirati a risanare gli edifici dall'umidità, con la realizzazione di vespai aerati, e ad attrezzare l'edificio con i servizi igienici. Possono essere realizzati interventi di ottimizzazione energetica per migliorare il benessere interno.

Fabbricati di servizio

Funzione originaria

fienile e stalla

Elementi caratterizzanti

- stalla al piano terreno
- fienile al piano superiore
- copertura sorretta da capriate appoggiate su grandi pilastri
- manto di copertura in coppi di laterizio o scaglie di pietra
- pilastri in pietra a spacco o in laterizio a vista

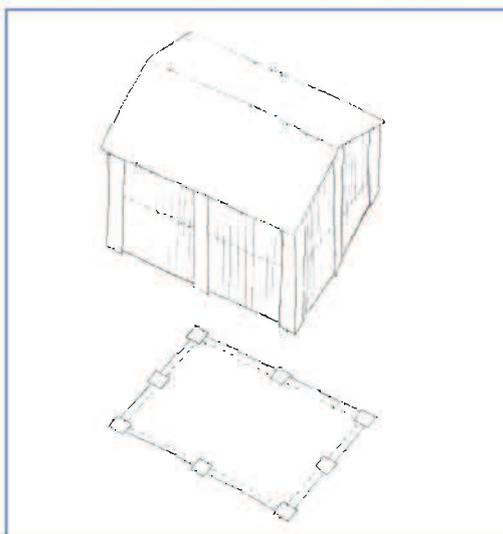
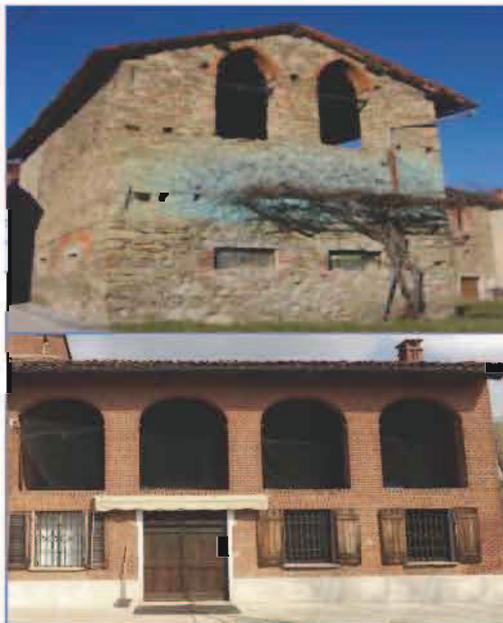
Descrizione

I fabbricati di servizio integrano comunemente in uno stesso volume la stalla, al piano terreno, ed il fienile, al piano superiore.

Possono presentarsi come fabbricati isolati o come parte di costruzioni di maggiori dimensioni.

La funzione del fabbricato è resa riconoscibile dalle caratteristiche aperture e dal rapporto tra pieni e vuoti.

Il volume della stalla è chiuso da pareti aerate da piccole aperture; il fienile è caratterizzato da ampie aperture, che permettono facilità di accesso e possibilità di aerazione naturale. Le aperture dei fienili sono talvolta completate da grigliati in mattoni o da paratie in assi di legno, a protezione dell'ambiente interno.



Criteri di intervento per il recupero

Gli interventi di recupero dei fabbricati di servizio richiedono particolare attenzione.

L'eventuale chiusura di volumi aperti deve permettere la leggibilità della funzione originale e mantenere la morfologia delle aperture ad arco esistenti.

Gli interventi di recupero dovrebbero permettere la conservazione dell'impostazione strutturale e dei caratteri costruttivi propri dell'edificio, grazie all'utilizzo di materiali e tecnologie tradizionali.

Si dovrebbero evitare modifiche nella posizione e nell'impianto della scala interna.

Potrebbero essere necessari interventi mirati a risanare gli edifici dall'umidità con la realizzazione di vespai aerati e ad attrezzare l'edificio con i servizi igienici.

Possono essere realizzati interventi di ottimizzazione energetica per migliorare il benessere interno.

Murature

Descrizione

Gli edifici rurali del territorio collinare astigiano presentano una tessitura muraria che varia in funzione dei materiali utilizzati, caratterizzando gli elementi costruttivi con forme e colori diversi nelle varie zone. Le apparecchiature murarie in pietra sono caratterizzate da corsi irregolari di elementi lapidei, con impiego di pietre squadrate di dimensioni maggiori per regolarizzare ed irrobustire gli spigoli. A partire dal '400 si diffonde l'impiego del mattone cotto e dei ciottoli di fiume; le murature sono realizzate in mattoni disposti per fasce miste di mattoni e ciottoli o per fasce omogenee con giunti di calce. Le strutture portanti verticali in muratura di mattoni hanno spessore variabile in funzione del carico trasmesso dai solai e dalla copertura.

Materiali impiegati

Le murature portanti sono realizzate con:

- laterizi, per la presenza sul luogo di fornaci,
- elementi lapidei di forma e dimensioni irregolari, o
- pietre di diversa pezzatura miste a elementi di laterizio.

Le murature sono talvolta rivestite con intonaci a base di calce aerea piuttosto povera e inerti di granulometria e natura variabili, colorati in pasta con terre naturali.



Degrado

Si possono manifestare:

- fenomeni di dissesto strutturale, quali lesioni, fratture
- degradi a livello superficiale, quali erosione, mancanze, fratture
- patine biologiche
- attacchi da vegetazione infestante
- distacchi degli intonaci
- fenomeni di umidità di risalita

Criteri generali di intervento

Gli interventi devono rispettare la consistenza, la morfologia e le stratificazioni costruttive dell'edificio. Eventuali elementi singolari presenti nelle murature, anche se non più utilizzati, devono essere conservati. Si devono privilegiare gli interventi che conservano le superfici delle murature nel loro stato attuale.

Interventi "compatibili"

- Pulitura superficiale delle murature
- Risarcitura e stilatura dei giunti di malta con materiali di natura, colore e forma analoghi a quelli esistenti
- Rifacimento di intonaci con malta di composizione compatibile con quella esistente

Interventi "non compatibili"

- Rifacimento di intonaci con malta a base cementizia
- Finitura ad intonaco di murature a faccia vista
- Coloritura di intonaci, nuovi o esistenti, con prodotti a base plastica e sintetica

Coperture

Descrizione

Gli edifici rurali del territorio collinare astigiano presentano coperture generalmente a due falde, con struttura portante lignea e manti di copertura realizzati con materiali e tecnologie diverse, in funzione del materiale disponibile in loco e della cultura costruttiva locale. Le travi portanti sono posate senza particolare manodopera (uso Trieste) e spesso presentano passafuori lavorati con taglio curvo della testata nella parte terminale a vista. Alle soluzioni tradizionali si affiancano soluzioni risultanti da recenti sostituzioni, costituite da manti in lamiera.

La pendenza delle falde varia in relazione al tipo di manto.

Nel caso di elementi in pietra, stabilizzati dal proprio peso, sono presenti strutture lignee di sostegno molto resistenti, con elementi di sezione notevole; la pendenza delle falde è lieve, per impedire lo slittamento delle lastre.

Materiali impiegati

Per il manto di protezione si utilizzano:

- lose di pietra locale scistosa, disposti in più strati, o
- elementi di laterizio (coppi o marsigliesi).

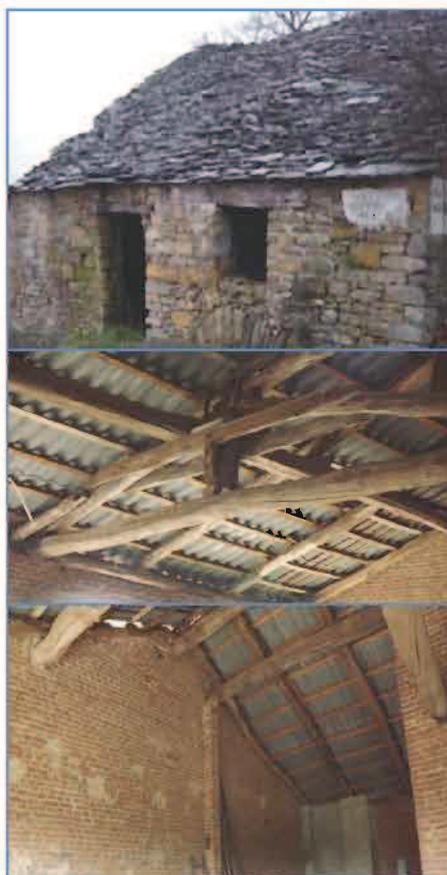
La struttura portante è sempre in legno (abete o larice).

L'orditura principale è:

- costituita da capriate o
- realizzata con trave di colmo incastrata nei muri di testa e in quelli trasversali interni dei corpi di fabbrica, cui si appoggiano gli elementi longitudinali (terzere).

L'orditura secondaria varia in funzione del manto di copertura:

- listelli o tavolati per i coppi e le lose,
- correntini per le tegole marsigliesi.



Degrado

I fenomeni di degrado delle coperture sono dovuti prevalentemente alla mancanza di manutenzione periodica.

Rotture, lacune o sconessioni nel manto permettono infiltrazioni di acqua, con conseguenti fenomeni di degrado della struttura lignea di sostegno.

La linea di gronda e le connessioni tra la muratura e la struttura lignea costituiscono i punti critici per l'avvio e l'evoluzione dei fenomeni di degrado.

Criteri generali di intervento

Gli interventi di risanamento e recupero delle strutture di copertura sono spesso orientati a garantire requisiti diversi da quelli assolti originariamente, come l'isolamento termico, la tenuta all'aria e all'acqua; devono permettere di limitare le dispersioni di calore e contenere i consumi energetici.

Gli interventi sulle coperture devono sempre prevedere periodiche operazioni di manutenzione in futuro.

Interventi "compatibili"

- Sostituzione di elementi del manto di copertura o della struttura di sostegno con materiali di analoga natura, forma e dimensione
- Inserimento all'intradosso di strati isolanti e in grado di migliorare le prestazioni di tenuta all'acqua, rispettando le strutture esistenti
- Eventuale nuova realizzazione di coperture con strutture lignee di sostegno, nel rispetto delle tipologie proprie della zona

Interventi "non compatibili"

- Sostituzione globale di manti di copertura in pietra o in coppi di laterizio con elementi e materiali diversi da quelli propri della tradizione costruttiva del luogo
- Cambiamento dell'inclinazione delle falde
- Variazione della geometria della copertura e delle sue dimensioni

Solai

Descrizione

Gli orizzontamenti intermedi degli edifici rurali del territorio collinare astigiano sono generalmente costituiti da solai in legno. La travatura portante è alloggiata nella muratura e comunemente poggia su lastre di pietra, che hanno lo scopo di isolare l'elemento ligneo dall'umidità presente nella parete e di ripartirne il carico. Sono presenti solai interpiano con tavolato, realizzato con assi segate a mano, fissate alle travi per mezzo di connettori in legno.

In alcuni edifici sono presenti solai intermedi voltati, costituiti da travi in legno sagomate o putrelle in ferro e voltine in mattoni, disposti in foglio, lasciati a vista negli ambienti di minor pregio e intonacati nella zona abitata. L'estradosso delle voltine è spianato con legante misto a pietrisco; il piano di calpestio è rivestito con mattonelle in cotto.



Materiali impiegati

Per i sistemi di orizzontamento si utilizzano:

- travi portanti in legno, incastrate nelle murature, o
- voltine in mattoni, disposti in foglio.

Il piano di calpestio è realizzato con:

- tavolato in legno, singolo o doppio, o
- mattonelle in cotto.

Degrado

Si possono manifestare:

- marcescenza, in corrispondenza delle teste delle travi, dovuta alla presenza di umidità
- inflessioni e rotture nei tavolati, dovute a problemi di sovraccarico o a dissesti generali della costruzione
- attacco di agenti biologici
- erosione dei giunti tra i mattoni delle voltine.

Criteri generali di intervento

Sono spesso necessari interventi per assicurare la sicurezza e per regolarizzare il piano di calpestio, quali il rinforzo globale o puntuale degli elementi strutturali e la sostituzione di elementi fortemente degradati.

Tutti gli interventi devono conservare la struttura originaria, in quanto caratterizzante l'ambito territoriale.

Interventi "compatibili"

- Rinforzo con tecnologie che prevedono l'utilizzo di elementi in legno
- Sostituzione di elementi degradati con altri in legno dello stesso tipo
- Rinforzo attraverso la realizzazione di un nuovo tavolato ad orditura incrociata rispetto a quella del tavolato esistente
- Trattamenti di protezione degli elementi lignei

Interventi "non compatibili"

- Sostituzione di elementi degradati con altri in calcestruzzo armato gettato in opera o prefabbricati
- Sostituzione dei solai lignei esistenti con solai in laterocemento o in calcestruzzo armato

Aperture

Descrizione

Le aperture sono di vario tipo e dipendono dal corpo a cui appartengono, piuttosto che dalla funzione che svolgono. Nelle abitazioni assicurano l'illuminazione naturale interna e non sono studiate per dare un ordine in facciata; nei fienili sono inserite per garantire una adeguata aerazione; nelle ville padronali seguono un preciso disegno estetico.

Gli edifici rurali del territorio collinare astigiano presentano una tipologia ricorrente di "aperture", caratterizzata dalla presenza di un arco realizzato in mattoni, lasciato a vista o con rifinitura ad intonaco. L'arco ha generalmente sesto ribassato ed è diffuso tra le aperture dei fienili.

In alcuni casi i contorni delle aperture sono riquadrati con intonaco steso sulla muratura a vista della parete.

Materiali impiegati

Per la chiusura superiore delle aperture si utilizzano:

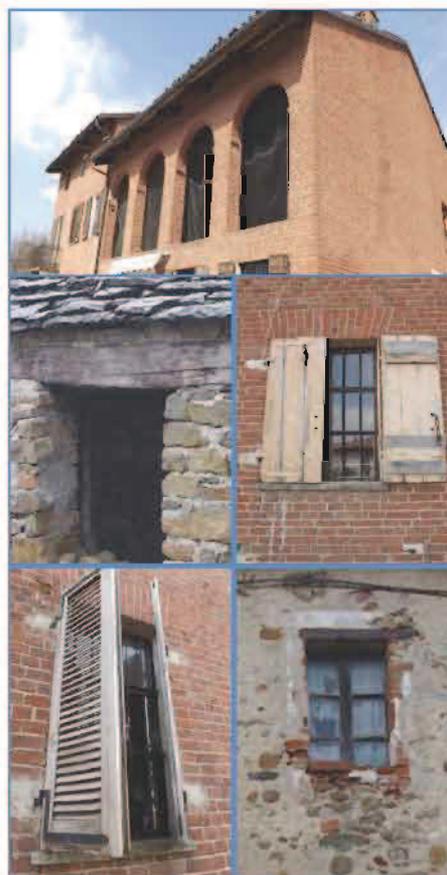
- laterizi, disposti in piattabande, archi o voltini,
- travetti in legno, affiancati e lasciati a vista o
- pietra monolitica.

Spalle e mazzette delle aperture sono realizzate con:

- mattoni pieni, disposti in modo più o meno regolare o
- blocchi di pietra di forma regolare e di dimensioni maggiori rispetto a quelli della tessitura muraria.

I davanzali, comunemente sporgenti rispetto alla parete, sono realizzati con:

- laterizi, disposti di piatto o di coltello o
- lastre di pietra.



Degrado

Si possono manifestare:

- rotture o deformazioni di architravi, soglie, stipiti, per problemi di carattere strutturale
- rotture e distacchi localizzati dei davanzali in laterizio e degli stipiti
- fessurazioni e distacchi delle aperture inserite in pareti intonacate o con cornici a intonaco
- marcescenza degli elementi in legno nelle parti a contatto con la muratura

Criteri generali di intervento

Gli interventi devono rispettare la composizione di facciata, evitare l'ampliamento delle bucatre e limitare la realizzazione di nuove aperture sui fronti.

Nel caso di inserimento di nuove aperture (necessarie per requisiti di illuminazione naturale degli ambienti interni) le dimensioni devono essere analoghe a quelle delle bucatre esistenti e la disposizione deve rispettare gli allineamenti verticali e orizzontali esistenti sul fronte.

Interventi "compatibili"

- Sostituzione di elementi degradati con altri analoghi per materiale, forma e dimensioni
- Riparazione e consolidamento degli elementi di orizzontamento superiore, con elementi in legno, pietra o mattoni
- Inserimento, solo per ragioni funzionali o igieniche, di nuove aperture

Interventi "non compatibili"

- Sostituzione di elementi degradati con altri di materiale, forma e dimensioni diversi da quelli delle aperture esistenti
- Modifica della forma e delle dimensioni delle bucatre, con allargamento laterale
- Modifica delle dimensioni delle aperture in altezza, con rimozione degli orizzontamenti esistenti e di porzioni di muratura sovrastante.

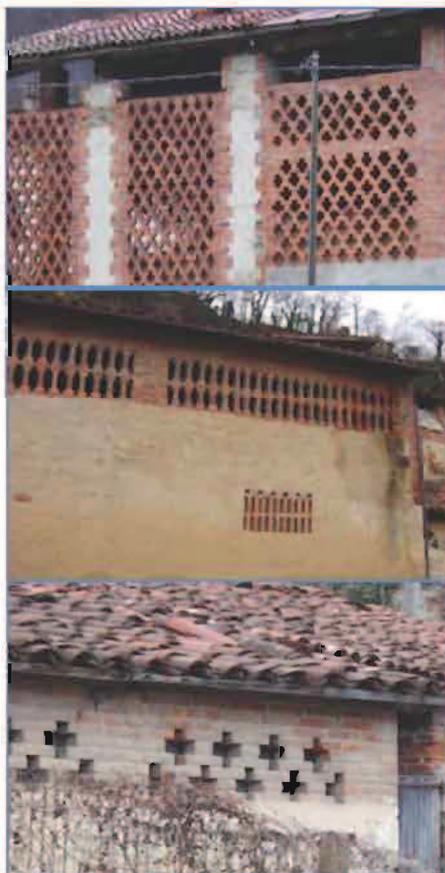
Muri grigliati

Descrizione

Nel territorio collinare astigiano sono frequentemente presenti pareti di tamponamento dei fienili realizzate con muri grigliati. Sono pareti traforate, leggere, che hanno la funzione di garantire la ventilazione e la parziale illuminazione degli ambienti destinati a fienile. L'apparecchiatura dei laterizi consente di ottenere muri grigliati diversamente traforati, con effetti decorativi, con prevalenza di vuoti o di pieni.

Materiali impiegati

I muri grigliati sono realizzati con mattoni pieni di fornace. Per la connessione tra gli elementi è utilizzata malta di calce aerea.



Degrado

- Si possono manifestare:
- mancanza di elementi, soprattutto quando le superfici di contatto tra gli elementi sono molto ridotte
 - discontinuità tra il muro grigliato e i sostegni verticali entro i quali è racchiuso
 - presenza di vegetazione infestante
 - presenza di depositi di guano, dovuta alla dimensione di alcuni tipi di foratura che favorisce la nidificazione dei volatili

Criteri generali di intervento

Gli interventi devono attenersi alle regole compositive del muro esistente, utilizzando elementi di dimensione, forma e finitura simili a quelli esistenti e malte bastarde con colore e consistenza simile a quella esistente. Nel caso di realizzazione di nuovi muri grigliati devono essere impiegati mattoni pieni ed evitati elementi speciali, estranei alla tradizione locale.

Interventi "compatibili"

- Sostituzione di elementi mancanti o sconnessi, con elementi dello stesso tipo, rispettando le regole di composizione della parete, utilizzando malta bastarda dello stesso colore di quella esistente
- Pulitura delle aperture e della superficie da depositi e da vegetazione infestante

Interventi "non compatibili"

- Integrazioni con elementi speciali prefabbricati o con mattoni diversi da quelli esistenti
- Rifacimenti parziali con disposizione dei mattoni diversa da quella esistente
- Tamponamento delle aperture dei muri grigliati
- Realizzazione di aperture entro i muri grigliati esistenti

Abitazione rurale

Descrizione

L'abitazione rurale costituisce il cuore del complesso architettonico delle cascine. Il fabbricato è generalmente costituito da due piani fuori terra. Il piano interrato o seminterrato è occupato dalla cantina, che, in assenza di altri spazi dedicati, è utilizzata per la conservazione di prodotti alimentari, grazie alle sue favorevoli caratteristiche termo-igrometriche. Il sottotetto, qualora abitabile, è accessibile tramite vano scala di idonea altezza.

Organizzazione degli spazi

Cantina	E' lo spazio adibito alla produzione ed alla conservazione del vino. Talvolta una parte della cantina può essere utilizzata per la produzione del formaggio o può servire alla conservazione di alcuni tipi di alimenti che hanno la necessità di essere conservati in luoghi particolarmente freschi.	Piano interrato o seminterrato. La cantina può essere presente al piano terreno, a nord, se la conformazione del terreno garantisce i lati retrostanti contro terra. Attività: produzione, lavorazione e stoccaggio del vino
Cucina	Riveste un ruolo centrale e importante della vita contadina, essendo uno dei luoghi maggiormente sfruttati dell'abitazione. Fondamentale la presenza di un focolare o di una stufa attrezzata per la preparazione dei cibi.	Piano terra. Solitamente esposta a sud. Talvolta costituisce lo spazio adiacente la stalla, al fine di sfruttare il calore prodotto dagli animali. Attività: cucinare, consumare i pasti, attività conviviale e quotidiana
Dispensa	Rappresenta un vano funzionale all'attività domestica, generalmente posto in posizione retrostante rispetto all'abitazione e in diretto collegamento con la cucina.	Piano terra Attività: stoccaggio di prodotti alimentari
Sala	Rappresenta lo spazio destinato ai momenti di convivialità, solitamente posto in collegamento o in vicinanza della cucina.	Piano terra. Con esposizione a sud. Attività: consumare i pasti, ricevimento ospiti, feste
Camere da letto	Sono ambienti riscaldati da stufe o da camini. Nell'abitazione sono spesso presenti più camini, sovrapposti nei vari piani in modo da poter utilizzare le stesse canne fumarie.	Piano primo Attività: dormire
Camere	Rappresentano i locali in cui si eseguono talvolta lavori di sartoria o occasionalmente utilizzati per la conservazione di alimenti particolari (frutta, formaggi o salumi) che necessitano di ambienti asciutti.	Piano primo Attività: piccole attività produttive o stoccaggio di alimenti
Magazzino	E' generalmente uno spazio non collegato all'abitazione con una scala interna; è accessibile dall'esterno, solitamente con una scala a pioli. E' utilizzato per la conservazione di prodotti destinati all'uso familiare.	Sottotetto Attività: stoccaggio di frutta fresca (mele, pere) per il periodo invernale o di frutta secca (noci, nocciole)

Abitazione rurale

Organizzazione degli spazi

Cortile / aia	E' lo spazio immediatamente adiacente al perimetro frontale dell'abitazione, realizzato in terra battuta talvolta mista a ghiaia. Costituisce uno spazio polifunzionale, di grande importanza per le attività produttive. Costituisce, inoltre, uno spazio per la manovra e la gestione di attrezzi, carri, strumenti atti alla produzione sia a mezzo animale che a motore.	Spazi esterni Attività: trebbiatura del grano, sfogliatura del mais, essiccazione di particolari prodotti (es. legumi)
Bagni/ lavatoi	Sono spazi di utilizzo comune e, a causa della mancanza di acqua corrente, sono collocati all'esterno dell'abitazione, solitamente nella parte retrostante.	Spazi esterni Attività: lavare
Ghiacciaia	E' costituita da un vano di forma circolare o ovale, in cui si raccoglie la neve nei mesi invernali, successivamente pressata per resistere da una stagione invernale a quella successiva.	Spazi esterni Attività: stoccaggio di cibo durante i caldi mesi estivi
Forno	Costituisce, insieme alla ghiacciaia, il simbolo dell'autosufficienza della cascina. Ha una posizione centrale, in prossimità della casa rurale. E' corredato da un camino, spesso in comunicazione diretta con la cucina.	Spazi esterni Attività: produzione alimentare
Pozzi/ cisterne	Sono comunemente realizzati in prossimità dell'abitazione, affinché l'acqua sia immediatamente fruibile. Hanno una profondità media di 10 m e sono rivestiti di mattoni. Il corpo del pozzo si sviluppa fuori terra per circa un metro e nella parte sovrastante è realizzata una struttura lignea su cui è montata una carrucola per la movimentazione del secchio. La presenza dell'acqua è garantita da una sorgente naturale o dalla raccolta dell'acqua piovana.	Spazi esterni Attività: approvvigionamento di acqua, da sorgente o piovana
Orto/ frutteto	In prossimità del cortile e dell'edificio adibito ad abitazione sono presenti un orto ed un frutteto per la produzione destinata alla famiglia residente.	Spazi esterni Attività: produzione ad uso proprio

Stalla / Fienile

Descrizione

La configurazione tipica di queste due unità è costituita da una piccola stalla al piano terra e dal fienile al piano superiore, con un possibile orizzontamento intermedio in legno.

Una variante prevede il fienile sopra il portico, un corpo di fabbrica aperto sul lato frontale e usato come ricovero attrezzi o come ricovero per gli animali da cortile.

Il fronte primario è costituito da una muratura in mattoni a vista; il fronte secondario è generalmente privo di aperture.

Organizzazione degli spazi

Stalla	<p>Ha pianta rettangolare allungata e altezza di circa 3,50 m. Il fronte verso nord è spesso privo di aperture; eventuali aperture sul fronte nord sono di ridotte dimensioni, posizionate a circa 2,5 m di altezza per l'aerazione dei locali. Sul fronte sud sono presenti il portone di ingresso e aperture rettangolari o quadrate, poste sempre alla stessa altezza.</p> <p>E' norma separare le diverse tipologie di animali, principalmente per evitare la trasmissione di malattie. E' quindi possibile trovare, in funzione della dimensione e della produzione della cascina, più locali adibiti al ricovero degli animali, in corpi separati o in un unico corpo, con adeguate partizioni.</p>	<p>Piano terra. E' orientata in modo da non essere troppo fredda in inverno o troppo calda in estate.</p> <p>Attività: ricovero animali da lavoro, ricovero animali per la produzione di latte e carne</p>
Fienile	<p>E' sempre posto ad una quota rialzata, lontano dall'umidità del terreno, al riparo di una tettoia per proteggere il fieno dalle intemperie. In manufatti di grandi dimensioni, sono presenti muri tagliafuoco, necessari per compartimentare gli spazi, in caso di incendio. Un'apertura posta all'estradosso della volta del solaio permette di smistare il fieno direttamente nella stalla.</p>	<p>Piano primo</p> <p>Attività: stoccaggio del fieno</p>

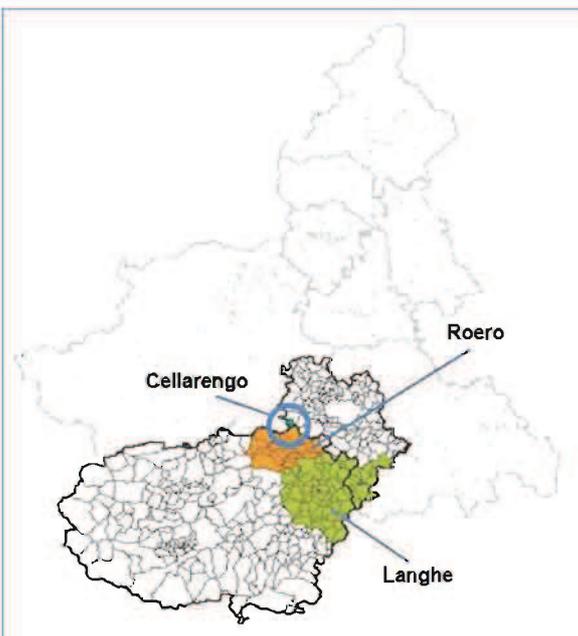
Area di intervento: Cellarengo (AT)

Descrizione

Il territorio di Cellarengo è situato in una posizione di confine, tra il territorio di pianura e le due realtà di grandissimo valore del panorama piemontese: le Langhe e il Roero.

Alla sinistra orografica del fiume Tanaro, a nord-ovest di Alba, il Roero è la culla ideale per una viticoltura di qualità: dagli anni Ottanta possiede la denominazione di origine controllata "Roero". A fine dicembre 2004, la spiccata vocazione ambientale per la viticoltura di qualità e l'elevato livello di gradevolezza dei vini prodotti sono valse a questo territorio ed ai suoi vini la DOCG, Denominazione di Origine Controllata e Garantita.

Le Langhe sono una regione storica del Piemonte situata a cavallo delle province di Asti e di Cuneo, costituita da un esteso sistema collinare definito dal corso dei fiumi Tanaro, Belbo, Bormida di Millesimo e Bormida di Spigno. La zona si distingue per la sua rinomata produzione vinicola.



Attività agricole prevalenti

Viticultura intensiva	Fascia altimetrica	100 - 300 m
	Pendenze	da debole (< 20%) a forte (> 40%)
	Terreno	suoli sabbiosi e suoli marnosi
	Esposizione	Est - Sud - Ovest
<p>La superficie coltivata a vite dell'area di intervento rappresenta circa il 30% di quella agraria totale e circa il 17% dell'intero territorio provinciale.</p> <p>I vitigni maggiormente coltivati sono il Barbera e il Moscato Bianco. Sono presenti altri vitigni, che occupano il 33% della superficie agricola destinata alla vite: Freisa, Nebbiolo, Slarina Cellarina.</p> <p>Sono presenti esemplari sparsi ad alto fusto di farnia, robinia e rari cedui di castagno, rovere e roverella.</p>		
Viticultura mista	Fascia altimetrica	100 - 400 m
	Pendenze	da debole (< 20%) a forte (> 40%)
	Terreno	suoli sabbiosi e suoli marnosi
	Esposizione	Prevalente Sud
<p>Le zone a viticultura mista presentano una orografia più accidentata e versanti con maggiori dislivelli, rispetto a quelle a coltura intensiva.</p> <p>Sono presenti vigneti di dimensioni ridotte, che si alternano con boschi e seminativi. Si coltiva la vite per produrre vini DOC e DOCG, quali Brachetto d'Acqui e Malvasia.</p> <p>Nelle giaciture meno favorevoli, il ceduo di robinia si estende a discapito dei vigneti.</p>		

A06

Attività agricole

2

Area di intervento: Cellarengo (AT)

Attività agricole prevalenti

Cerealicoltura	Fascia altimetrica	100 - 300 m
	Pendenze	lievi pendenze
	Terreno	suoli con tessitura limosa o sabbiosa
	Esposizione	Prevalente Sud
	<p>La maggior parte della superficie agraria è coltivata a seminativi e colture foraggere. Le parti di territorio meno acclivi ed i suoli fertili consentono lo sviluppo delle colture annuali estensive. Le colture prevalenti sono quelle cerealicole: mais, frumento tenero e orzo. Avena, segale e frumento duro rivestono minore importanza. Sensibilmente ridotte le coltivazioni di colza e barbabietola da zucchero.</p> <p>Il bosco è presente solo negli impluvi e nelle zone con maggiore acclività. Sono presenti specie legnose di pregio.</p>	
Prati e pascoli	Fascia altimetrica	150 - 700 m
	Pendenze	accentuate
	Terreno	suoli pietrosi e rocciosi
	Esposizione	Prevalente Nord
	<p>Le zone meno esposte sono escluse alla viticoltura di pregio e sono caratterizzate dalla presenza di prati e pascoli. Le superfici destinate a prati e pascoli sono strettamente legate alla zootecnia: bovini, nelle zone di media collina, e caprini e ovini nell'alta collina. L'allevamento dei bovini, per la produzione di carne e più limitatamente di latte, impone una intensificazione colturale: sono diffusi i seminativi quali mais da foraggio e orzo, alternati a colture prative.</p> <p>Sono presenti cedui di roverella, castagno e rovere.</p>	
Pioppicoltura	Fascia altimetrica	100 - 300 m
	Pendenze	lievi pendenze
	Terreno	suoli adatti per un'ampia scelta di colture agrarie
	Esposizione	Sud - Est - Ovest
	<p>Le sponde dei fiumi Tanaro, Belbo e Bormida sono caratterizzate da suoli poco profondi con presenza di ghiaie in prossimità della superficie. Queste tipologie di suolo permettono lo sviluppo della pioppicoltura e del bosco di ripa.</p> <p>Il legname ottenuto è destinato prevalentemente alla produzione di cellulosa e all'industria del mobile. Sono presenti specie legnose di pregio, come il pioppo di ripa.</p>	

Area di intervento: Cellarengo (AT)

Attività agricole prevalenti

Corilicoltura e Frutticoltura	Fascia altimetrica	100 - 500 m
	Pendenze	da debole (< 5%) a forte (> 30%)
	Terreno	suoli con tessitura sabbiosa
	Esposizione	Anche esposizione a Nord (per i corileti)
	<p>La corilicoltura (coltura del nocciolo) è presente nelle zone meno esposte, non particolarmente adatte alla viticoltura di qualità. La superficie coltivata a nocciole rappresenta il 20% della produzione regionale. La nocciola "tonda gentile delle Langhe" nel 1993 ha acquisito indicazione geografica protetta.</p> <p>La frutticoltura è complessivamente secondaria rispetto alla viticoltura. Tra i frutti carnosì sono diffusi il melo, il pero ed il pesco.</p>	
Selvicoltura	Fascia altimetrica	150 - 700 m
	Pendenze	accentuate
	Terreno	suoli pietrosi e rocciosi
	Esposizione	Prevalente Nord e versanti meno soleggiati
	<p>Le zone in cui la meccanizzazione e l'irrigazione sono più difficoltose risultano meno adatte per gli impieghi agricoli intensivi.</p> <p>La superficie boschiva rappresenta circa il 20% di quella agraria totale e si concentra nelle alte dorsali collinari.</p> <p>Sono presenti cedui di latifoglie, di castagno, di roverella e di rovere.</p>	

E01

Anagrafica edificio

1

Dati identificativi edificio

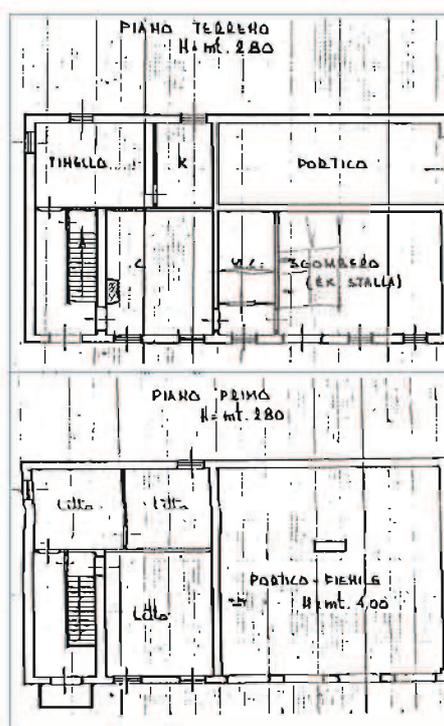
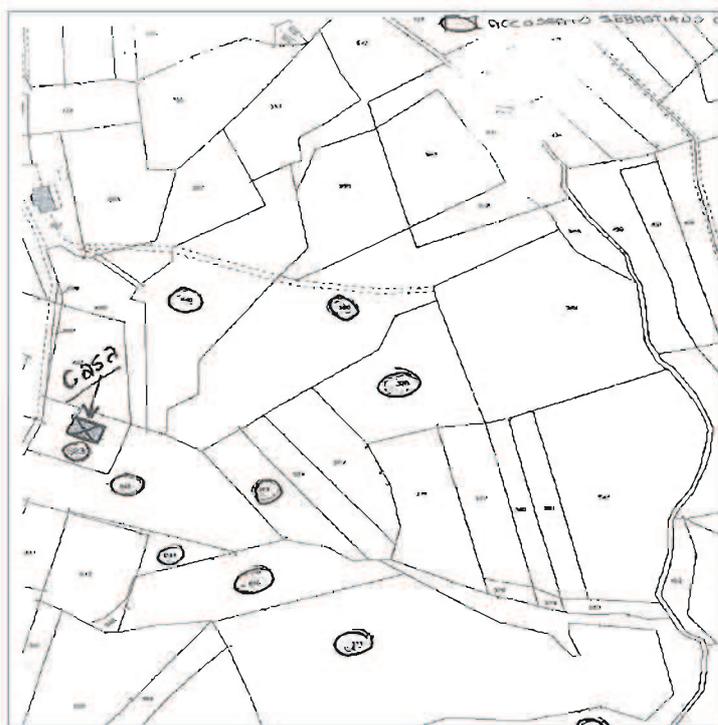
Denominazione	Ca Rusa
Comune	Cellarengo
Provincia	Asti
Anno di costruzione	1928
Dati catastali	Foglio 10 Particelle 523, 842, 844, 845

Dati dimensionali

Superficie coperta	191 m ²
Superficie annessa	32.940 m ²

Altre informazioni

Proprietà	Privata
Esistenza vincoli	No
Stato di conservazione	Medio



ANALISI EDIFICIO

Dati dimensionali

Rilievo

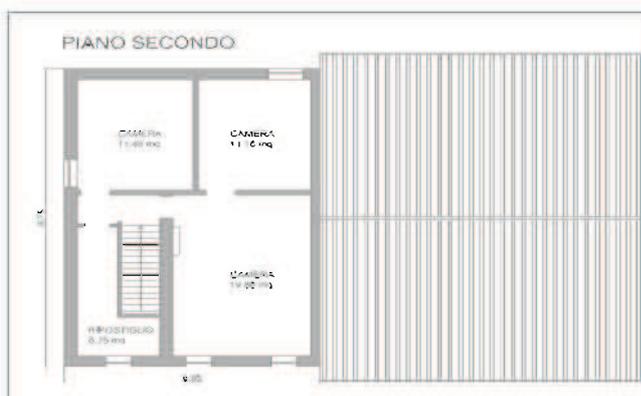
Piano terra	Vano	Dimensioni
	Soggiorno	19,80 m ²
	Cucina	7,30 m ²
	Tinello	15,30 m ²
	Bagno	9,05 m ²
	Portico	27,80 m ²
	Ex-stalla	30,60 m ²



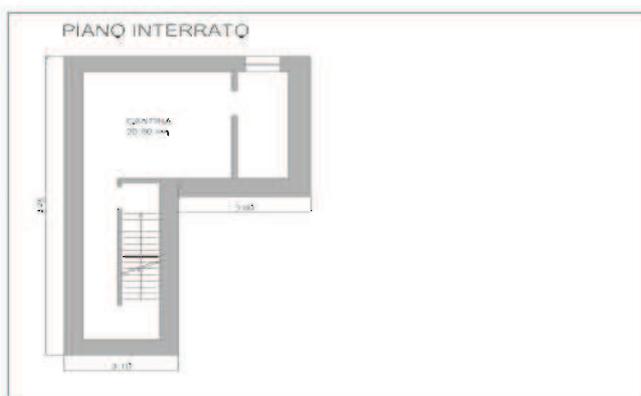
Piano primo	Vano	Dimensioni
	Camera	19,80 m ²
	Camera	11,10 m ²
	Camera	11,45 m ²
	Fienile	71,50 m ²



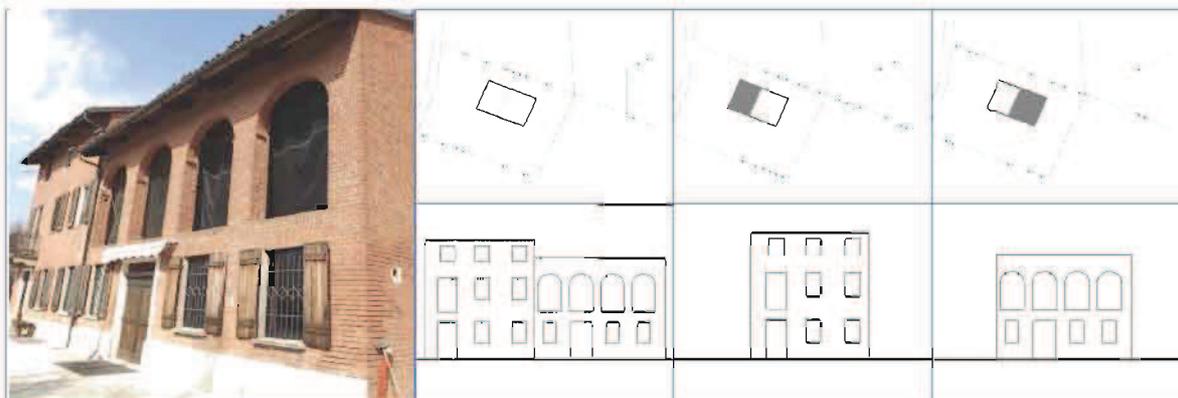
Piano secondo	Vano	Dimensioni
	Camera	19,80 m ²
	Camera	11,10 m ²
	Camera	11,45 m ²
Ripostiglio	6,05 m ²	



Piano interrato	Vano	Dimensioni
	Cantina	25,80 m ²



Sintesi caratteristiche morfologiche



		Dati complessivi	Scomposizione funzionale							
Generalità	Destinazione d'uso originaria	Edificio rurale	Abitazione				Stalla/Fienile			
	Attuale destinazione d'uso	Edificio rurale	Abitazione				Deposito			
	Superficie totale calpestabile	300 m ²	160 m ²				140 m ²			
	Altezza netta interna	min 2,8 m / max 4,0 m	2,8 m				PT 2,8 m / 1P 4,0 m			
	Cubatura	1000 m ³	420 m ³				580 m ³			
Volumetria	Sviluppo verticale									
	Percorsi	Flussi verticali: prevalentemente su due livelli								
Aperture	Orientamento		NE	NO	SE	SO	NE	NO	SE	SO
	Quantità e localizzazione nella parete									
			 2P1	 1P1 1P2		 2P1 1P1				
	Superficie verticale totale	400 m ²	190 m ²				210 m ²			
	Superficie verticale trasparente	57 m ²	26 m ²				31 m ²			
	Superficie verticale opaca	343 m ²	164 m ²				179 m ²			
Sup. trasparente/Sup. opaca	0,14 (14%)	0,14 (14%)				0,15 (15%)				

Caratteristiche architettoniche

La cascina "Ca Rusa" presenta i caratteri del fabbricato rurale piemontese, con tipologia a stecca: al corpo di fabbrica adibito ad abitazione, di tre piani fuori terra, si affianca il corpo della stalla-fienile, con magazzino/portico retrostante, avente altezza minore (di circa 1.5 m) e stessa manica.

Le dimensioni sono di circa 10 m per la manica e di 15 m per l'intera lunghezza della cascina.

Nella "Ca Rusa" è possibile riscontrare i caratteri dell'abitazione rurale pregevolmente integrati fra la parte ad uso rurale (corpo stalla e fienile) e la parte abitativa.

La cascina riprende le sapienti regole di progettazione dell'architettura rurale: in base alle dinamiche energetiche presenti nel luogo, la direzione prevalente dei venti e la radiazione solare, sono scelti l'orientamento, le tecnologie, i materiali e le loro associazioni. Come nell'architettura del passato, l'involucro è capace di termoregolarsi grazie alla densità e alla capacità termica dei materiali che captano, accumulano, conservano e restituiscono l'energia termica immagazzinata. Gli spessi muri, composti da materiali naturali traspiranti, rispondono alle esigenze di benessere abitativo, creando un clima salutare e consentendo alle pareti di avere una spontanea regolazione della temperatura e dell'umidità interna. Il fronte esposto a nord presenta poche aperture mentre il fronte esposto a sud ha un numero maggiore di aperture per lasciar passare più luce e maggiore radiazione solare, soprattutto in inverno, massimizzando i benefici del sole.

Abitazione

La parte della cascina ad uso abitazione è costituita da un corpo di fabbrica piuttosto compatto.

La distribuzione interna degli spazi si configura in maniera tipica per edifici di questo tipo: a sud si collocano l'ingresso, che mette in comunicazione la cucina con la sala, e il vano scala, che serve i tre piani compresa la cantina posta nel piano interrato.

Al piano terreno sono ubicate una cucina con annesso tinello, nella parte nord, e una sala con camino nella parte a sud, da cui attualmente si può accedere alla ex-stalla, nella quale sono stati ricavati servizi igienici e un'ulteriore sala. Originariamente la parte di edificio destinata ad abitazione era separata dalla stalla e non erano presenti servizi igienici.

Al primo piano sono presenti tre camere, di cui la principale esposta a sud e le altre due con esposizione nord e nord-ovest. Al secondo piano, nel sottotetto, originariamente utilizzato per la conservazione di frutta, grano e cereali, sono stati realizzati tre locali.

Rustico

Nella parte adiacente l'abitazione, si trova il fabbricato originariamente adibito a stalla con soprastante fienile. Nella parte retrostante è il portico, ora chiuso e adibito ad uso magazzino.

La stalla presenta aperture particolarmente coerenti con la facciata: le aperture del fronte principale hanno le stesse dimensioni di quelle della parte civile; il portone ha dimensione maggiore, per consentire il passaggio degli animali. Il fronte opposto è cieco.

La dimensione della stalla, circa 40 m², poteva ospitare circa 5 bovini. Per quanto riguarda le aperture, sono presenti una finestra nella parte adiacente l'abitazione, l'imponente portone in legno con struttura in ferro e altre due aperture a completare la facciata del fabbricato.

Il volume presenta una prevalenza di vuoti, scanditi dai pilastri del fienile.

I pilastri del fienile, in mattoni, si integrano nel corpo della stalla sottostante. Elemento distintivo è rappresentato dagli archi a tutto sesto, realizzati con particolare cura.

Nel fienile un'imponente capriata, eseguita in maniera rustica e con travi appena sbazzate, si appoggia sul pilastro centrale della campata principale e su quello posto in posizione centrale al fabbricato, eseguito in muratura faccia vista.

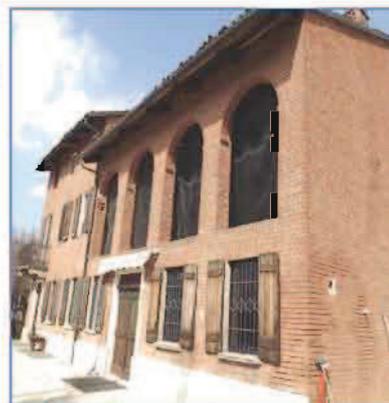
Spazi esterni

Di fronte all'abitazione è presente la cisterna di raccolta dell'acqua coeva alla costruzione della casa.

Muratura

Descrizione

La struttura portante della cascina "Ca Rusa" è realizzata in muratura di mattoni pieni a tre teste faccia a vista. La parte bassa della parete verticale esterna del fronte principale, sia della parte destinata ad abitazione sia della parte a rustico, è finita con una zoccolatura, realizzata sia per ragioni compositive sia per offrire maggiore protezione alla facciata dal dilavamento causato dalle acque meteoriche. È costituita da una fascia in rilievo, realizzata con intonaco e tinteggiata. La zoccolatura non è presente nei restanti fronti.



Materiali impiegati

Le murature portanti sono realizzate con laterizi. Tutti i fronti sono in mattone faccia a vista, senza rivestimento ad intonaco. E' presente una zoccolatura realizzata con intonaco sul fronte principale.

Copertura

Descrizione

La copertura originaria è realizzata con struttura lignea e manto di laterizi disposti su due strati: nello strato inferiore i coppi sono posati con la concavità verso l'alto e la forma troncoconica con il lato maggiore verso l'alto; il secondo strato è sovrapposto al primo e presenta coppi con la concavità verso il basso e la forma troncoconica con il lato maggiore verso il basso, in modo da coprire con continuità tutta la superficie del tetto. La struttura portante della copertura dell'abitazione è realizzata con trave di colmo sui setti in muratura e puntoni che poggiano sulla trave centrale e sui muri di spina perimetrali con soprastanti terzere ortogonali. La struttura della copertura del fienile è realizzata con capriate, eseguite con travi appena sbazzate.



Materiali impiegati

La struttura portante è in legno. L'orditura principale è:

- costituita da capriate, nel fienile
- realizzata con trave di colmo incastrata nei muri di testa e in quelli trasversali interni dei corpi di fabbrica, cui si appoggiano gli elementi longitudinali (terzere), nell'abitazione.

Il manto di protezione è realizzato in elementi di laterizio.

Solai

Descrizione

Il solaio interpiano è realizzato in voltine di laterizio e putrelle di ferro.
 Le travi portanti sono profilati in acciaio a doppio T, con interasse variabile tra i 90 e i 100 centimetri.
 Le putrelle sono poggiate sui muri portanti nel senso della luce minore, ortogonale rispetto al fronte principale.
 Tra l'abitazione e la stalla si nota un cambiamento direzionale dell'orditura delle volte, funzionale al cambiamento di manica, per ridurre la luce degli appoggi delle travi.
 Le voltine presentano mattoni disposti in foglio, a vista nella stalla e intonacati nella zona ad uso abitazione.
 L'estradosso delle voltine è riempito con materiale inerte, sul quale è steso il sottofondo e posata la pavimentazione.

Materiali impiegati

I sistemi di orizzontamento sono realizzati in voltine di mattoni, disposti in foglio, e putrelle in acciaio.
 Il piano di calpestio è realizzato con mattonelle in cotto.



Aperture

Descrizione

Le aperture del fronte principale del corpo destinato ad abitazione sono rettangolari e disposte secondo un ritmo regolare con prevalenza dei pieni rispetto ai vuoti.
 Il fronte opposto è prevalentemente cieco.
 Le aperture finestrate, di dimensioni variabili in larghezza tra 80 e 100 cm e in altezza tra 100 e 170 cm, presentano architrave a piattabanda, con mattoni disposti di coltello.
 Alla base della finestra è presente un davanzale in pietra.
 Le aperture del fienile sono caratterizzate da ampi archi a tutto sesto, realizzati con particolare cura.

Materiali impiegati

I serramenti sono realizzati con ante alla "piemontese", serramenti in legno con tre specchiature regolari in vetro.
 Il sistema di oscuramento e protezione esterno è realizzato con gelosie con paletta alla "piemontese" in legno, ancorati su cardini annegati nella muratura.
 Le porte ed i portoncini sono di forma rettangolare, con sopra luce.



ANALISI EDIFICIO

Descrizione

In corrispondenza della porta di ingresso della porzione destinata ad abitazione, è presente un balcone, posto al primo piano, nel disimpegno del vano scala. Tale elemento, con travetti in pietra, ornati, lastra in pietra e balaustra in ferro battuto, è riscontrabile quale elemento caratterizzante in altre cascine del territorio.

Materiali impiegati

Lo sbalzo del balcone è sostenuto da mensole modanate in pietra.
L'impiantito del balcone è in pietra di luserna.
Il parapetto è in bacchette di ferro.



Murature

Descrizione

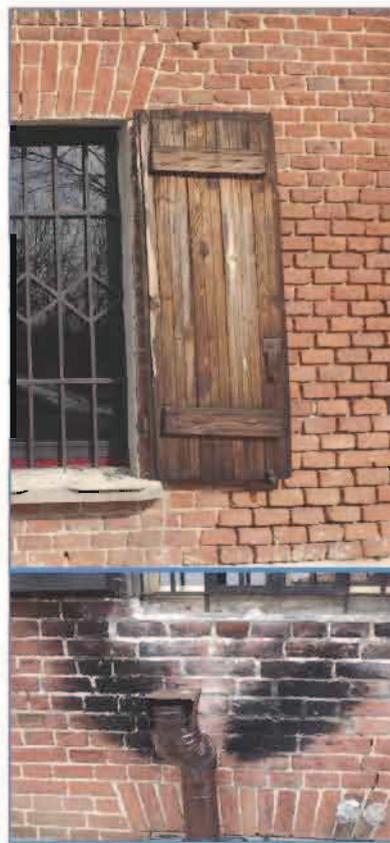
La muratura presenta dissesti localizzati e degradi a livello superficiale, quali erosione dei giunti e fratture. Alcune porzioni della muratura presentano alterazione cromatica.

Localizzazione

Prospetto sud: erosione dei giunti.
 Prospetto nord: alterazioni cromatiche.

Possibili cause

I dissesti localizzati e l'erosione dei giunti sono dovuti alla mancanza di un'adeguata manutenzione. Le alterazioni cromatiche sono dovute alla presenza del fumo prodotto dalla stufa.



Copertura

Descrizione

L'imponente capriata del fienile presenta segni di attacco di insetti e muffe. La struttura portante della copertura del sottotetto presenta inflessioni, depositi superficiali e fenomeni di marcescenza di alcuni elementi lignei.

Localizzazione

Copertura del fienile: degrado della struttura portante.
 Copertura del sottotetto: inflessioni, depositi superficiali di sporco e marcescenza di alcuni elementi lignei.

Possibili cause

- mancata manutenzione ordinaria
- infiltrazioni provenienti dalle discontinuità presenti nella copertura



ANALISI EDIFICIO

E06

Attività pregresse

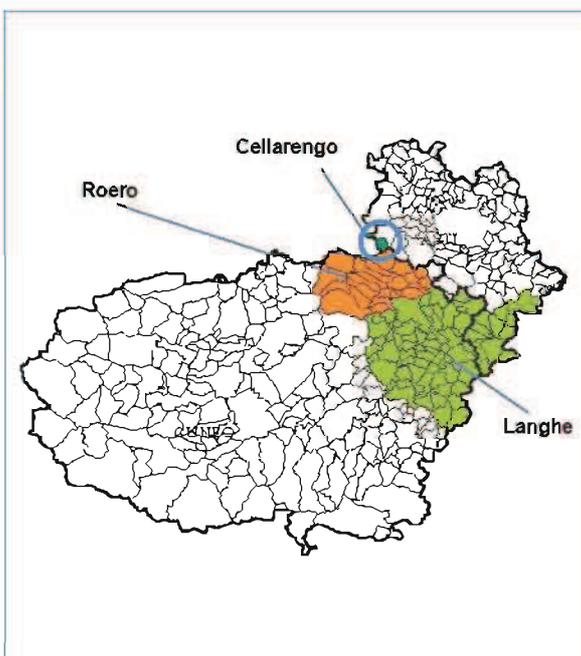
1

Spazi	Attività
Sottotetto	<p>Utilizzato come magazzino per lo stoccaggio di frutta, frutta secca, ma anche di grano e altri cereali, date le favorevoli condizioni termiche (il sottotetto è infatti un luogo caldo e asciutto).</p> <p>La carrucola posta sul lato nord, in corrispondenza degli spazi adibiti a magazzino, presuppone un suo utilizzo per l'ausilio al trasporto in loco dei prodotti stoccati.</p>
Cantina (piano interrato)	<p>Produzione e stoccaggio del vino.</p> <p>La dimensione della cantina, la sua posizione all'interno della casa e le soluzioni adottate per l'approvvigionamento dell'uva mediante finestrate nella parte superiore fanno pensare ad una produzione limitata.</p> <p>Lo spazio disponibile è di circa 25 metri quadrati, a fronte di spazi variabili tra 40 e 60 metri quadri per cantine presenti in cascine tipiche delle zone delle Langhe e del Roero.</p>
Stalla	<p>Ricovero degli animali.</p> <p>La modesta dimensione suggerisce la presenza di un limitato numero di capi. L'allevamento dei bovini è prevalentemente orientato alla produzione di carne.</p> <p>Non si esclude la presenza di capre, conigli e galline.</p>
Portico	<p>Deposito degli attrezzi.</p> <p>Conservazione di prodotti alimentari.</p>
Spazi esterni	<p>Produzione agricola: vitigni, quali Freisa, Barbera e Nebbiolo.</p> <p>Alla vite si affianca la coltivazione di cereali, quali mais e grano.</p>

Area di intervento: Cellarengo (AT)

Scenari di intervento

- La caratteristica del terreno impone la coltivazione di un determinato mix di vitigni; il recupero di vigne antiche e di vitigni scomparsi potrebbe essere esteso ai terreni di pertinenza della cascina, dove le caratteristiche geologiche e di esposizione lo consentano.
- In alternanza alla vite potrebbero essere ripristinate le coltivazioni cerealicole e di foraggio tipiche della campagna di Cellarengo, puntando non sulla quantità ma sulla qualità e sulla varietà di specie rare e dimenticate.
- La fascia a ridosso della cascina potrebbe riprendere l'abitudine alla frutticoltura e all'orticoltura: la produzione potrebbe fornire la materia prima per riproporre la lavorazione di conserve e marmellate come attività da recuperare.
- Dove non sia possibile coltivare prodotti agricoli alimentari, la selvicoltura di piante di pregio o di fustaia per la produzione di biomassa potrebbe dare un ordine a boschi abbandonati.



Ipotesi di intervento

Agricoltura di precisione

Diverse zone, anche di un singolo appezzamento, possono comportare rendimenti diversi. Con l'impiego di moderne tecnologie si cerca di gestire questa variabilità in maniera differente al fine di migliorare la qualità e il reddito di una coltura, salvaguardando l'ambiente e la salute dell'uomo. Queste tecnologie sono sintetizzate con il termine "agricoltura di precisione".

L'agricoltura di precisione è un concetto di gestione della produzione vegetale che si basa su informazioni ottenute da tecnologie. Le tecnologie utilizzate sono in particolare sistemi di localizzazione satellitari, tecnologie di sensori per l'acquisizione dati e sistemi informativi territoriali (Geographic Information System, GIS). Impiegando queste tecnologie è possibile cogliere variazioni delle proprietà del suolo e delle piante all'interno di un appezzamento. Le informazioni ricavate possono poi essere elaborate e analizzate in modo da poter eseguire le misure di coltivazione in maniera più precisa sia spazialmente che quantitativamente.

È possibile suddividere un appezzamento in diverse zone e poterle coltivare in maniera differenziata e mirata. Questo tipo di coltivazione, rispetto alla coltivazione tradizionale, ha diversi vantaggi come una qualità superiore dei prodotti, una diminuzione della quantità di prodotti chimici da applicare, una gestione migliore delle risorse naturali e una riduzione del carico di lavoro dell'uomo e delle macchine.

I sistemi dell'agricoltura di precisione si articolano in:

- raccolta dati;
- trattamento e archiviazione dati;
- analisi dati;
- utilizzo dei dati, sia per applicazioni interaziendali che per applicazioni extraaziendali.

Riguardo la raccolta dati, si è sviluppata una vasta ricerca e sul mercato esistono diversi prodotti applicabili: si possono installare sul trattore o sulle macchine agricole sensori in grado di determinare in tempo reale lo stato vegetativo delle colture. Inoltre sono stati lanciati satelliti ("Ikonos II" e "QuickBird") equipaggiati con sensori multispettrali ad alta definizione capaci di determinare lo sviluppo vegetativo di una coltura attraverso fotografie, da cui possono essere create mappe di vigore, utilizzabili in diverse applicazioni dell'agricoltura di precisione come per esempio irrigazione, potatura o fertilizzazione.

Per quanto riguarda il trattamento, l'analisi ma soprattutto l'utilizzo dei dati, mancano soluzioni che possono essere applicate nella pratica. È importante raccogliere la sfida di motivare le aziende agricole ad utilizzare tali servizi: maggiore è la quota di aziende agricole che impiegano sistemi di agricoltura di precisione, minori sono i costi per l'applicazione di tali sistemi.

Area di intervento: Cellarengo (AT)

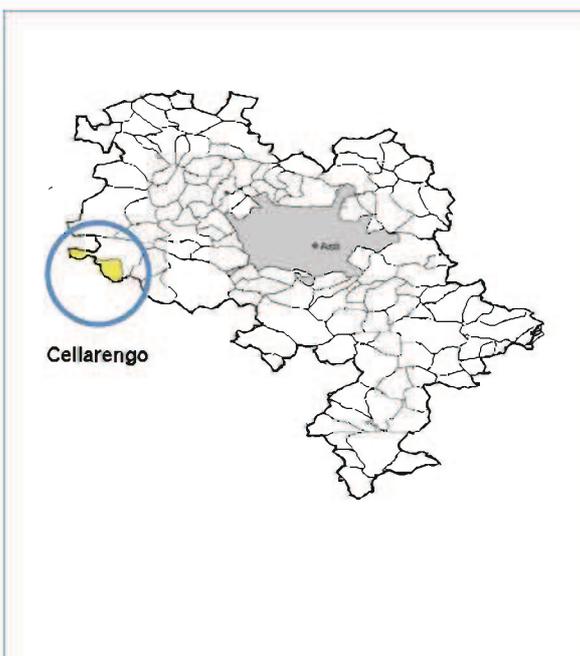
Applicazioni dell'agricoltura di precisione

Messa a dimora	Si utilizzano sistemi guidati e controllati da GPS in modo da ottenere allineamenti trasversali e obliqui.
Irrigazione	All'interno di un appezzamento la disponibilità di acqua per piante può essere diverso in funzione dell'andamento altimetrico e della costituzione del suolo. Mediante l'utilizzo di tecnologie si possono evitare situazioni di stress idrico o, al contrario, di ristagni d'acqua che possono compromettere il corretto sviluppo vegetativo.
Fertilizzazione	Mediante le informazioni ottenute sulle caratteristiche fisico-chimiche del terreno, il concime può essere distribuito in maniera mirata, ottenendo una riduzione della quantità di fertilizzante impiegato ed evitando condizioni di stress delle piante dovute a una fertilizzazione eccessiva.
Spandimento di reflui zootecnici	Lo spandimento dei liquami o dei reflui zootecnici è regolato al fine di garantire i carichi di azoto entro predefiniti limiti per proteggere i terreni, le acque e l'aria da inquinamento. Oltre a dover adeguare le strutture e le norme gestionali, gli allevatori hanno l'obbligo di documentazione e della stesura di registri di spandimento. Anche per tale applicazione l'utilizzo di sensori e strumenti ICT può dare sostegno all'allevatore.
Trattamenti fitosanitari	La distribuzione di fitofarmaci avviene spesso in maniera preventiva. Sarebbe interessante individuare zone a maggior grado di rischio in modo da aumentare la soglia di attenzione e la cura nei trattamenti preventivi e zone colpite da patologie sfuggite al trattamento preventivo. In questo modo si ridurrebbe la quantità di fertilizzante impiegato, un vantaggio sia dal punto di vista dei costi, ma anche dal punto di vista della protezione ambientale e della salute dell'uomo.
Potatura	Consiste in una gamma di interventi che servono a modificare il modo naturale di vegetare e di fruttificare di una pianta. Questi interventi sono fondamentalmente applicati solo negli alberi da frutto e in viticoltura. Gli interventi possono essere modulati, mappando la vegetazione di un appezzamento mediante l'impiego di informazioni ottenute da immagini satellitari, in modo da avere una uniforme disposizione della crescita delle piante. E' possibile inoltre applicare uno sfogliamento a rateo variabile nella viticoltura con l'obiettivo di ottenere una esposizione uniforme dell'uva al sole.
Mappe di produzione	Possono essere create per mezzo di macchine vendemmiatrici, sulle quali sono presenti GPS e sensori per la determinazione della massa e raccolta. Questo tipo di applicazione non è però una vera applicazione dell'agricoltura di precisione, dato che i risultati non sono utilizzabili nella coltivazione. Per rendere possibile un utilizzo per migliorare il processo di coltivazione bisogna anche determinare la qualità del prodotto raccolto, sistemi che attualmente sono in fase di ricerca.
Gestione della flotta aziendale	In generale, per molte applicazioni di agricoltura di precisione, i trattori devono essere equipaggiati con sensori GPS. Può essere utile registrare tali dati per la gestione e presentazione delle informazioni logistiche e per poter tracciare i percorsi, in un'ottica di controllo delle macchine agricole. In aggiunta, i trattori possono essere anche equipaggiati con sensori appositi per dedurre il consumo istantaneo dei trattori e la necessità di eventuali manutenzioni. In questo modo può essere ridotto il consumo di gasolio con impatti positivi sia sui costi di gestione sia sulla protezione ambientale.
Certificazione	Attualmente le certificazioni si basano su autodichiarazioni effettuate dall'agricoltore, difficilmente verificabili. Equipaggiando le macchine agricole con appositi sensori sarebbe possibile elaborare certificati riguardanti la quantità di acqua consumata per l'irrigazione, la distribuzione di fertilizzanti, liquame o prodotti fitosanitari e l'emissione di CO ₂ dovuto all'uso delle macchine agricole. Si potrebbe anche certificare l'origine di un prodotto.

Area di intervento: Cellarengo (AT)

Scenari di intervento

- Per l'allevamento potrebbe essere valutata l'opportunità di introduzione di capi di vacca bianca piemontese, allevati in maniera estensiva utilizzando i pascoli presenti ed integrandone la presenza con mangimi autoprodotti per la costituzione di una filiera corta di certificata qualità.
- Una opportunità interessante è fornita dall'allevamento della tinca dorata, poiché il terreno ha una forte presenza di argilla che lo rende impermeabile. L'acqua piovana raccolta in stagni ottimizzerebbe il consumo di acqua per l'irrigazione.



Ipotesi di intervento

Allevamento di bovini

Caratteristica predominante del comparto bovino nell'area di intervento sono gli allevamenti di piccole e medie dimensioni che garantiscono la produzione dell'intera filiera con condizioni climatiche ed ambientali più favorevoli. Le colture locali offrono foraggi quali fieno, orzo, mais e sottoprodotti come crusca di grano che sono integrati con mangimi a base di cereali e leguminose; tutto ciò a garanzia della genuinità e tracciabilità negli allevamenti.

Le principali razze bovine allevate nel territorio piemontese sono la Piemontese, la Frisona (Pezzata nera), la Bruna, la Valdostana (Pezzata rossa), oltre a capi di altre razze prevalentemente francesi, come Charolaise, Limousine, Garonnaise e Blu Belga (si tratta di vitelli nati in Francia e tenuti a pascolo libero fino a completo svezzamento, quindi portati in Italia).

Nell'area di intervento, confinante con il cuneese, è allevata la razza bovina autoctona Piemontese, in passato impiegata per la produzione di carne, di latte e per il lavoro, oggi allevata principalmente per la produzione della carne, di alta qualità, adatta per la preparazione di ottimi piatti tradizionali. Molti studi hanno provato che la carne bovina di Razza Piemontese è particolarmente povera di grasso: lo 0,5 - 1% contro il 3% delle altre specie di bovini. Grazie al piccolo contenuto di colesterolo, risulta molto più magra di altre carni bianche e, perfino, di molte specie di pesci, ottenendo numerosi riconoscimenti come una delle migliori carni a livello mondiale per i suoi valori nutrizionali. Si caratterizza per una insufficiente presenza di tessuto connettivo tra le fibre muscolari che la rendono tenera alla masticazione. Questa peculiarità deriva, oltre che da un principio genetico, da uno sviluppo verificato: uno sviluppo che non rispetti i ritmi naturali porta, infatti, ad un aumento sovrabbondante dei connettivi con successivo indurimento della carne.

Itticoltura

La peculiare conformazione del Pianalto favorisce la formazione quasi naturale di laghetti di ritenuta agricola su un substrato pressoché impermeabile. Più in particolare, tali laghetti sorgono dove il primo strato del terreno risulta completamente argillificato e di colore rossastro, per l'alta percentuale di ferro che lo caratterizza.

In questi specchi d'acqua sono presenti le tradizionali peschiere, habitat ideale per la tinca gobba dorata del Pianalto di Poirino, iscritta dalla Commissione Europea nel 2008 nel Registro europeo delle Denominazioni d'Origine Protetta (D.O.P.).

Area di intervento: Cellarengo (AT)

Scenari di intervento

- Tecnologie energetiche legate alle biomasse: sono esaminate considerando l'importanza che rivestono nella correzione delle politiche energetiche europee e italiane con l'intento di recupero e rivitalizzazione del territorio agricolo nei dintorni della cascina.
- Gestione ordinaria e straordinaria dei boschi

Ipotesi di intervento

Produzione di energia termica da biomassa

Si potrebbe sfruttare la biomassa prodotta dalla coltivazione dei terreni circostanti per la produzione energetica. La "biomassa" destinata a fini energetici è definibile secondo il D.Lgs 28/2010 come "la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, gli sfalci e le potature provenienti dal verde pubblico e privato, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani".

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n.152 "Norme in materia ambientale" alla Parte V, Allegato X, parte II, sez. 4, n. 1 specifica ciò che può essere classificato come "biomassa combustibile":

- a) "materiale vegetale prodotto da coltivazioni dedicate;
- b) materiale vegetale prodotto da trattamento esclusivamente meccanico di coltivazioni agricole non dedicate;
- c) materiale vegetale prodotto da interventi selvicolturali, da manutenzione forestale e da potatura;
- d) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di legno vergine e costituito da cortecce, segatura, trucioli, chips, refili e tondelli di legno vergine, granulati e cascami di legno vergine, granulati e cascami di sughero vergine, tondelli, non contaminati da inquinanti;
- e) materiale vegetale prodotto dalla lavorazione esclusivamente meccanica di prodotti agricoli;
- f) sansa di oliva disoleata [...];
- g) liquor nero ottenuto nelle cartiere dalle operazioni di lisciviazione del legno e sottoposto ad evaporazione al fine di incrementarne il residuo solido [...]."

Vigneti e frutteti possono fornire annualmente una significativa quantità di legno di accettabile qualità.

Le potature e gli scarti vegetali sono inserite nell'elenco dei combustibili (D.Lgs n. 152/2006, Allegato X, Parte V) purché in assenza di sostanze nocive. Le operazioni di potatura avvengono normalmente in periodi di stasi vegetativa (tardo autunno ed inverno), lontano dalle operazioni di disinfestazione. Tali trattamenti si depositano prevalentemente sulle foglie, che non sono oggetto di utilizzo energetico, ed il loro periodo di decadimento è calcolato per non lasciare residui sui frutti; quindi, non si dovrebbero trovare residui sul legno, raccolto successivamente. Sui residui legnosi, inoltre, agiscono le piogge autunnali con effetto dilavante.

Gestione del comparto forestale

La produzione di energia termica da biomassa legnosa può essere finalizzata all'autoconsumo. La gestione ordinaria e straordinaria dei boschi costituisce la principale fonte di combustibili legnosi.

I combustibili legnosi possono essere legna da ardere, pellet e cippato.

La legna da ardere si ottiene dopo l'abbattimento, la sramatura in bosco o in impianto, il trasporto e la riduzione a misura di impiego desiderata, ovvero squarconi (100 cm) e/o legna corta (25-33-50 cm). La caratterizzazione della legna da ardere è definita dalla norma europea EN 14961-5.

Il cippato è legno ridotto in scaglie le cui principali caratteristiche qualitative a uso energetico sono: pezzatura, contenuto idrico e ceneri. Per produrre cippato di qualità si utilizzano tronchi di conifera sramati, refili e sciaveri di conifera e latifolia, tronchi di latifolia con o senza rami e ramaglie di latifoglie, possibilmente con diametro minimo di 5 cm per limitare il contenuto di cenere, maggiormente presente nella corteccia. La caratterizzazione del cippato viene definita sulla base della norma europea EN 14961-4.

Il pellet è un combustibile densificato, generalmente di forma cilindrica, derivante da un processo industriale per il quale la materia prima viene trasformata in piccoli cilindri di diametro variabile da 6 a 8 mm e lunghezza compresa fra 5 e 40 mm. Il pellet è utilizzato prevalentemente nelle stufe, quindi la sua qualità è un parametro essenziale. La sola materia prima permessa per la produzione del pellet è il legno vergine non contaminato che abbia subito esclusivamente trattamento meccanico (D.Lgs. N. 152/06). La caratterizzazione del pellet viene definita sulla base della norma europea EN 14961-2.

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F01
Nome funzione	Cucina didattica
Funzione di appartenenza	Area didattica

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	12
Tempo fruizione	[h]	6

Localizzazione della funzione



Aggregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	<i>connessione diretta</i>
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	<i>connessione tramite spazi di distribuzione</i>
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

E07

Scheda funzioni

2

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F02
Nome funzione	Deposito
Funzione di appartenenza	Area didattica

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	2
Tempo fruizione	[h]	2

Localizzazione della funzione

PIANO TERRA



Agregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	<i>connessione diretta</i>
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F03
Nome funzione	Cucina foresteria
Funzione di appartenenza	Foresteria

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	2
Tempo fruizione	[h]	4

Localizzazione della funzione



Aggregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	<i>connessione diretta</i>
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

E07

Scheda funzioni

4

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F04
Nome funzione	Sala da pranzo
Funzione di appartenenza	Foresteria

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	8
Tempo fruizione	[h]	2

Localizzazione della funzione

PIANO TERRA



Agregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	<i>connessione diretta</i>
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F05
Nome funzione	Soggiorno
Funzione di appartenenza	Foresteria

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	8
Tempo fruizione	[h]	6

Localizzazione della funzione



Aggregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

E07

Scheda funzioni

6

Dati identificativi della funzione

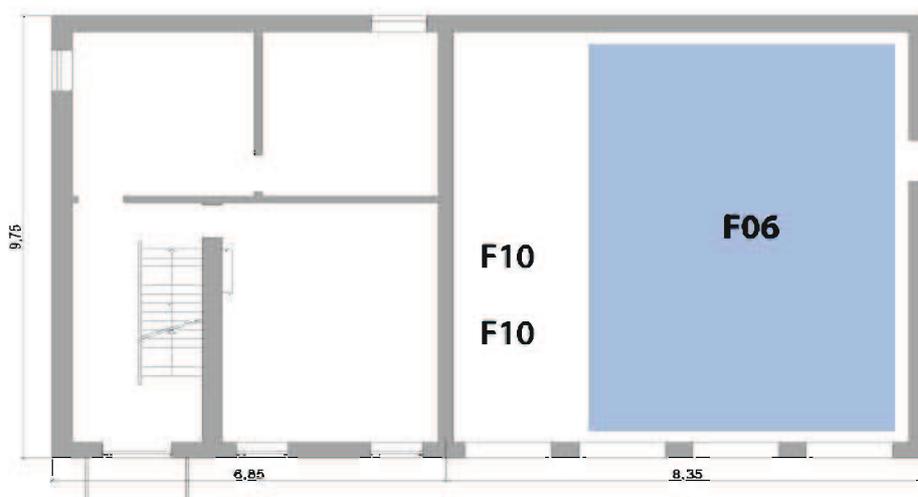
Codice funzione	F06
Nome funzione	Aula / Laboratorio
Funzione di appartenenza	Area didattica

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	15
Tempo fruizione	[h]	6

Localizzazione della funzione

PIANO PRIMO



Agregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	<i>connessione tramite spazi di distribuzione</i>
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

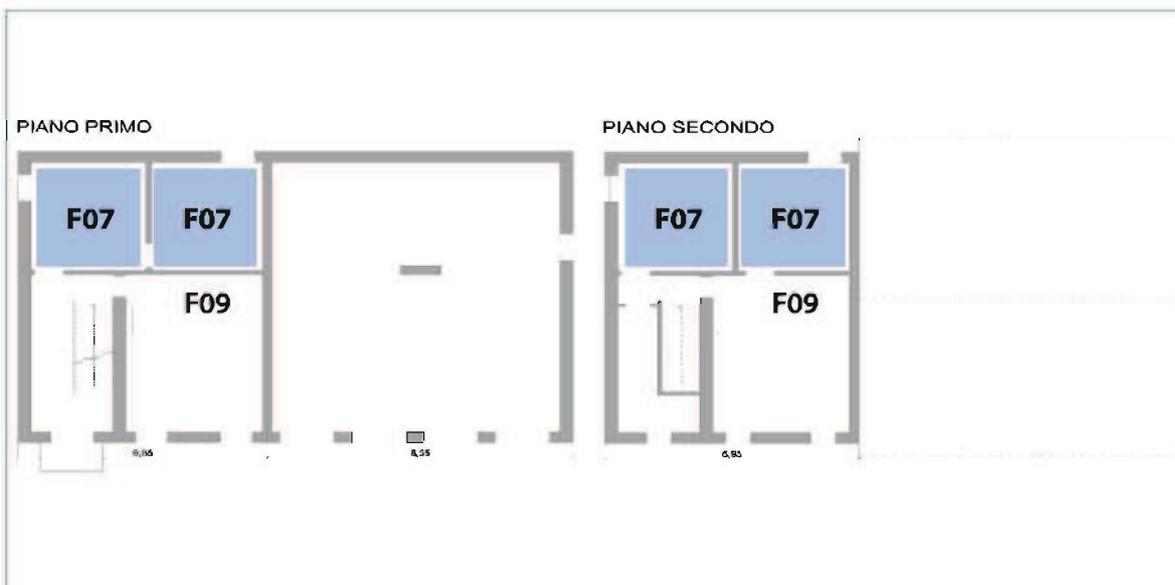
Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F07
Nome funzione	Camera singola
Funzione di appartenenza	Foresteria

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	4
Utenti	[n°]	1
Tempo fruizione	[h]	8

Localizzazione della funzione



Aggregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	<i>connessione tramite spazi di distribuzione</i>
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

E07

Scheda funzioni

8

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F08
Nome funzione	Camera doppia
Funzione di appartenenza	Foresteria

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

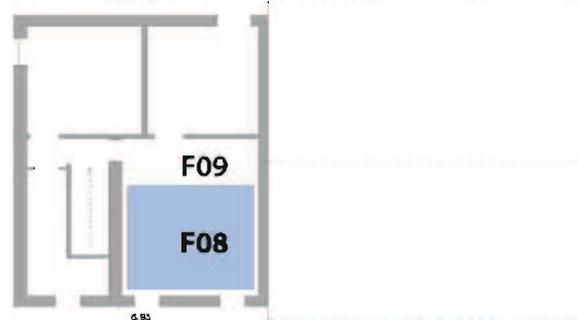
Quantità	[n°]	2
Utenti	[n°]	2
Tempo fruizione	[h]	8

Localizzazione della funzione

PIANO PRIMO



PIANO SECONDO



Agregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	<i>connessione tramite spazi di distribuzione</i>
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

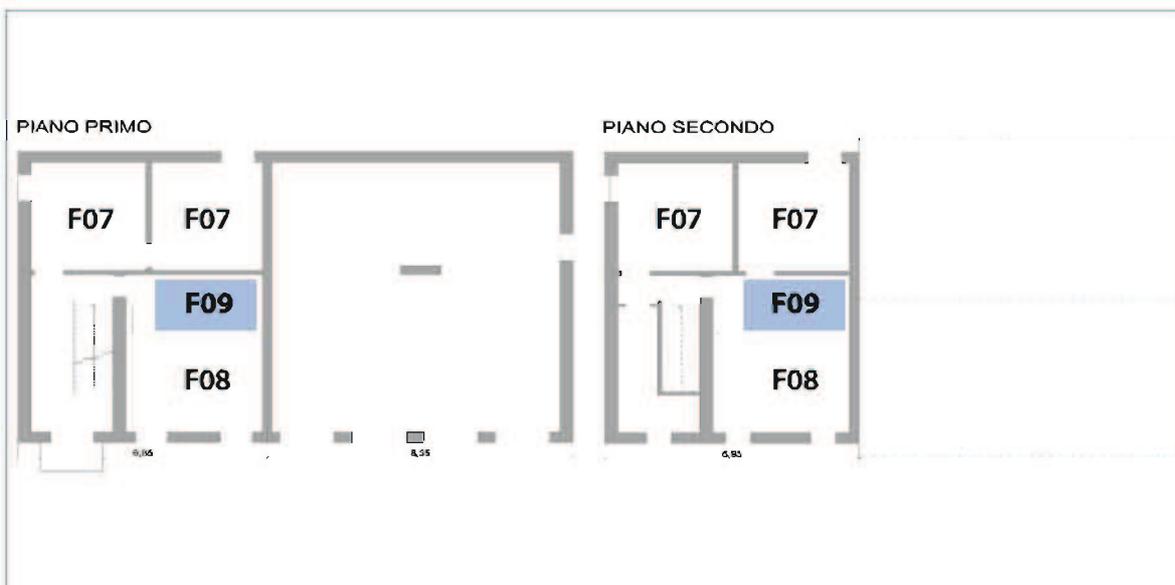
Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F09
Nome funzione	Bagno Foresteria
Funzione di appartenenza	Foresteria

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	2
Utenti	[n°]	4
Tempo fruizione	[h]	2

Localizzazione della funzione



Aggregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	<i>connessione tramite spazi di distribuzione</i>
	F08 Camera doppia	<i>connessione tramite spazi di distribuzione</i>
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

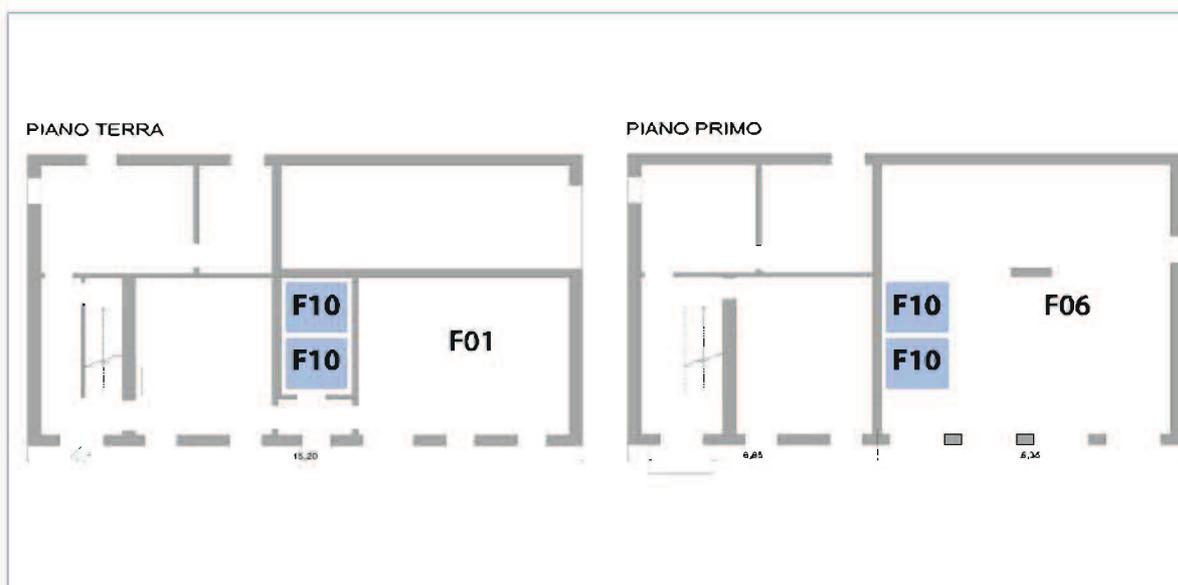
E07

Scheda funzioni

10

Dati identificativi della funzione		Caratteristiche dimensionali e di utilizzo	
Codice funzione	F10	Quantità [n°]	4
Nome funzione	Bagno Area didattica	Utenti [n°]	4
Funzione di appartenenza	Area didattica	Tempo fruizione [h]	2

Localizzazione della funzione



Agregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	connessione tramite spazi di distribuzione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	connessione tramite spazi di distribuzione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F11
Nome funzione	Cantina
Funzione di appartenenza	Foresteria

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	1
Tempo fruizione	[h]	1

Localizzazione della funzione



Aggregazione con altre funzioni

Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

E07

Scheda funzioni

12

Dati identificativi della funzione

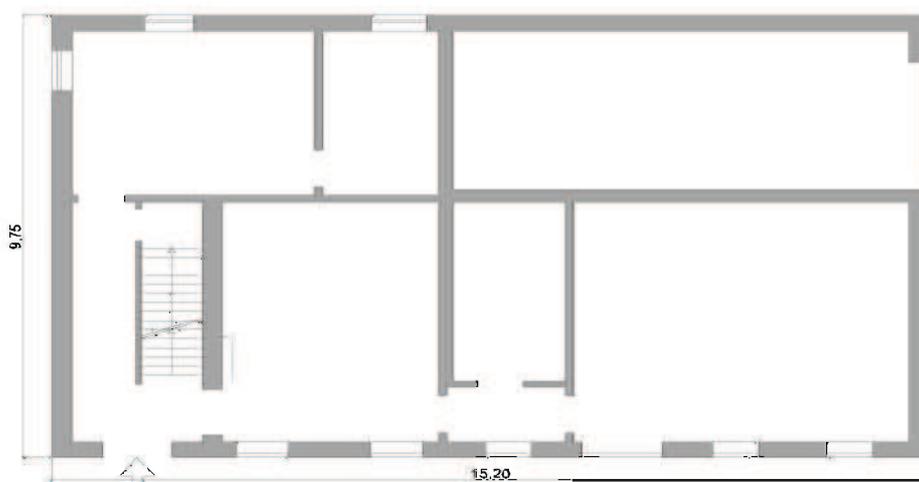
Codice funzione	F12
Nome funzione	Centrale termica
Funzione di appartenenza	Foresteria / Area Didattica

Caratteristiche dimensionali e di utilizzo

Quantità	[n°]	1
Utenti	[n°]	1
Tempo fruizione	[h]	1

Localizzazione della funzione

PIANO TERRA



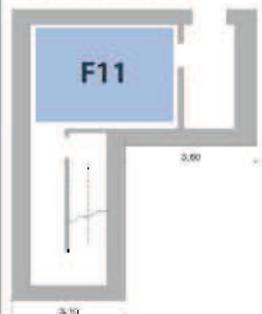
F12

Agregazione con altre funzioni

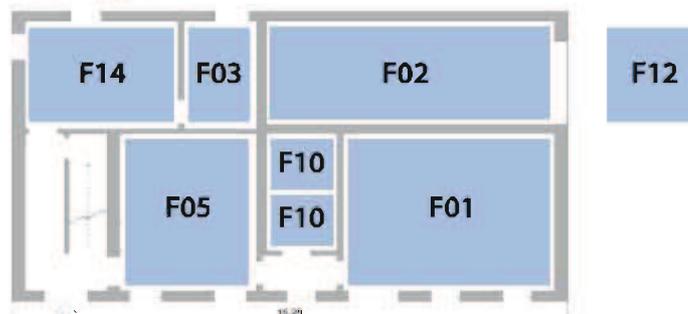
Tipo di relazione	Funzione	Tipo di connessione
Spazio servente Spazio servito Spazio indipendente	F01 Cucina didattica	nessuna connessione
	F02 Deposito	nessuna connessione
	F03 Cucina foresteria	nessuna connessione
	F04 Sala da pranzo	nessuna connessione
	F05 Soggiorno	nessuna connessione
	F06 Aula/laboratorio	nessuna connessione
	F07 Camera singola	nessuna connessione
	F08 Camera doppia	nessuna connessione
	F09 Bagno foresteria	nessuna connessione
	F10 Bagno area didattica	nessuna connessione
	F11 Cantina	nessuna connessione
	F12 Centrale termica	nessuna connessione

Sintesi delle funzioni

PIANO INTERRATO



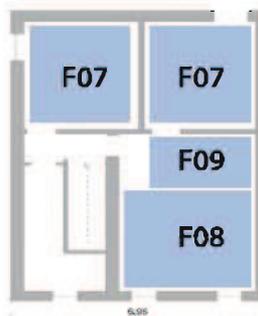
PIANO TERRA



PIANO PRIMO



PIANO SECONDO



Funzione	Quantità [n°]	Dimensioni minime [m²]	Numero medio di utenti [n°]	Tempi di fruizione giornalieri [h]	Aggregazione con
F01 Cucina didattica	1	30	12	6	F02 - F10
F02 Deposito	1	25	2	2	F01
F03 Cucina foresteria	1	8	2	4	F04
F04 Sala da pranzo	1	14	8	2	F03
F05 Soggiorno	1	16	8	6	
F06 Aula/laboratorio	1	50	15	6	F01
F07 Camera singola	4	9	1	8	F09
F08 Camera doppia	2	14	2	8	F09
F09 Bagno foresteria	2	4	4	2	F07 - F08
F10 Bagno area didattica	4	4	4	2	F01 - F06
F11 Cantina	1	25	1	1	
F12 Centrale termica	1	10	1	1	

E08

Requisiti di comfort

1

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F01
Nome funzione	Cucina didattica
Funzione di appartenenza	Area didattica

Prestazioni richieste

Acustica	Tempo di riverberazione: • max: 1,2 s • ottimo: 0,8 s	• Circolare Ministero LL.PP. 3150/1967 • OMS
Comfort invernale	• temperatura: 20 °C ± 2 °C • umidità relativa: 40% ± 10%	• DPR 551/99 • UNI 10339
Comfort estivo	• temperatura: 28 °C ± 2 °C • umidità relativa: 55% ± 10%	• DPR 551/99 • UNI 10339
Luminosità	• fattore luce diurna ≥ 3 • illuminamento medio: 500 lux	• UNI 10840
IAQ	Ricambi orari: • 1,5 vol/h • 340 m ³ /h	• UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Cappa estrazione fumi	• UNI CIG 7129
Foro a parete di 100 cm ² (nel caso di stufa a metano)	• UNI CIG 7129
Postazioni di lavoro (stufe): n° 7	
Building automation - Multimedia	
Connessione internet	
HVAC	

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F03
Nome funzione	Cucina foresteria
Funzione di appartenenza	Foresteria

Prestazioni richieste

Comfort invernale	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: 20 °C ± 2 °C • umidità relativa: 40% ± 10% 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
Comfort estivo	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: 28 °C ± 2 °C • umidità relativa: 55% ± 10% 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
Luminosità	<ul style="list-style-type: none"> • fattore luce diurna ≥ 1 • illuminamento medio: 500 lux 	<ul style="list-style-type: none"> • UNI 10840

Attrezzature / Impianti

Cappa estrazione fumi	<ul style="list-style-type: none"> • UNI CIG 7129
Foro a parete di 100 cm ² (nel caso di stufa a metano)	<ul style="list-style-type: none"> • UNI CIG 7129
Building automation	
HVAC	

E08

Requisiti di comfort

3

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F04
Nome funzione	Sala da pranzo
Funzione di appartenenza	Foresteria

Prestazioni richieste

Comfort invernale	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: $20\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ • umidità relativa: $40\% \pm 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
Comfort estivo	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: $28\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ • umidità relativa: $55\% \pm 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
Luminosità	<ul style="list-style-type: none"> • fattore luce diurna ≥ 2 • illuminamento medio: 200 lux 	<ul style="list-style-type: none"> • UNI 10840
IAQ	Ricambi orari: <ul style="list-style-type: none"> • 0,5 vol/h • 300 m³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Building automation	
Connessione internet	
HVAC	

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F05
Nome funzione	Soggiorno
Funzione di appartenenza	Foresteria

Prestazioni richieste

Acustica	Tempo di riverberazione: • max: 1,2 s • ottimo: 0,8 s	• Circolare Ministero LL.PP. 3150/1967 • OMS
Comfort invernale	• temperatura: 20 °C ± 2 °C • umidità relativa: 40% ± 10%	• DPR 551/99 • UNI 10339
Comfort estivo	• temperatura: 28 °C ± 2 °C • umidità relativa: 55% ± 10%	• DPR 551/99 • UNI 10339
Luminosità	• fattore luce diurna ≥ 2 • illuminamento medio: 200 lux	• UNI 10840
IAQ	Ricambi orari: • 0,5 vol/h • 330 m³/h	• UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Canna fumaria collettiva ramificata	• UNI CIG 10640 • UNI CIG 10641
Building automation - Multimedia	
Connessione internet	
HVAC	

E08

Requisiti di comfort

5

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F06
Nome funzione	Aula / Laboratorio
Funzione di appartenenza	Area didattica

Prestazioni richieste

Acustica	Tempo di riverberazione: • max: 1,2 s • ottimo: 0,8 s	• Circolare Ministero LL.PP. 3150/1967 • OMS
Comfort invernale	• temperatura: 20 °C ± 2 °C • umidità relativa: 40% ± 10%	• DPR 551/99 • UNI 10339
Comfort estivo	• temperatura: 28 °C ± 2 °C • umidità relativa: 55% ± 10%	• DPR 551/99 • UNI 10339
Luminosità	• fattore luce diurna ≥ 3 • illuminamento medio: 500 lux	• UNI 10840
IAQ	Ricambi orari: • 0,5 vol/h • 400 m ³ /h	• UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Building automation - Multimedia	
Connessione internet	
HVAC	

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F07
Nome funzione	Camera singola
Funzione di appartenenza	Foresteria

Prestazioni richieste

Acustica	<ul style="list-style-type: none"> • livello rumore calpestio solaio normalizzato $L_{n,w}$ 63dB • potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti R 50 dB 	<ul style="list-style-type: none"> • DPCM 5/12/97
Comfort invernale	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ • umidità relativa: $40\% \pm 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
Comfort estivo	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ • umidità relativa: $55\% \pm 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
IAQ	Ricambi orari: <ul style="list-style-type: none"> • 0,5 vol/h • 25 m³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Building automation	
Connessione internet	
HVAC	

E08

Requisiti di comfort

7

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F08
Nome funzione	Camera doppia
Funzione di appartenenza	Foresteria

Prestazioni richieste

Acustica	<ul style="list-style-type: none"> • livello rumore calpestio solaio normalizzato $L_{n,w}$ 63dB • potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti R 50 dB 	<ul style="list-style-type: none"> • DPCM 5/12/97
Comfort invernale	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: $18^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ • umidità relativa: $40\% \pm 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
Comfort estivo	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: $28^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ • umidità relativa: $55\% \pm 10\%$ 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
IAQ	Ricambi orari: <ul style="list-style-type: none"> • 0,5 vol/h • 50 m³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Building automation	
Connessione internet	
HVAC	

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F09
Nome funzione	Bagno foresteria
Funzione di appartenenza	Foresteria

Prestazioni richieste

Acustica	<ul style="list-style-type: none"> • Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti R 50 dB 	<ul style="list-style-type: none"> • DPCM 5/12/97
Comfort invernale	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: 22 °C ± 2 °C • umidità relativa: 40% ± 10% 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
IAQ	Ricambi orari: <ul style="list-style-type: none"> • 2,0 vol/h • 50 m³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Valvola per estrazione aria	<ul style="list-style-type: none"> • DM 5/7/75
Ventilazione primaria e secondaria degli scarichi con valvola per non intaccare continuità copertura	<ul style="list-style-type: none"> • UNI EN 12056
Building automation	
HVAC	

E08

Requisiti di comfort

9

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F10
Nome funzione	Bagno Area didattica
Funzione di appartenenza	Area didattica

Prestazioni richieste

Acustica	<ul style="list-style-type: none"> • Potere fonoisolante apparente di elementi di separazione tra ambienti R 50 dB 	<ul style="list-style-type: none"> • DPCM 5/12/97
Comfort invernale	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura: 22 °C ± 2 °C • umidità relativa: 40% ± 10% 	<ul style="list-style-type: none"> • DPR 551/99 • UNI 10339
IAQ	Ricambi orari: <ul style="list-style-type: none"> • 2,0 vol/h • 50 m³/h 	<ul style="list-style-type: none"> • UNI EN 12831 • UNI 10339

Attrezzature / Impianti

Valvola per estrazione aria	<ul style="list-style-type: none"> • DM 5/7/75
Ventilazione primaria e secondaria degli scarichi con valvola per non intaccare continuità copertura	<ul style="list-style-type: none"> • UNI EN 12056
Building automation	
HVAC	

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F11
Nome funzione	Cantina
Funzione di appartenenza	Foresteria

Prestazioni richieste

Condizioni ideali	<ul style="list-style-type: none"> • temperatura bulbo secco: 14 °C ± 2 °C • umidità relativa: 75% ± 10%

Attrezzature / Impianti

Eventuale climatizzatore dedicato	
Building automation	
HVAC specifico per cantina	

Dati identificativi della funzione

Codice funzione	F12
Nome funzione	Centrale termica
Funzione di appartenenza	Area didattica / Foresteria

Prestazioni richieste

Rendimento medio stagionale	• $\eta_g > 77 + 3\log_{10} P_n$
Rendimento di combustione	• $\eta_c > 67 + 6\log_{10} P_n$
Emissioni NOx	• NOx < 80 mg/kWh _t • NOx < 400 mg/Nm ³
Emissioni PM10	• PM10 < 10 mg/kWh _t
Emissioni Polveri Totali	• < 30 mg/Nm ³

Attrezzature / Impianti

Caldaia a pezzi di legna a fiamma inversa o rovesciata o inferiore con sonda lambda
Accumulo inerziale di calore e bollitore ACS (eventualmente accorpabile all'accumulo inerziale)
Adiacente legnaia per 100 quintali di legna (equivalenti a 26 m ³ circa)
Centralina di controllo e sistemi di sicurezza
Circuito primario a vaso aperto, scambiatore a piastra
Circuito secondario a vaso chiuso verso la cascina
HVAC

P1 Parete perimetrale

Stratigrafia attuale

		Materiale	Spessore [cm]
	1	Mattoni pieni	38
	2	Intonaco interno	1,5

Prestazioni attuali

U	Trasmittanza termica	UNI EN ISO 6946	1,39	[W/(m²K)]
Y_{ie}	Trasmittanza termica periodica	UNI EN ISO 13786	0,22	[W/(m²K)]
φ	Sfasamento termico	UNI EN ISO 13786	12,62	[h]
f_a	Fattore di attenuazione	UNI EN ISO 13786	0,16	[-]
T_{si}	Temperatura superficiale interna		16,3	[°C]

Intervento di isolamento minimo

Spessore di isolante (*)	[cm]	8
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,0

(*) EPS: $\lambda = 0,040$ W/mk; $c_s = 1500$ J/kgK; $\rho = 30$ kg/m³; $\mu = 50$

Intervento di isolamento per accedere agli incentivi

(D.G.R. 2/8/09 n. 6 - 11968)

Spessore di isolante (*)	[cm]	14
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,4

(*) EPS: $\lambda = 0,040$ W/mk; $c_s = 1500$ J/kgK; $\rho = 30$ kg/m³; $\mu = 50$

E09

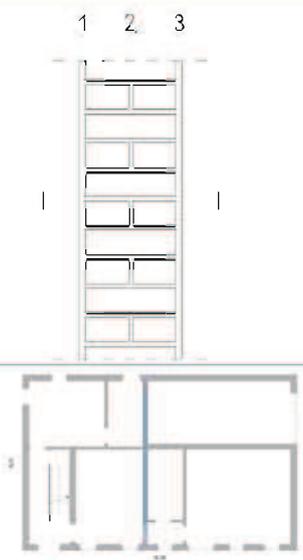
Elementi di involucro

2

P2

Parete di separazione

Stratigrafia attuale

		Materiale	Spessore [cm]
1	Intonaco interno	1,5	
2	Mattoni pieni	25	
3	Intonaco interno	1,5	

Prestazioni attuali

U	Trasmittanza termica	UNI EN ISO 6946	1,54	[W/(m ² K)]
Y_{ie}	Trasmittanza termica periodica	UNI EN ISO 13786	-	[W/(m ² K)]
φ	Sfasamento termico	UNI EN ISO 13786	-	[h]
f_s	Fattore di attenuazione	UNI EN ISO 13786	-	[-]
T_{si}	Temperatura superficiale interna		15,0	[°C]

Intervento di isolamento minimo

Spessore di isolante (*)	[cm]	4
Temperatura superficiale interna	[°C]	18,5
(*) EPS: $\lambda = 0,040$ W/mk; $c_s = 1500$ J/kgK; $\rho = 30$ kg/m ³ ; $\mu = 50$		

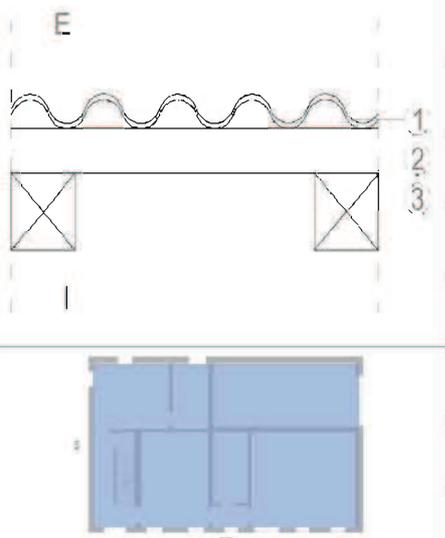
Intervento di isolamento per accedere agli incentivi

(D.G.R. 2/8/09 n. 6 - 11968)

Spessore di isolante (*)	[cm]	4
Temperatura superficiale interna	[°C]	18,5
(*) EPS: $\lambda = 0,040$ W/mk; $c_s = 1500$ J/kgK; $\rho = 30$ kg/m ³ ; $\mu = 50$		

S1 Solaio copertura

Stratigrafia attuale

	Materiale		Spessore [cm]
	1	Fibrocemento	
2	Listelli		-
3	trave		-

Prestazioni attuali

U	Trasmittanza termica	UNI EN ISO 6946	4,02	[W/(m²K)]
Y_{ie}	Trasmittanza termica periodica	UNI EN ISO 13786	4,01	[W/(m²K)]
φ	Sfasamento termico	UNI EN ISO 13786	1,00	[h]
f_a	Fattore di attenuazione	UNI EN ISO 13786	0,15	[-]
T_{si}	Temperatura superficiale interna		8,6	[°C]

Intervento di isolamento minimo

Spessore di isolante (*)	[cm]	12
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,4

* copertura ventilata isolata dall'esterno WF: $\lambda = 0,040$ W/mk; $cs = 2100$ J/kgK; $\rho = 159$ kg/m³; $\mu = 3$

Intervento di isolamento per accedere agli incentivi

(D.G.R. 2/8/09 n. 6 - 11968)

Spessore di isolante (*)	[cm]	16
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,5

* copertura ventilata isolata dall'esterno WF: $\lambda = 0,040$ W/mk; $cs = 2100$ J/kgK; $\rho = 159$ kg/m³; $\mu = 3$

E09

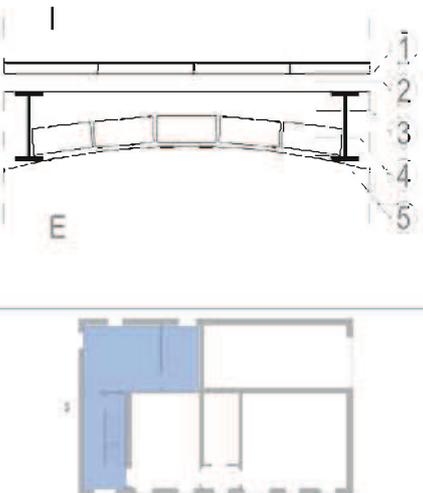
Elementi di involucro

4

S2

Solai verso cantina

Stratigrafia attuale

	Materiale	Spessore [cm]
	1	Pavimentazione
2	Massetto	3
3	Caldana	5,5*
4	Mattoni pieni	5
5	Intonaco interno	1,5
	* spessore medio	

Prestazioni attuali

U	Trasmittanza termica	UNI EN ISO 6946	2,78	[W/(m ² K)]
Y_{ie}	Trasmittanza termica periodica	UNI EN ISO 13786	-	[W/(m ² K)]
φ	Sfasamento termico	UNI EN ISO 13786	-	[h]
f_s	Fattore di attenuazione	UNI EN ISO 13786	-	[-]
T_{si}	Temperatura superficiale interna		14,2	[°C]

Intervento di isolamento minimo

Spessore di isolante (*)	[cm]	6**
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,4
(*) XPS: $\lambda = 0,038$ W/mk; $c_s = 1500$ J/kgK; $\rho = 40$ kg/m ³ ; $\mu = 100$ (**) + 7 cm di sottofondo isolante		

Intervento di isolamento per accedere agli incentivi

(D.G.R. 2/8/09 n. 6 - 11968)

Spessore di isolante (*)	[cm]	10**
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,5
(*) XPS: $\lambda = 0,038$ W/mk; $c_s = 1500$ J/kgK; $\rho = 40$ kg/m ³ ; $\mu = 100$ (**) + 7 cm di sottofondo isolante		

S3 Solaio controterra

Stratigrafia attuale

		Materiale	Spessore [cm]
	1	Pavimentazione	2
	2	Malta allettamento	3
	3	Massetto	8
	4	Platea	10
	5	Drenaggio	-

Prestazioni attuali

U	Trasmittanza termica	UNI EN ISO 6946	3,09	[W/(m²K)]
Y_{ie}	Trasmittanza termica periodica	UNI EN ISO 13786	-	[W/(m²K)]
φ	Sfasamento termico	UNI EN ISO 13786	-	[h]
f_a	Fattore di attenuazione	UNI EN ISO 13786	-	[-]
T_{si}	Temperatura superficiale interna		16,0	[°C]

Intervento di isolamento minimo

Spessore di isolante (*)	[cm]	8**
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,7

(*) XPS: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$; $c_s = 1500 \text{ J/kgK}$; $\rho = 40 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 100$ (**) + 7 cm di sottofondo isolante

Intervento di isolamento per accedere agli incentivi

(D.G.R. 2/8/09 n. 6 - 11968)

Spessore di isolante (*)	[cm]	10**
Temperatura superficiale interna	[°C]	19,7

(*) XPS: $\lambda = 0,038 \text{ W/mK}$; $c_s = 1500 \text{ J/kgK}$; $\rho = 40 \text{ kg/m}^3$; $\mu = 100$ (**) + 7 cm di sottofondo isolante

Automazione del sistema di irrigazione

È lo scenario dell'agricoltura che si occupa di irrigazione. I dati raccolti a livello del suolo attraverso specifici sensori sono analizzati in tempo reale per gestire in maniera più precisa l'approvvigionamento idrico alle colture. Il minore volume di acqua fornito, confrontato con il volume utilizzato con un sistema standard di irrigazione della medesima coltura in un determinato periodo temporale, può essere utilizzato per stimare il risparmio ottenuto. Si può realizzare l'automazione nell'irrigazione con differenti livelli di automazione, dall'uso di semplici timer all'impiego di dati meteo e di umidità del suolo o a sistemi che riconoscono diversità spaziali.

Vantaggi:

- utilizzo della risorsa acqua evitando gli sprechi;
- eliminazione di situazioni di ristagno di acqua o di stress idrico nelle coltivazioni;
- riduzione del dilavamento delle sostanze nutrienti e fertilizzanti impiegate in agricoltura.

Caratteristiche dell'impianto di irrigazione

L'irrigazione è necessaria quando si mette a dimora una pianta in un luogo in cui non potrebbe sopravvivere o produrre frutti; sostituisce o integra la quantità di acqua che raggiunge la terra sotto forma di precipitazioni. I sistemi di irrigazione prevalentemente utilizzati per le vigne sono impianti a goccia o a subirrigazione.

Nell'irrigazione a goccia o micro-irrigazione l'acqua, trasportata da tubi, arriva a gocciolatoi esterni o a gocciolatoi integrati, che distribuiscono una portata di 1-4 l/h erogatore con una pressione all'ugello tra 0,5 e 4 bar su una piccola estensione di terreno, in corrispondenza delle radici della vite, irrigando la singola pianta.

La subirrigazione è un sistema di irrigazione a goccia con ala gocciolante interrata, ad una profondità tra 20 e 30 cm dalla quota di campagna.

Soluzione proposta

In considerazione delle valutazioni relative alle diverse tipologie di automazione di un impianto di irrigazione, si propone la seguente applicazione graduale.

Fase 1

Se l'impianto è a controllo manuale, si inizia con l'installazione di un timer per regolare l'accensione e lo spegnimento dell'impianto e di un sensore di pioggia: si eviterà di irrigare quando piove e si annullerà l'errore umano che può causare il mantenimento dell'impianto acceso, permettendo un risparmio di acqua.

Fase 2

Una volta dimostrata l'efficacia del timer, si aggiunge una stazione meteo che, integrando le previsioni meteo alle altre informazioni raccolte dal software di gestione, riduce ulteriormente l'irrigazione.

Fase 3

Raccolti dati e misure della riduzione del consumo idrico per irrigazione, si inizia la progettazione di un impianto che riconosca la varietà spaziale del vigneto. Per avere misure di umidità nei punti significativi, si installano sensori in grado di fornire dati riferiti ad una certa zona del vigneto. I punti di installazione dei sensori devono essere rappresentativi della situazione da monitorare, situazione che può essere descritta compiutamente da una mappatura del terreno eseguita da un pedologo. Nell'installazione, nella spiegazione del funzionamento e nella scelta dei valori di allarme collegati all'accensione dell'impianto di irrigazione è fondamentale l'aiuto di una ditta esperta.

Contemporaneamente alla misura dell'umidità è necessario misurare la tensione interna della pianta, valore che a sua volta può fornire l'informazione sul fabbisogno di acqua della pianta e di conseguenza sul suo stress idrico. Affinché la correlazione sia la più affidabile possibile, è necessario che le misure siano fatte entro un certo tempo, di notte, per ridurre al minimo l'influenza della variazione di umidità nel tempo.

Al termine della campagna di misura, si avrà una mappatura dell'intera vigna in cui ad ogni valore di umidità è associato un valore di stress idrico.

Fase 4

Alla fine, indipendentemente dal sistema di sensori utilizzati, dopo aver individuato i punti spia ed aver predisposto una mappatura del suolo o dell'umidità, sarà necessario rinnovare l'impianto di irrigazione. Ogni zona identificata sarà servita dalla stessa linea erogatrice autonoma o da un gruppo autonomo di più linee erogatrici che si preoccuperà di fornire la quantità di acqua necessaria alla zona omogenea.

Ristrutturazione energetica

L'intervento di ristrutturazione della cascina "Ca Rusa" rientra nel caso contemplato nella legge regionale 28 maggio 2007 n. 13 - Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia, art. 2 comma 2, punto a. (ristrutturazione edilizia di edifici con superficie utile fino a 1000 m²).

Si possono prevedere due approcci di riqualificazione energetica:

1. intervento di ristrutturazione edilizia prevista per gli edifici con superficie utile fino a 1000 m², con prestazioni dell'involucro che rispettano i limiti indicati per tale modalità di intervento;
2. intervento di ristrutturazione edilizia prevista per edifici con superficie utile fino a 1000 m², con prestazioni dell'involucro che rispettano i limiti indicati per tale modalità di intervento nel caso in cui si intenda accedere alle incentivazioni previste nella Delibera della Giunta Regionale del 4 agosto 2009 n. 46.

Soluzione proposta

La qualità della tessitura muraria e degli elementi strutturali, quali archi e piattabande, caratteristici della tecnologia costruttiva adottata nel manufatto, suggerisce di mantenere la superficie muraria a vista. Si ipotizza, per tale motivo, un intervento di isolamento dall'interno.

Il balcone al primo piano, in corrispondenza del vano scala, elemento rintracciabile in altre cascine del territorio piemontese e al contempo specifico e particolare, merita particolare attenzione.

Si suggerisce di conservare l'intero impianto dei solai, caratterizzato da voltine a botte ribassata, elemento tipico di costruzioni rurali locali.

L'intervento deve prevedere, inoltre, una corretta valutazione dello stato di salute dell'imponente capriata presente nel fienile: la struttura, realizzata in maniera rustica, con travi appena sbozzate, potrebbe essere riusata con funzioni strutturali o semplicemente conservata come memoria storica.

Si ipotizza di conservare la distribuzione spaziale della cascina e di destinare ad alloggio la parte originariamente residenziale, il cui elemento caratteristico è rappresentato dal camino al piano terreno con canna fumaria che attraversa l'edificio in posizione centrale per riscaldare gli ambienti per irraggiamento.

Per quanto riguarda il corpo di fabbrica costituito da stalla e fienile, si intende conservare come percettivamente unitario lo spazio originariamente destinato a fienile.

Al fine di dare maggiore coerenza all'intero fabbricato, è auspicabile il ripristino dello spazio esterno destinato a cortile/aia, restituendogli la permeabilità necessaria all'uso che se ne faceva in passato. La presenza del pozzo offre l'opportunità di recupero per la raccolta dell'acqua piovana e per un suo sfruttamento per l'irrigazione delle zone intorno all'edificio.

Si suggerisce di mantenere i seguenti elementi, dopo gli opportuni interventi di recupero e ripristino:

Elementi	Collocazione	Materiali
ABITAZIONE		
Muratura faccia a vista	Tutte le facciate	Mattone pieno
Piattabande	Tutte le facciate, in presenza di aperture	Mattone pieno
Voltine a botte ribassata	Tutti i solai	Mattone pieno e putrelle in acciaio, disposizione in foglio, orditura parallela al fronte principale
Balcone	Facciata Sud, primo piano, in corrispondenza del vano scala	Pietra con balaustra in ferro battuto
CORPO STALLA/FIENILE		
Archi	Facciata principale del fienile	Mattone pieno
Piattabande	Tutte le facciate	Mattone pieno
Voltine a botte ribassata	Solaio della stalla	Mattone pieno e putrelle in acciaio, orditura normale al fronte principale
Capriata	Fienile	Legno

Ristrutturazione energetica

Interventi previsti

Si prende in considerazione l'ipotesi di intervento di isolamento dall'interno con l'applicazione di materiale coibente sulla superficie interna delle pareti esistenti, mediante incollaggio e fissaggio meccanico, e successivo rivestimento con uno strato protettivo. Tale intervento non comporta alcuna modifica estetica della facciata dell'edificio ed è caratterizzato da rapidità di esecuzione; presenta tuttavia alcuni svantaggi quali l'incremento dello spessore della parete esistente verso l'interno con conseguente riduzione del volume abitabile, la possibile formazione di condensa tra lo strato isolante e la parete esistente e la difficile risoluzione di alcuni ponti termici. Per tali motivi l'intervento richiede particolare attenzione nella scelta e nella posa dei materiali.

Sono necessarie precise valutazioni di carattere tecnico ed economico relativamente alla scelta del materiale isolante più idoneo; non esiste un prodotto rispondente a tutte le esigenze: per ogni intervento di isolamento alcuni materiali sono più adatti di altri.

La copertura della cascina necessita un intervento di rifacimento, ponendo massima attenzione all'attacco parete-copertura che costituisce il punto più a rischio per la formazione di condensa a causa della difficile realizzazione della tenuta all'aria.

Verifiche richieste

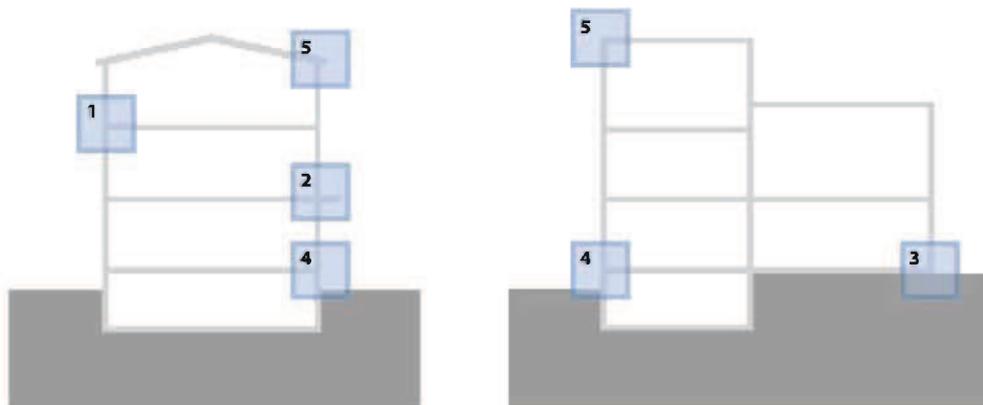
Particolare attenzione deve essere posta alla verifica delle condensazioni:

- le superfici opache interne dell'involucro devono essere prive di condensazioni superficiali;
- la condensazione interstiziale negli elementi costruttivi deve essere limitata alla quantità riavaporabile, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

I ponti termici devono essere presi in considerazione nel calcolo della trasmittanza termica media delle strutture edilizie. Oltre alla verifica per elementi di involucro uniformi e monodimensionali, è necessario analizzare in dettaglio i punti della costruzione che possono presentare criticità tecnologica ed esecutiva.

Nella cascina "Ca Rusa" si evidenziano alcuni punti critici, in conseguenza della non continuità dell'isolamento e a causa della connessione di elementi costruttivi diversi:

- nodo tra il solaio interpiano e la parete perimetrale verticale (1);
- nodo tra la parete perimetrale verticale ed il balcone (2);
- nodo tra la parete perimetrale verticale ed il solaio contro terra (3);
- nodo tra il solaio verso la cantina e la parete perimetrale verticale (4);
- nodo tra la copertura e la parete perimetrale verticale (5).



Qualora fossero verificati i limiti di trasmittanza termica media delle strutture ma non le temperature medie superficiali interne tali da garantire l'assenza di condensa superficiale, si potranno utilizzare sistemi passivi come pannelli in calcio silicato che, per la loro natura basica, anche in presenza di condensa, non permettono lo sviluppo di spore, oppure sistemi attivi come nastri con resistenze elettriche che, scaldando la zona del ponte termico, ne innalzano in modo forzato la temperatura oltre il limite di rischio.

Ristrutturazione energetica

Requisiti prestazionali richiesti

Con riferimento alla Delibera della Giunta regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968 - Disposizioni attuative della LR 13/2007 in materia di rendimento energetico nell'edilizia, le due parti della cascina "Ca Rusa" si identificano nelle seguenti tipologie di edificio:

- attuale residenza: E.1 (3) - edifici adibiti ad albergo, pensione ed attività similari;
- ex stalla/fienile: E.7 - edifici adibiti ad attività scolastiche a tutti i livelli ed assimilabili.

I requisiti minimi prestazionali richiesti sono riportati nelle seguenti tabelle.

GG	V ≤ 500 (m³)	Area didattica V ~ 550 (m³)	Foresteria V ~ 650 (m³)	V = 1000 (m³)	V = 2000 (m³)	V = 4000 (m³)	V = 6000 (m³)	V = 8000 (m³)	V ≥ 10000 (m³)
2752		17,9	17,6						
≤ 3000	23			21,5	20	16,5	15	13,5	11,5
≥ 5000	43			40	38	33	30	28	25

Fabbisogno energetico annuo per il riscaldamento per accedere agli incentivi (Tab. 4, Allegato 3, D.G.R. 2/8/09 n. 46-11968)

Strutture verticali opache	0,33	W/(m²K)
Strutture opache orizzontali o inclinate	0,30	W/(m²K)
Chiusure trasparenti (valore medio vetro/telaio)	2,0	W/(m²K)
Chiusure trasparenti fronte stradale dei locali ad uso non residenziale	2,8	W/(m²K)
Strutture di separazione (verticali, orizzontali e inclinate) tra unità immobiliari	0,8	W/(m²K)

Valori massimi di trasmittanza termica degli elementi costruttivi di involucro (Tab. 5, Allegato 3, D.G.R. 2/8/09 n. 46-11968)

Strutture verticali opache	0,25	W/(m²K)
Strutture opache orizzontali o inclinate	0,23	W/(m²K)
Chiusure trasparenti (valore medio vetro/telaio)	1,7	W/(m²K)
Chiusure trasparenti fronte stradale dei locali ad uso non residenziale	2,0	W/(m²K)
Strutture di separazione (verticali, orizzontali e inclinate) tra unità immobiliari	0,8	W/(m²K)

Valori massimi di trasmittanza termica degli elementi costruttivi di involucro per accedere agli incentivi (Tab. 5, Allegato 3, D.G.R. 2/8/09 n. 46-11968)

Ristrutturazione energetica

L'intervento di ristrutturazione della cascina "Ca Rusa" rientra nel caso contemplato nella legge regionale 28 maggio 2007 n. 13 - Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia, art. 2 comma 2, punto d. (nuova installazione di impianti termici in edifici esistenti).

L'intervento deve rispettare requisiti specifici.

Impianto termico

Si ipotizza l'installazione di un impianto termico a cippato, derivato dalla trasformazione meccanica delle biomasse legnose originali.

Il cippato è legno ridotto in scaglie le cui principali caratteristiche qualitative a uso energetico sono: pezzatura, contenuto idrico e ceneri. Per produrre cippato di qualità si utilizzano: tronchi di conifera sramati, refili e sciaveri di conifera e latifoglia, tronchi di latifoglia con o senza rami e ramaglie di latifoglie, possibilmente con diametro minimo di 5 cm per limitare il contenuto di cenere, maggiormente presente nella corteccia. Comunemente si misura in metri steri (ms), unità di misura che corrisponde al volume di 1 m³ di pezzi di legna accatastati in maniera ordinata, comprensivo degli interstizi vuoti.

La caldaia a cippato utilizza legno vergine ridotto in piccoli pezzi della dimensione di qualche centimetro, caricato automaticamente per mezzo di appositi dispositivi meccanici. È un impianto totalmente automatizzato che non ha limiti dimensionali, potendo raggiungere potenze anche di diversi MW termici.

Un impianto di riscaldamento a cippato è costituito dai seguenti componenti:

- *caldaia*: può essere del tipo caldaia sottoalimentata per potenze da 10 kW fino a 2,5 MW, in cui si impiega cippato con contenuto idrico nel range 5-50%; del tipo caldaia ad alimentazione laterale a griglia fissa per potenze a partire da 25 kW, in cui il cippato a pezzatura uniforme e contenuto idrico inferiore al 30-35%, è introdotto lateralmente nel focolare tramite una coclea o uno spintore e le ceneri prodotte cadono in un cassetto posto sotto la griglia; del tipo caldaia ad alimentazione laterale a griglia mobile per potenze da 15 kW a più di 20 MW, adatte all'impiego di cippato umido (contenuto idrico 40-50%) con elevato contenuto di ceneri. L'accensione del cippato può avvenire sia manualmente, sia automaticamente per mezzo di dispositivi sia elettrici sia a combustibile liquido (bruciatore pilota);
- *contenitore o apposito locale (silo)* per lo stoccaggio del cippato: da posizionare accanto al locale caldaia. Al fine di facilitare le operazioni di scarico del cippato dai mezzi di trasporto, il silo può essere situato al di sotto del piano stradale;
- *sistema di movimentazione del combustibile*;
- *centralina di regolazione*;
- *eventuale accumulatore inerziale*: più piccolo rispetto a quello di una caldaia a legna in ciocchi di pari potenza a causa della minore quantità di combustibile;
- *bollitore per acqua sanitaria*;
- *sistemi di sicurezza*: per impedire eventuali ritorni di fiamma dalla caldaia al silo di stoccaggio, si può interrompere la continuità fisica del flusso del cippato, realizzando una tramoggia di caduta del combustibile interposta a due coclee e dotata di serranda tagliafiamma o di valvola stellare, oppure installare sulla coclea proveniente dal silo una valvola di sicurezza termica collegata all'acquedotto che immette acqua nel canale della coclea in caso di emergenza, oppure si può mantenere la camera di combustione in depressione, dotando la caldaia di dispositivi per il controllo della pressione del focolare;
- *vaso di espansione aperto*: essendo la caldaia posta in un locale separato dal fabbricato servito, è necessario realizzare due circuiti di riscaldamento separati, di cui uno primario a vaso aperto nel locale caldaia e uno secondario a vaso chiuso nel fabbricato da riscaldare; tra i due circuiti è interposto uno scambiatore di calore a piastre.

Per la centrale termica serve un locale ben aerato con una superficie pari a circa 8-10 m² e un accesso indipendente dall'esterno.

Ristrutturazione energetica**Requisiti richiesti**

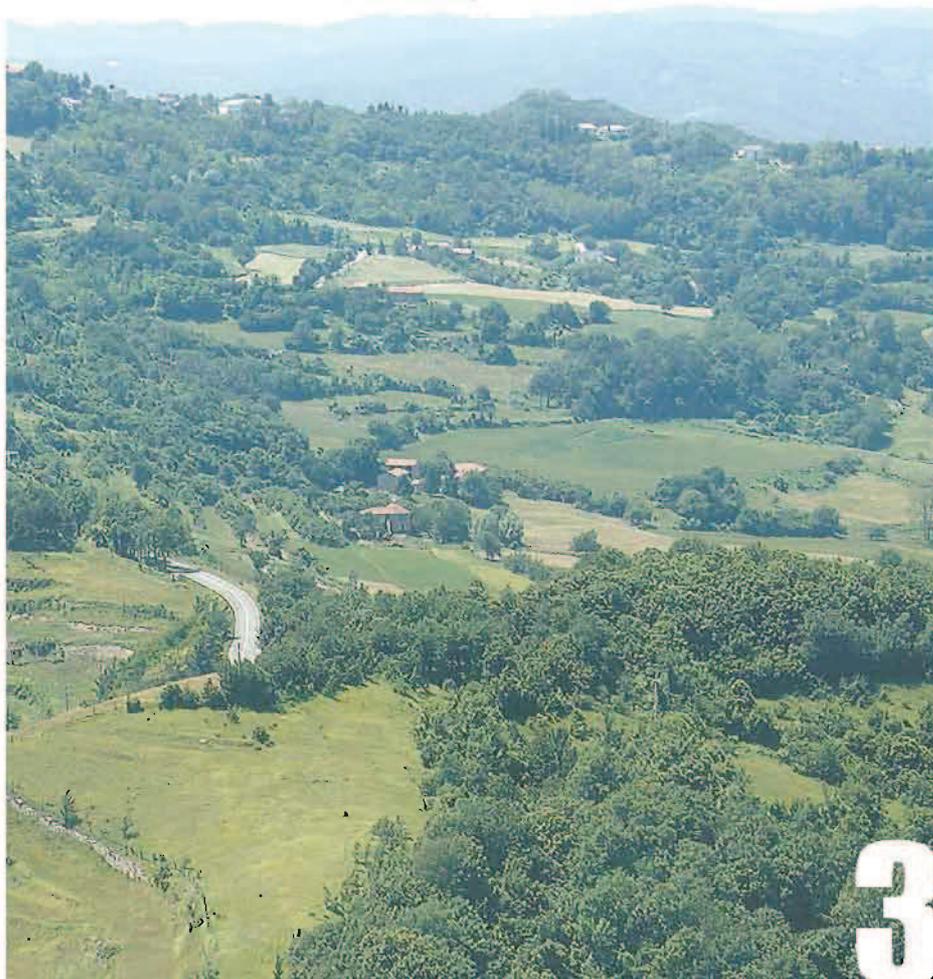
Con riferimento alla Delibera della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968 - Disposizioni attuative della LR 13/2007 in materia di rendimento energetico nell'edilizia, la nuova installazione di impianti termici a biomassa solida in edifici esistenti richiede che siano verificati requisiti energetici RN, requisiti emissivi RM e requisiti tecnici RT:

- RN1: il rendimento medio stagionale dell'impianto termico η_g comprendente i rendimenti di produzione, distribuzione, emissione e regolazione, sia tale che $\eta_g > 77 + 3 \log_{10} P_n$, dove P_n è la potenza nominale del generatore espressa in kW;
- RN2: il rendimento di combustione o rendimento termico convenzionale del generatore η_c sia tale che $\eta_c > 67 + 6 \log_{10} P_n$, dove P_n è la potenza nominale del generatore espressa in kW;
- RM1: le emissioni di ossidi di azoto NOx siano tali che $NOx < 80 \text{ mg/kWh}_t$ e $NOx < 400 \text{ mg/Nm}^3$;
- RM2: le emissioni di polveri totali PT siano tali che $PT < 30 \text{ mg/Nm}^3$;
- RM3: le emissioni di PM10 siano tali che $PM10 < 10 \text{ mg/kWh}_t$;
- RT1: installazione di dispositivi per la regolazione automatica della temperatura ambiente nei singoli locali e nelle zone con caratteristiche di uso ed esposizione uniformi che assicurino un errore di misura inferiore a 5%;
- RT2: installazione di dispositivi per la contabilizzazione del calore per zone con diverso fattore di occupazione, quali foresteria e area didattica che assicurino un errore di misura inferiore a 5%;
- RT3: progettazione della distribuzione a zone caratterizzate da uso ed esposizione uniformi;
- RT4: installazione dei condotti di scarico dei prodotti della combustione oltre ogni ostacolo entro un raggio di 10 m;
- RT5: installazione di dispositivi per la regolazione che assicurino l'erogazione della potenza per massimizzare il rendimento;
- RT6: progettazione di un accumulo termico con volume V tale che $V > 12 \text{ dm}^3/\text{kW}$ e comunque $V > 500 \text{ dm}^3$ (= 500 l).

Impianto di ventilazione controllata

L'impianto di ventilazione controllata fornisce quei ricambi orari necessari per assicurare la qualità dell'aria interna in termini di concentrazione di anidride carbonica, umidità relativa e inquinanti eventualmente emessi da arredi. La sua installazione nella foresteria non è richiesta per legge se si assicurano ricambi orari minimi con l'apertura delle finestre.

Tuttavia è la sola soluzione che, a prescindere dal materiale isolante scelto e dalla mitigazione dei ponti termici, annullerebbe il rischio di condensa interstiziale nell'involucro.



LINEE GUIDA PER IL RECUPERO ENERGETICO DI EDIFICI RURALI IN PIEMONTE

ARCHITETTURA RURALE TRADIZIONALE PIEMONTESE

IPOTESI DI CALCOLO

PARAMETRI DI VERIFICA

SCHEDE ELEMENTI COSTRUTTIVI

SCHEDE NODI COSTRUTTIVI

Linee guida per il recupero energetico di edifici rurali in Piemonte

L'ambito territoriale preso in esame comprende aree caratterizzate da altitudini, morfologie, coltivazioni e tipologie insediative differenti.

Per affrontare lo studio dell'architettura rurale, si è suddiviso il Piemonte in due grandi ambiti territoriali omogenei: l'area collinare e l'area montana. L'area collinare è contraddistinta dalla morfologia delle curve delle colline, caratterizzate dalla presenza di filari di vigneti, coltivate a nocciolo o segnate da versanti incolti e abbandonati. L'area montana è caratterizzata da eterogeneità morfologiche: dai rilievi alpini alla zona subalpina di boschi di faggio e larici; dai boschi di castagni ai vigneti di fondovalle.

I materiali utilizzati nell'edilizia rurale variano in base al luogo in cui il fabbricato è ubicato: nelle aree montane si utilizza prevalentemente la pietra, perché più disponibile in natura; nelle aree collinari è più diffuso il mattone cotto, prodotto nelle fornaci sparse nel territorio, dall'argilla delle colline.

Partendo dall'indagine storica sull'edilizia rurale del territorio piemontese, sono individuati gli elementi ed i nodi costruttivi caratteristici delle costruzioni presenti sia nell'area collinare sia nell'area montana.

Gli elementi costruttivi tradizionali sono analizzati dal punto di vista della conservazione e delle prestazioni termiche ed igrometriche, sia allo stato di fatto sia in seguito ad ipotesi di interventi volti all'ottimizzazione del comportamento energetico.

Per ogni elemento costruttivo è predisposta una raccolta di schede che ripercorrono l'iter metodologico relativo al progetto di ottimizzazione energetica di una preesistenza: si parte con la presentazione dell'elemento costruttivo allo stato di fatto, con particolare riferimento alle caratteristiche materiche e strutturali originarie ed alle modalità di intervento per il suo risanamento conservativo; si propongono, quindi, gli interventi di ottimizzazione energetica analizzando, in presenza di diverse tecniche di isolamento, i comportamenti termici ed igrometrici del componente edilizio e dei materiali di cui è composto.

Partendo dagli elementi costruttivi tradizionali, si identificano alcune soluzioni tecniche d'involucro e si valuta l'efficacia degli interventi di risanamento in termini di comfort interno e di efficienza energetica, nel contestuale rispetto degli aspetti legati alla tutela del manufatto edilizio e della normativa vigente.

Per ogni nodo costruttivo è predisposta una raccolta di schede che analizzano il comportamento termico ed igrometrico dei collegamenti tra elementi edilizi, evidenziando gli accorgimenti necessari per ottenere un miglioramento delle prestazioni energetiche e mitigare le disomogeneità geometriche e dei materiali che li compongono. Ogni nodo è elaborato allo stato di fatto e in seguito all'intervento di ottimizzazione energetica ed è caratterizzato dal punto di vista storico e tecnologico.

Architettura rurale tradizionale piemontese

In Piemonte il '700 è un secolo di grande produzione edilizia nelle campagne; la nascita di grandi cascine e di case rurali rende il paesaggio particolarmente ricco e variegato.

Le tipologie costruttive maggiormente diffuse nell'architettura rurale piemontese sono fortemente correlate al profondo legame contesto-architettura sia dal punto di vista della forma dell'edificio sia dei materiali utilizzati. La morfologia del luogo influenza in modo significativo la forma del manufatto edilizio e all'interno del territorio regionale sono presenti edifici residenziali e rurali con modelli architettonici diversificati. L'economia locale basata sull'agricoltura e l'allevamento ha determinato la nascita di un'architettura caratterizzata da edifici con funzioni diverse e complementari, legata all'entità delle risorse naturali disponibili ed al contesto agro-silvo-pastorale.

Il clima influisce sulla scelta della posizione dell'edificio rurale: come difesa dai rigori della stagione invernale, si posizionerà il fabbricato in una posizione soleggiata, privilegiando i versanti esposti a mezzogiorno. Nelle zone montane è tipica la struttura unitaria dell'edificio rurale, con abitazione e rustico sotto la medesima copertura.

In funzione degli schemi planimetrici, dell'impostazione strutturale, della funzione originaria, del rapporto con il terreno si identificano i modelli principali di edifici dell'architettura rurale piemontese: i ciabot, gli edifici isolati, le "cassine" piemontesi, gli edifici a corpo legato, gli edifici a corte aperta, i fabbricati di servizio.

I **ciabot** sono piccoli edifici isolati, legati alla conduzione del fondo nel quale sono inseriti; sono diffusi sia nel paesaggio agricolo collinare sia nell'area montana.

Ciabot

Sono costituiti da una cellula funzionale che si sviluppa su uno o due piani fuori terra. Sono tradizionalmente utilizzati come ricovero provvisorio e deposito di attrezzi e prodotti agricoli.

I ciabot sono generalmente realizzati con murature portanti in pietra lasciate a vista, che presentano gli spigoli irrobustiti da pietre sbazzate di dimensioni maggiori. Per regolarizzare gli stipiti e gli orizzontamenti superiori delle aperture sono a volte utilizzati mattoni pieni in laterizio.

Nelle zone montane i ciabot sono costruiti in pendio, per permettere l'accesso al piano superiore dal retro sfruttando il dislivello del terreno, senza la presenza della scala.

Gli **edifici isolati** hanno caratteristiche costruttive analoghe ai ciabot; sono presenti sia nel paesaggio agricolo collinare, in posizione dominante o seminascosta nella boscaglia, sia nell'area montana, talvolta dispersi nei boschi.

Edifici isolati

Gli edifici isolati sono costruzioni compatte con pianta quadrata e si sviluppano su uno o due piani in elevato; un piccolo portico, un fienile e un ballatoio con scala esterna completano talvolta l'edificio. Sono piccole residenze temporanee

o permanenti.

Sono generalmente costruiti con murature in pietra a vista o parzialmente intonacata con malte povere di calce aerea. I tetti, a due falde, presentano manti di copertura in scaglie di pietra e sono generalmente privi di grondaie e di pluviali.

“Cassine”

Le “cassine” piemontesi sono edifici a stecca costituiti da un unico corpo di fabbrica. Rappresentano la tipologia più diffusa nell'area collinare; nell'area montana sono presenti nelle valli alpine, generalmente a mezza costa.

Sono costituite da un unico volume a pianta rettangolare; ospitano in modo integrato le principali funzioni dell'attività contadina: residenza, cantina, stalla e fienile.

In questa tipologia di edificio rurale è frequente la separazione della zona destinata ad abitazione dagli ambienti di servizio all'attività agricola. Tale distinzione è evidenziata da una variazione di altezza dei corpi di fabbrica, dal sistema delle aperture e dalle finiture maggiormente accurate della parte residenziale; talvolta sono presenti muri tagliafuoco che emergono oltre le falde della copertura, per la protezione dal rischio di incendi.

Nell'area collinare, le “cassine” sono disposte con l'asse maggiore parallelo alle curve di livello del pendio; nell'area montana i fabbricati hanno l'asse maggiore disposto perpendicolarmente alle curve di livello del pendio.

Edifici a “L”

Gli edifici a corpo legato sono tipologie, con impianto planimetrico a L, derivanti dalla cascina lineare e si configurano come probabile sviluppo della tipologia a stecca con l'aggiunta al corpo di fabbrica originario di costruzioni laterali. Sono diffusi nei territori collinari; nelle zone montane sono presenti esclusivamente nelle aree di fondovalle.

Sui rilievi collinari e sui terreni in pendenza delle zone di fondovalle il lato lungo dell'impianto, generalmente a un solo piano, è disposto parallelamente alle curve di livello e comprende la stalla e il fienile, mentre il corpo di fabbrica che ospita l'abitazione, che può raggiungere anche i tre piani fuori terra, è disposto perpendicolarmente al declivio del terreno.

Sfruttando il dislivello esistente tra le parti che costituiscono il fabbricato è possibile accedere direttamente al primo piano, antistante l'aia ed utilizzare i locali seminterriati, con accesso dalla quota inferiore del terreno, come deposito e cantina per la conservazione dei prodotti alimentari e del vino.

Edifici a “C”

Gli edifici a corte aperta sono complessi agricoli con la caratteristica impostazione planimetrica a C con aia centrale. Questa tipologia di edifici, tipica delle grandi cascine di pianura, è poco diffusa nell'area collinare e non è presente nel paesaggio delle zone montane.

I pochi complessi di questo tipo presenti sul territorio nascono in seguito all'ampliamento di nuclei iniziali con impianto a stecca o a corpo legato.

I fabbricati di servizio all'attività agricola e pastorale hanno caratteristiche diverse nella zone collinari e nelle zone montane.

Fabbricati di servizio

Nell'area collinare, il fienile costituisce generalmente parte di costruzioni di maggiori dimensioni, integrato con il volume adibito a stalla: il volume del fienile, spesso costituito da una grande copertura sorretta da capriate, occupa il piano superiore, mentre la stalla, chiusa da pareti con piccole aperture, trova posto al piano terra. Le grandi aperture del fienile sono a volte completate da muriogliati o da paratie in legno, con funzione di protezione dell'ambiente interno.

Nei territori montani, i fabbricati di servizio, quali fienili, essiccatoi e forni, sono quasi sempre costituiti da volumi isolati.

Il fienile è costituito da un edificio a doppia altezza con aperture ridotte rispetto ai fienili presenti nella zona collinare. Il piano terra è completamente chiuso e ha la funzione di ricovero per gli animali.

Gli essiccatoi sono presenti nelle zone ricche di castagneti come edifici destinati alla conservazione dei prodotti della terra; sono di piccole dimensioni e chiusi su tutti i lati.

I depositi per il fogliame secco sono strutture dotate di pareti laterali in assi di castagno accostate tra loro e assicurate con chiodi.

I forni sono costituiti da strutture murarie con tetti a falda e manti di copertura in pietra.

Caratteristiche degli elementi costruttivi

La muratura delle costruzioni rurali contribuisce in modo significativo a definire i caratteri del paesaggio costruito. Le scatole murarie variano da zona a zona, per colore, tessitura e apparecchiatura degli elementi che le costituiscono, in funzione del tipo di materiale utilizzato, facilmente reperibile presso i luoghi di costruzione.

Murature

Nel territorio piemontese sono presenti murature in pietra, tipiche delle aree montane, e murature in laterizio, prevalenti nelle aree collinari.

Le murature in pietra sono realizzate con blocchi squadriati o con blocchi irregolari di piccola e media pezzatura posti in opera semplicemente accostati e riempiendo gli interstizi con piccole scaglie di pietra o pezzi di mattone. Per le connessioni tra i diversi elementi si usa malta di calce, mista a terriccio. Per la realizzazione dei punti più delicati della scatola muraria, quali spigoli e spalle delle aperture, si utilizzano blocchi più regolari.

Nelle zone montane le murature in pietra, con spessori elevati per garantire la difesa dal clima rigido invernale, possono essere realizzate a secco, senza l'impiego di malta, con superfici lasciate a vista. Le murature in pietra sono talvolta rifinite esternamente con un rivestimento a intonaco di spessore minimo che lascia a vista parte delle pietre.

La tessitura varia in funzione del tipo di pietra e delle pezzature disponibili. Frequente l'utilizzo di catene in legno per legare i muri contrapposti della scatola muraria.

Le murature in laterizio, a vista o intonacate, sono diffuse nelle zone di collina, dove sono presenti cave di argilla e numerose fornaci per la produzione dei mattoni. Negli apparati murari in laterizio, elementi strutturali e di rinforzo, quali pilastri, archi, possono diventare elementi decorativi della facciata.

Aperture

Le aperture negli edifici rurali variano per forma e dimensioni in base alla localizzazione, alla funzione e alla destinazione d'uso del fabbricato.

Nelle zone montane le aperture del manufatto edilizio adibito ad abitazione sono piccole e poco numerose, per riparare l'interno dell'edificio dalle intemperie e dal freddo; anche le aperture delle stalle sono limitate, per proteggere il bestiame dai climi rigidi.

Le aperture dei fienili sono costituite da ampi varchi delimitati superiormente dalla copertura e lateralmente dalla muratura ridotta alla dimensione di un pilastro; talvolta le grandi aperture occupano l'altezza di due piani, con l'eventuale interposizione di orizzontamenti. Negli edifici montani è presente una sola apertura centrale per il fienile, chiusa da antoni in legno.

Negli edifici rurali sono spesso presenti piccole aperture per assicurare la ventilazione ai locali nel sottotetto e per dare luce ai vani scala; tali aperture sono generalmente poste in corrispondenza delle sottostanti aperture dell'ultimo piano, allineate all'asse verticale delle aperture corrispondenti, in modo da formare una serie regolare. A volte sono costituite da aperture di altezza limitata ma di luce corrispondente a quella delle aperture inferiori.

Le aperture sono generalmente delimitate, sul lato superiore, da un architrave composto da travetti di legno affiancati e lasciati a vista o intonacati (nelle zone montane), da una piattabanda in laterizio, a uno o più corsi, lasciata a vista o intonacata o da un arco in laterizio o in conci di pietra (soluzione generalmente adottata nelle aperture dei loggiati e nelle porte con sopra-luce). Nelle piccole aperture l'architrave può essere costituita da una robusta pietra. I loggiati presentano aperture con archi in laterizio intonacato o a vista, impostate su piedritti in laterizio o in pietra.

Le spalle e mazzette delle aperture inserite nelle murature in pietra a vista sono realizzate con l'impiego di blocchi più regolari e di dimensioni maggiori rispetto a quelli presenti nella tessitura muraria o di mattoni pieni ammassati nella parete in pietra.

I davanzali delle finestre sono generalmente in pietra o in laterizio posto di piatto o di coltello. Nelle costruzioni in pietra a vista, i davanzali sono costituiti da un'unica lastra di pietra grezza o lavorata semplicemente, di dimensioni maggiori rispetto alla luce dell'apertura e posta in opera quasi a filo muratura.

Infissi

Gli infissi sono sempre in legno, realizzati con elementi dal disegno molto semplice e spessore limitato.

Le finestre tradizionali sono a due battenti con specchiature quadrate, da due a quattro per anta, in funzione dell'altezza dell'apertura; i vetri sono fissati al telaio mobile con mastice o listelli chiodati, posti sul lato esterno.

I sistemi di oscuramento delle finestre, ancorati al muro con l'impiego di cardini in ferro battuto, possono essere costituiti da:

- antoni ciechi, realizzati con tavole accostate, poste in verticale e connesse mediante chiodatura a due o tre traverse in legno, poste sul lato interno dell'anta,
- sistemi a persiana, a due battenti, privi di telaio fisso e costituiti da un telaio sul quale sono montate le lamelle inclinate a 45° e leggermente sporgenti rispetto al filo del telaio.

Le finestre del piano terra sono protette da inferriate in ferro forgiato a maglia quadrata o rettangolare.

Le aperture dei fienili e dei loggiati sono prive di serramenti; a volte sono presenti chiusure realizzate con muii grigliati o con tamponamenti di assi in legno accostate o da graticci di legno che permettono di proteggere il raccolto depositato, mantenendo una opportuna ventilazione nei locali.

Le coperture sono intese non solo come semplice tetto ma come veri e propri sistemi, caratterizzati da una struttura di sostegno in legno che ne definisce la geometria, da un manto di copertura in lastre di pietra o in coppi di laterizio, che assicura la protezione dalle precipitazioni meteoriche, da elementi accessori funzionali emergenti dalla copertura, quali abbaini e comignoli, da elementi decorativi e di finitura.

Coperture

Le coperture hanno forma prevalentemente a capanna, con inclinazione variabile dai 27° ai 35°.

I manti di copertura dei tetti delle costruzioni rurali possono essere in laterizio o in pietra; alle diverse caratteristiche dimensionali e fisiche degli elementi che costituiscono il manto di copertura corrispondono caratteristiche specifiche di tutti gli altri elementi, quali complessità del disegno delle falde, sezioni, interassi e inclinazione dell'orditura lignea primaria e secondaria ed eventuale presenza e forma di cornicioni, aggetti, pluviali, abbaini e comignoli.

Le strutture di copertura assumono caratteristiche diverse in funzione delle dimensioni e interassi della struttura muraria su cui appoggiano, della luce libera che è necessario mantenere negli ambienti sottostanti e delle diverse dimensioni e peso dei manti discontinui in laterizio o in pietra.

I tetti in laterizio hanno struttura alla "piemontese"; sono costituiti da:

- trave di colmo sorretta dalla muratura esterna e da eventuali setti trasversali o capriate con un interasse di 4-6 m;
- falsi puntoni sorretti dalla trave di colmo e dalla muratura esterna, sulla quale appoggiano con l'interposizione di un dormiente in legno;
- orditura secondaria costituita da arcarecci orizzontali, sovrapposti ai falsi puntoni, e da listelli, posti nel senso della pendenza, sui quali sono disposti i coppi;
- eventuale sporto della copertura, realizzato con l'aggetto dei falsi puntoni o con elementi affiancati ad essi e della stessa sezione (passafuoni).

I tetti in pietra hanno una struttura a capanna alla "lombarda" con interassi contenuti a causa del maggior peso del manto; sono costituiti da:

- orditura primaria costituita da una trave di colmo e una o due travi parallele ad

- essa, longitudinali (costane), poggiata direttamente sulla scatola muraria;
- orditura secondaria costituita da correnti in legno posti lungo la pendenza della falda.

Il manto di copertura in laterizio è posato in doppio strato alla “piemontese” su listelli di legno a sezione rettangolare, posti ad interasse inferiore alla dimensione del coppo e paralleli alla pendenza della falda.

Le lastre di pietra, ottenute a spacco da rocce scistose locali, hanno forma quadrangolare irregolare con bordi sbrecciati e spessore variabile tra i 3 e i 5 cm. Sono posate direttamente sull'orditura secondaria in legno, costituita da listelli con interassi di circa 30 cm, parallela all'inclinazione della falda e mantengono la loro posizione grazie al peso proprio.

Nelle zone montane sono diffusi i tetti di lose, in quanto più resistenti dei laterizi all'azione del gelo ed in grado di sopportare il peso di consistenti spessori di neve senza subire danni rilevanti.

Solai

I sistemi di orizzontamento sono generalmente costituiti da:

- solai lignei a orditura semplice, nei piani superiori;
- voltini in laterizio con putrelle o travi in legno, nei piani bassi.

I solai in legno sono composti da un tavolato ligneo sostenuto da un'orditura primaria in travi segate o squadrate con l'ascia. Le tavole, incastrate tra di loro con il sistema “maschio e femmina”, sono alloggiare in scanalature presenti nelle travi. Nel solaio a tavolato singolo l'assito in legno è inserito nella scanalatura lasciando la trave in rilievo sul piano di calpestio. Nel solaio a tavolato doppio, il primo assito è incastrato nella scanalatura delle travi portanti e un tavolato superiore è fissato alle travi con connettori in legno.

I voltini in laterizio sono costituiti da mattoni disposti di piatto o di coltello e putrelle in ferro o travi in legno sagomate, poggiate sui muri portanti, nella direzione della luce minore, con un interasse variabile tra i 90 e i 100 cm. L'estradosso dei voltini è riempito con materiale inerte sul quale è posata la pavimentazione; l'intradosso dei voltini può essere a vista o intonacato.

Ipotesi di calcolo

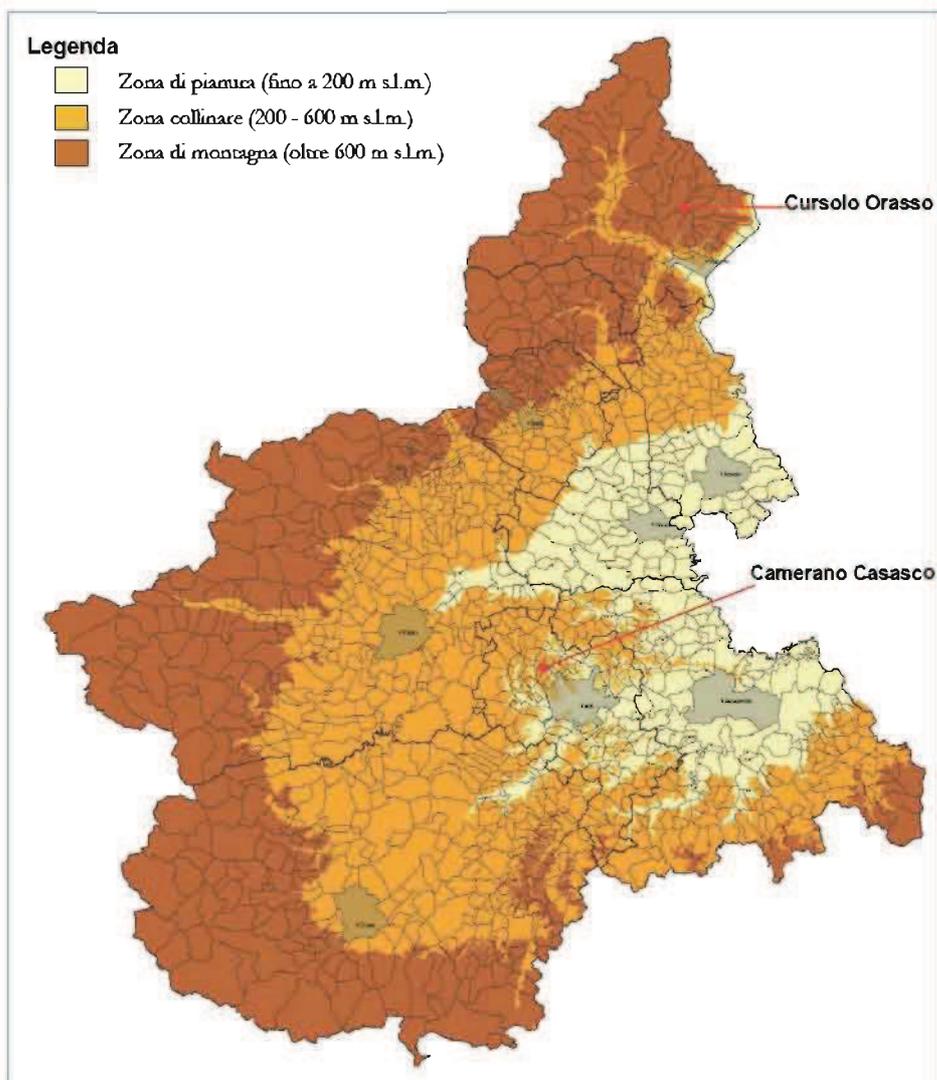
Dati climatici di riferimento

Il territorio della regione Piemonte è stato suddiviso in due aree: zona di pianura e collinare (fino a 600 m s.l.m.) ed area montana (oltre 600 m s.l.m.). All'interno di ogni area è stato individuato un comune di riferimento.

Per l'area collinare, all'interno della quale sono presenti 959 comuni, è stata individuata la fascia altimetrica con il maggior numero di comuni ed è stato preso come riferimento il comune con il valore di gradi giorno maggiore (comune di Camerano Casasco, provincia di Asti, zona climatica E, Gradi Giorno pari a 2734).

Per l'area montana è stato preso come riferimento il comune di Cursolo Orasso, provincia di Verbania, compreso nella zona climatica F (il valore dei gradi giorno di tale comune, pari a 3456, corrisponde alla media dei gradi giorno dei 250 comuni presenti nell'area montana).

Dati climatici

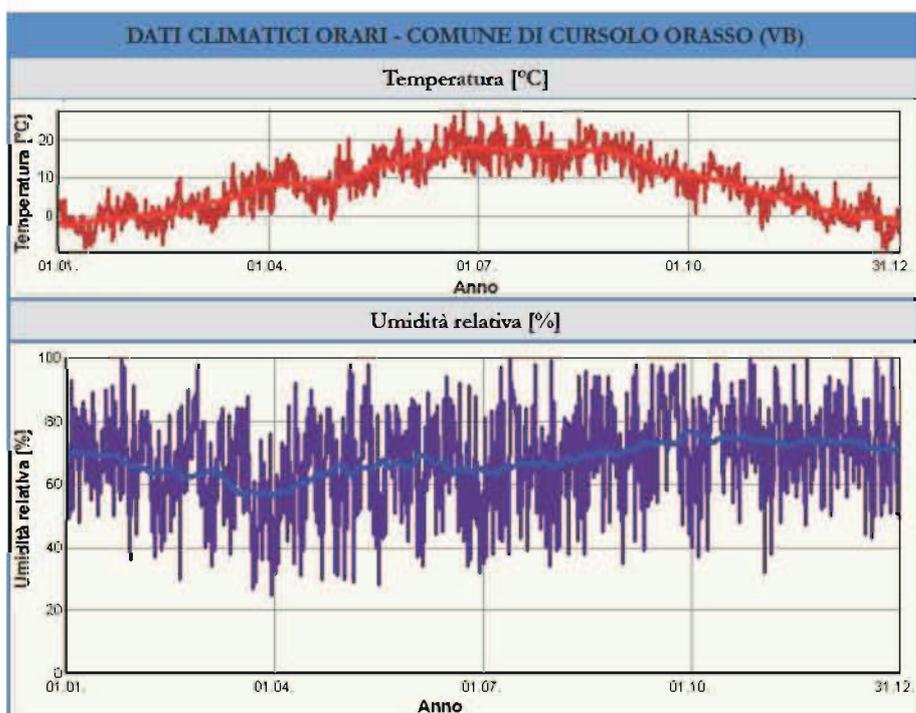
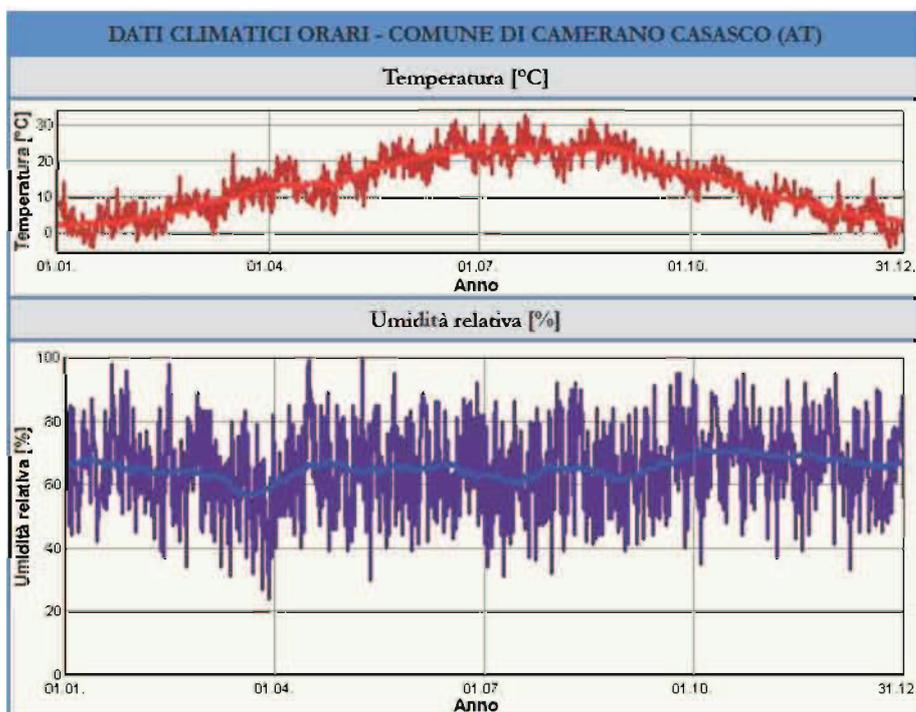


Per le analisi in regime stazionario sono utilizzati i dati climatici calcolati secondo la norma tecnica UNI 10349.

DATI CLIMATICI - COMUNE DI CAMERANO CASASCO (AT)													
Gradi Giorni		2734			[h]	Zona climatica					E	[h]	
Temperatura media annuale		11,3			[°C]	Irradianza media mensile					260	[W/m²]	
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura	[°C]	-1,4	1,7	6,9	12,0	16,0	20,6	23,2	21,9	17,9	11,7	5,1	0,3
Pressione	[Pa]	492	589	781	1083	1382	1821	1980	1913	1643	1179	820	572
Umidità relativa	[%]	83	79	73	72	71	71	66	69	75	80	87	85
Irradianza solare giornaliera media mensile													
Orizzontale	[kWh/m²]	5,2	7,9	12,0	16,3	18,6	20,6	22,5	17,8	13,1	9,1	5,6	4,8
Sud	[kWh/m²]	9,4	10,9	11,6	10,6	9,3	9,2	10,2	10,2	10,8	11,2	9,4	9,7
SE-SO	[kWh/m²]	7,4	9,1	10,9	11,8	11,3	11,6	13,1	11,9	10,9	9,7	7,5	7,5
E-O	[kWh/m²]	4,2	6,1	8,7	11,2	12,2	13,2	14,7	11,9	9,3	6,9	4,5	4,0
NE-NO	[kWh/m²]	2,0	3,2	5,4	8,1	10,0	11,3	12,1	9,1	6,2	3,8	2,2	1,7
Nord	[kWh/m²]	1,8	2,6	3,7	5,4	7,4	8,8	8,8	6,2	4,2	2,9	1,9	1,5
Diffusa	[kWh/m²]	2,5	3,5	5,1	6,7	7,9	8,4	7,8	7,1	5,6	4,0	2,7	2,1

DATI CLIMATICI - COMUNE DI CURSOLO ORASSO (VB)													
Gradi Giorni		3456			[h]	Zona climatica					F	[h]	
Temperatura media annuale		9,2			[°C]	Irradianza media mensile					269	[W/m²]	
		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Temperatura	[°C]	-1,0	0,7	4,6	8,7	12,7	16,9	19,4	18,7	15,4	9,6	4,2	0,3
Pressione	[Pa]	634	682	814	1053	1355	1738	1904	1891	1681	1232	928	704
Umidità relativa	[%]	82	80	73	72	72	71	67	69	75	80	86	85
Irradianza solare giornaliera media mensile													
Orizzontale	[kWh/m²]	5,2	7,4	11,4	16,9	18,2	22,0	23,2	18,3	14,3	9,1	5,9	4,7
Sud	[kWh/m²]	10,2	10,4	11,2	11,3	9,3	9,8	10,7	10,8	12,3	11,7	10,9	9,9
SE-SO	[kWh/m²]	7,3	8,7	10,5	12,5	11,2	12,4	13,6	12,5	12,3	10,0	8,5	7,6
E-O	[kWh/m²]	4,4	5,8	8,4	11,7	12,0	14,3	15,3	12,5	10,4	7,0	4,9	4,0
NE-NO	[kWh/m²]	1,9	3,0	5,2	8,4	9,8	12,1	12,5	9,3	6,6	3,8	2,2	1,7
Nord	[kWh/m²]	1,7	2,4	3,6	5,4	7,3	9,3	9,1	6,3	4,2	2,9	1,9	1,5
Diffusa	[kWh/m²]	2,4	3,4	5,0	6,6	7,9	8,2	7,7	7,0	5,4	3,9	2,6	2,1

Per le analisi igrometriche in regime non stazionario sono utilizzati i dati medi mensili degli ultimi dieci anni per i comuni di riferimento, elaborati con il software Meteonorm (Swiss Federal Office of Energy SFOE).



Condizioni al contorno per l'analisi delle prestazioni termiche

Condizioni al contorno

Nelle simulazioni numeriche per la valutazione delle prestazioni termiche sono definite le condizioni al contorno:

- **Ambiente esterno**, con le seguenti caratteristiche:
 - area montana: temperatura - 1 °C e umidità relativa 82%, corrispondenti alla media mensile del mese più freddo (gennaio) nel Comune di Cursolo Orasso, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 - allegato A
 - area collinare: temperatura - 1,4 °C e umidità relativa 83%, corrispondenti alla media mensile del mese più freddo (gennaio) nel Comune di Camerano Casasco, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 - allegato A
- **Ambiente interno**, con temperatura 20 °C e umidità relativa 65%, come definito nel D.P.R. 59/2009
- **Ambiente interno non riscaldato**; si considerano le stesse condizioni dell'ambiente esterno, perchè più sfavorevoli:
 - area montana: temperatura - 1 °C e umidità relativa 82%, corrispondenti alla media mensile del mese più freddo (gennaio) nel Comune di Cursolo Orasso
 - area collinare: temperatura - 1,4 °C e umidità relativa 83%, corrispondenti alla media mensile del mese più freddo (gennaio) nel Comune di Camerano Casasco
- **Terreno**, con le seguenti caratteristiche:
 - area montana: temperatura 9,2 °C, corrispondente al valore medio annuale della temperatura dell'aria esterna nel Comune di Cursolo Orasso, e umidità relativa 100%, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 - allegato A
 - area collinare: temperatura 11,3 °C, corrispondente al valore medio annuale della temperatura dell'aria esterna nel Comune di Camerano Casasco, e umidità relativa 100%, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 - allegato A

Parametri per la verifica igrometrica

Verifica igrometrica

Nelle simulazioni numeriche per la valutazione dei parametri termo-igrometrici si fa riferimento alla Classe 3 - Alloggi con basso indice di affollamento, secondo la norma tecnica UNI EN ISO 13788 - appendice A.

Si fa riferimento ai dati climatici orari (temperatura, umidità, pioggia, irradiazione) dei comuni di:

- Cursolo Orasso, zona climatica F, per l'area montana;
- Camerano Casasco, zona climatica E, per l'area collinare.

Si utilizzano le condizioni interne proposte dal modello di calcolo della norma tecnica UNI EN ISO 13788 (Prestazione igrometrica dei componenti e degli elementi per l'edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale - Metodi di calcolo), in quanto

rappresentano una ipotesi maggiormente conservativa, in relazione all'apporto di umidità interna, rispetto alle ipotesi del modello di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN 15026 (Prestazione termoigrometrica dei componenti e degli elementi di edificio - Valutazione del trasferimento di umidità mediante una simulazione numerica).

Ai fini della verifica igrometrica, per i valori di conducibilità termica, densità, calore specifico e resistenza alla diffusione del vapore dei materiali che costituiscono gli elementi costruttivi, si fa riferimento allo stato anidro, prendendo in considerazione la dipendenza del dato dall'umidità e dalla temperatura.

Le condizioni iniziali di contenuto di acqua nell'elemento edilizio al momento dell'intervento di ottimizzazione energetica sono ottenute mediante una simulazione dinamica nei tre anni precedenti l'intervento, partendo dall'ipotesi che l'elemento edilizio nei tre anni precedenti fosse in una condizione di equilibrio con le condizioni climatiche esterne ed interne.

Si ipotizza di eseguire l'intervento di risanamento alla fine del periodo di condensazione ed il calcolo è elaborato per un periodo di osservazione che prende in esame i tre anni successivi. In alcuni casi si prolunga il periodo di verifica, in modo da poter osservare il raggiungimento di una condizione di equilibrio all'interno della stratigrafia.

Dispersioni dei nodi costruttivi

Il calcolo della dispersione termica e l'analisi della temperatura sulla superficie interna dei nodi costruttivi sono analizzati con il software alle differenze finite Therm, programma di calcolo sviluppato presso il Lawrence Berkeley National Laboratory. Gli effetti termici di trasferimento nei componenti edilizi sono modellati in modo bidimensionale, basandosi sul metodo numerico dettagliato di calcolo agli elementi finiti per la determinazione del flusso termico in condizioni al contorno stazionarie.

Sulla base delle condizioni al contorno, si calcola il flusso di calore in corrispondenza del ponte termico, espresso attraverso il coefficiente numerico di trasmittanza termica lineica e la distribuzione dei valori di temperatura superficiale interna.

Per il calcolo delle dispersioni attraverso il terreno si fa riferimento al metodo di calcolo descritto nella norma tecnica UNI EN ISO 13370 (Prestazione termica degli edifici - trasferimento di calore attraverso il terreno - Metodi di calcolo).

Per il calcolo della trasmittanza termica lineica e per la verifica della formazione di condensa superficiale si utilizzano i seguenti valori di resistenza termica superficiale:

- resistenza termica superficiale esterna R_{se} pari a $0,04 \text{ m}^2\text{K/W}$;
- resistenza termica superficiale interna R_{si} pari a $0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ per vetri e telai e pari a $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$ per tutte le altre superfici interne in prossimità del nodo costruttivo.

Nodi costruttivi

Caratteristiche termofisiche dei materiali

Caratteristiche dei materiali

L'attendibilità dei dati di una simulazione numerica è determinata dalla correttezza dei parametri utilizzati nell'analisi dei materiali.

In funzione del tipo di analisi che deve essere effettuata, si fa riferimento a parametri diversi:

- **Modellazione stazionaria dei campi di temperatura:** conducibilità termica, densità, calore specifico, fattore di resistenza alla diffusione del vapore, porosità del materiale;
- **Valutazione del comportamento dei materiali igroscopici:** coefficienti di trasporto liquido, isoterma di equilibrio igroscopico.

Conducibilità

La **conducibilità termica** λ rappresenta il flusso di calore che attraversa, in condizioni stazionarie, uno strato di materiale omogeneo di spessore 1 m, per ogni m² di superficie e per ogni kelvin di differenza di temperatura tra le due facce opposte e parallele dell'elemento di materiale considerato.

Al ridursi della conducibilità termica, si ridurrà la capacità del materiale di farsi attraversare da un flusso di calore e aumenterà la sua capacità isolante.

La norma UNI EN ISO 10456 (Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto) illustra i metodi per la determinazione dei valori di conducibilità termica dichiarata e di progetto per materiali e prodotti per l'edilizia termicamente omogenei e fornisce coefficienti di conversione per tenere conto dell'influenza di temperatura e umidità.

La norma distingue tra due valori di conducibilità:

- **conducibilità termica dichiarata:** valore di conducibilità termica, valutato in condizioni di riferimento di temperatura e umidità, per un frattile e livello di confidenza definiti; corrispondente ad una ragionevole durata prevista in esercizio in condizioni normali;
- **conducibilità termica di progetto:** valore di conducibilità termica, in date condizioni esterne e interne, che possa essere considerato come tipico delle prestazioni del materiale e del prodotto quando incorporato in un componente per l'edilizia.

Densità

La **densità** (o massa volumica) ρ è definita come il rapporto tra la massa di un materiale ed il suo volume, come definito dalla norma tecnica UNI EN ISO 7345 (Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni).

Si distingue in:

- **massa volumica apparente** (o geometrica), calcolata considerando all'interno del volume anche il volume dei pori;
- **massa volumica reale**, calcolata considerando il volume al netto del volume dei pori.

È calcolata mediante la formula:

$$\rho = m / V_{\text{tot}} \quad [\text{kg}/\text{m}^3]$$

dove:

ρ = massa volumica del campione $[\text{kg}/\text{m}^3]$

m = massa del campione $[\text{kg}]$

V_{tot} = volume totale del campione $[\text{m}^3]$

I materiali da costruzione, per lo più porosi, sono generalmente caratterizzati tramite la massa volumica apparente, che meglio rappresenta il materiale nelle condizioni di esercizio.

La massa volumica influenza le prestazioni del materiale in termini di sfasamento e smorzamento, che sono generalmente più alti all'aumentare della densità. La massa volumica non influenza in modo rilevante le verifiche igrometriche.

Il calore specifico c_p è la quantità di calore necessaria ad aumentare di 1 K la temperatura di 1 kg di materiale e rappresenta la quantità di calore che un materiale è in grado di accumulare.

Calore specifico

Il calore specifico può essere determinato mediante la formula:

$$c_p = Q / (m \cdot \Delta T) \quad [\text{J}/\text{kgK}]$$

dove:

Q = quantità di calore che attraversa il campione $[\text{J}]$

m = massa del campione $[\text{kg}]$

ΔT = gradiente di temperatura tra le due facce del campione $[\text{K}]$

Il calore specifico non influenza in modo rilevante le verifiche igrometriche.

Il fattore di resistenza alla diffusione del vapore μ è una grandezza adimensionale che indica quanto un materiale sia più resistente al passaggio del vapore acqueo rispetto ad uno strato di aria ferma dello stesso spessore e a parità di condizioni climatiche.

Fattore di resistenza alla diffusione del vapore

Il fattore di resistenza alla diffusione del vapore è strettamente legato alla permeabilità al vapore δ_v del materiale stesso tramite la relazione:

$$\mu = \delta_0 / \delta_v \quad [-]$$

dove:

μ = fattore di resistenza alla diffusione del vapore $[-]$

δ_0 = permeabilità al vapore dell'aria pari a $1,90 \cdot 10^{-10}$ $[\text{kg}/\text{msPa}]$

δ_v = permeabilità al vapore del materiale $[\text{kg}/\text{msPa}]$

Al crescere di μ cresce la resistenza che oppone il materiale al passaggio del vapore e quindi diminuisce la traspirabilità del materiale.

Porosità	<p>La porosità n influenza le capacità igroscopiche e i meccanismi di trasmissione del vapore nel materiale.</p> <p>La porosità si determina mediante la formula:</p> $n = 1 - (\rho_{app} / \rho_{reale}) \quad [m^3/m^3]$ <p>dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> n = porosità del campione $[m^3/m^3]$ ρ_{app} = massa volumica apparente del campione $[kg/m^3]$ ρ_{reale} = massa volumica reale del campione $[kg/m^3]$
Coefficienti di trasporto liquido	<p>I coefficienti di trasporto liquido sono le grandezze necessarie a descrivere il trasporto di liquido (diffusione superficiale e trasporto capillare).</p> <p>Si definiscono due distinti coefficienti di trasporto liquido:</p> <ul style="list-style-type: none"> • coefficiente di trasporto liquido per il processo di adsorbimento D_{vs}: descrive il fenomeno di adsorbimento all'interno dei capillari, che si verifica quando la superficie interessata dal fenomeno è bagnata. Il processo di adsorbimento si attiva a partire dai capillari più grandi, meno resistenti al flusso di adsorbimento, ma capaci di assorbire minori quantità di liquido per la minore tensione capillare. • coefficiente di trasporto liquido per il processo di redistribuzione D_{vv}: descrive il fenomeno di redistribuzione interna ai capillari dell'acqua adsorbita durante il processo di adsorbimento. L'acqua all'interno dei pori è redistribuita all'interno del materiale attraverso i capillari più piccoli che lentamente svuotano quelli più grandi.
Isoterma di equilibrio igroscopico	<p>L'isoterma di equilibrio igroscopico o funzione di equilibrio igroscopico descrive il variare del contenuto di umidità all'interno del materiale al variare dell'umidità relativa dell'aria. Tale curva rappresenta le condizioni in cui ciascun materiale raggiunge una condizione di equilibrio con l'aria circostante a una data temperatura e per i diversi tenori di umidità relativa dell'aria.</p> <p>La funzione di equilibrio igroscopico è utile a descrivere il comportamento igroscopico e le proprietà capillari dei materiali da costruzione: è un parametro tenuto in considerazione nelle verifiche igrometriche in regime dinamico.</p>
Fonti	<p>Nelle presenti linee guida, per le informazioni relative alle caratteristiche termofisiche dei materiali, si fa riferimento alle seguenti fonti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materiali esistenti: dati riportati nelle norme tecniche UNI 10351 (Materiali da costruzione - Conduttività termica e permeabilità al vapore) e UNI EN ISO 10456 (Materiali e prodotti per l'edilizia - Proprietà igrometriche - Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto); • Materiali utilizzati negli interventi di ottimizzazione energetica: dati riportati nelle certificazioni dei produttori.

Parametri di verifica

Verifica delle prestazioni termiche

Per la verifica delle prestazioni termiche degli elementi costruttivi analizzati nelle presenti linee guida, sono stati presi in considerazione i valori limite riportati nella normativa vigente.

La trasmittanza termica delle strutture opache deve rispettare i valori limite riportati nelle Tabelle 2.1, 3.1 e 3.2 del D.P.R. 59/2009.

Prestazioni termiche

Zona climatica	U_{lim} [W/m ² K]		
	Strutture verticali	Strutture orizzontali e inclinate (Coperture)	Strutture orizzontali (Pavimenti verso locali non riscaldati)
E	0,34	0,30	0,33
F	0,33	0,29	0,32

I valori di trasmittanza termica devono essere rispettati a ponte termico “corretto”, in base alla definizione del D.P.R. 59/2009. Qualora il ponte termico non risulti corretto, occorre prendere in considerazione l’incremento di dispersione generato dal ponte termico, calcolando la trasmittanza termica media pesata della “parete corrente più ponte termico”.

La trasmittanza termica delle strutture verticali e orizzontali di separazione tra unità immobiliari confinanti non deve superare il valore di 0,8 W/m²K (D.P.R. 59/2009).

La massa superficiale, calcolata come massa superficiale della parete opaca compresa la malta dei giunti ed esclusi gli intonaci, delle pareti opache verticali, ad eccezione di quelle comprese nel quadrante nord-ovest / nord / nord-est, deve essere superiore a 230 kg/m² (D.Lgs. 192/2005 - Allegato A).

Il modulo di trasmittanza termica periodica deve rispettare i valori limite riportati nel D.P.R. 59/2009:

- Pareti opache verticali: 0,12 W/m²K;
- Pareti opache orizzontali e inclinate: 0,20 W/m²K.

Le verifiche di massa superficiale e trasmittanza termica periodica non sono richieste per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile di irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m². Tali parametri possono tuttavia essere presi in considerazione per garantire un buon comportamento estivo dell’involucro edilizio.

Verifica delle prestazioni igrometriche

Prestazioni igrometriche

Per la verifica igrometrica degli elementi e dei nodi costruttivi analizzati nelle presenti linee guida, sono stati valutati i fenomeni di:

- condensazione superficiale del vapore acqueo sul lato interno degli elementi e dei nodi costruttivi;
- condensazione interstiziale del vapore acqueo all'interno degli elementi costruttivi.

Condensa superficiale

Il fenomeno della condensazione superficiale è tipico di edifici poco isolati e/o in cui non sono stati corretti i ponti termici.

Il D.P.R. 59/2009 prescrive la verifica di assenza di condensazioni superficiali, nel caso di risanamento energetico parziale o totale dell'involucro edilizio.

Per evitare la formazione di condensa superficiale, la temperatura superficiale interna dovrebbe essere sempre superiore a 13,2 °C. Questo valore, corrispondente al raggiungimento della saturazione per determinate condizioni di temperatura e umidità relativa dell'aria interna ($T_i = 20$ °C; UR = 65%), è determinato in funzione della pressione di saturazione attraverso le formule riportate nell'appendice E della norma UNI EN ISO 13788.

Condensa interstiziale

Il fenomeno della condensazione interstiziale riguarda prevalentemente gli edifici isolati, nei quali la presenza dell'isolamento termico consente maggiori temperature superficiali interne e "sposta" l'eventuale punto di condensa all'interno dell'elemento costruttivo.

Tale fenomeno può verificarsi quando, nella stagione invernale, il vapore acqueo, migrando dall'interno all'esterno dell'edificio a causa della differenza di pressione parziale, incontra strati di materiale a temperatura tale da causarne la condensazione.

Il D.P.R. 59/2009 consente la formazione di condensa interstiziale in quantità limitate, ponendo come condizione il rispetto della quantità ammissibile di condensa per il materiale interessato dal fenomeno e la completa evaporazione della quantità di condensa accumulata nel corso dell'anno.

I fenomeni di condensazione interstiziale possono essere valutati secondo due differenti metodi di verifica:

- **verifica in regime stazionario** secondo la norma UNI EN ISO 13788 (come previsto dal DPR 59/2009 - Allegato B);
- **verifica in regime dinamico** secondo la norma UNI EN 15026.

Verifica stazionaria

Il metodo di verifica proposto dalla norma UNI EN ISO 13788 per la valutazione del rischio di condensa interstiziale prevede un bilancio igrometrico di durata annuale su base mensile tramite la determinazione della quantità di umidità che condensa o evapora in ciascun mese dell'anno; è una verifica semplificata in quanto tiene conto della sola umidità trasportata per diffusione e trascura altre fonti di umidità.

La stessa norma UNI EN ISO 13788 precisa che il metodo di verifica per la

valutazione della condensa interstiziale proposto può essere utilizzato solo per quegli elementi costruttivi in cui i fenomeni fisici non considerati hanno effetti trascurabili.

La norma UNI EN 15026 indica le modalità per le verifiche igrometriche in regime dinamico, definendo come applicare i programmi di simulazione igrometrica in grado di definire il passaggio transitorio e monodimensionale di calore e umidità attraverso i componenti dell'involucro edilizio in condizioni non stazionarie su entrambe le facce. Il calcolo dinamico prende in considerazione fenomeni quali la pioggia battente, il trasporto di acqua per capillarità, l'adattamento dinamico sia delle condizioni climatiche esterne con scansione oraria (soleggiamento, precipitazioni, vento, temperatura) sia delle variazioni delle caratteristiche dei materiali (conducibilità ed igroscopicità) in funzione dell'umidità relativa.

La simulazione dinamica prevista dalla norma UNI EN 15026 non prevede un periodo di osservazione prestabilito: generalmente è bene eseguire le simulazioni igrometriche dinamiche per un periodo di osservazione non inferiore ai tre anni, ma in alcuni casi può essere utile prolungare la verifica a più anni, in modo da poter osservare il raggiungimento di una condizione di equilibrio dinamico all'interno della stratigrafia.

L'analisi igrometrica per la verifica della condensa interstiziale è stata eseguita con il software di calcolo WUFI (Wärme und Feuchte Instationär), programma di simulazione sviluppato dal Fraunhofer - Institut für Bauphysik, IBP.

Verifica dinamica

Schede elementi costruttivi

Guida alla lettura

SCHEDA 1

The diagram illustrates the layout of a construction element data sheet (SCHEDA 1). It features a header section with three boxes labeled A, B, and C, and a small box labeled 1. The main body is divided into several sections:

- Top Row:** Two columns: "Descrizione del componente" (left) and "Intervento di riqualificazione energetica" (right).
- Middle Row:** Two columns: "Analisi del degrado e del dissesto" (left) and "Intervento di consolidamento" (right).
- Bottom Row:** A single wide section: "Intervento di risanamento conservativo".

Labels A through H indicate specific areas:

- A:** Points to the first header box.
- B:** Points to the second header box.
- C:** Points to the third header box.
- D:** Points to the left side of the "Descrizione del componente" section.
- E:** Points to the right side of the "Intervento di riqualificazione energetica" section.
- F:** Points to the left side of the "Analisi del degrado e del dissesto" section.
- G:** Points to the right side of the "Intervento di consolidamento" section.
- H:** Points to the left side of the "Intervento di risanamento conservativo" section.

On the right side, there is a vertical label: "ANALISI STATO DI FATTO".

Il documento è relativo all'analisi dello stato di fatto e contiene le seguenti informazioni:

Scheda 1

A. Codice scheda.

Identifica ogni elemento costruttivo analizzato. Sono previsti i seguenti elementi costruttivi:

- P - chiusure verticali opache
- S - divisori orizzontali
- C - coperture

B. Nome dell'elemento costruttivo.

Riporta la descrizione sintetica dell'elemento costruttivo analizzato allo stato di fatto, con l'indicazione dei principali materiali di cui è composto e dell'eventuale finitura interna ed esterna.

C. Ambito territoriale.

Indica l'ambito territoriale in cui il componente è presente.

La regione oggetto di studio comprende territori caratterizzati da altitudini, morfologie e tipologie insediative differenti.

Sono previsti i seguenti ambiti territoriali:

- area montana - altitudine superiore a 600 m s.l.m.
- area collinare (e di pianura) - altitudine fino a 600 m s.l.m.

D. Descrizione del componente.

Riporta la descrizione dell'elemento costruttivo tradizionale, con riferimento ai materiali, alla tecnica costruttiva e agli aspetti bioclimatici che lo caratterizzano.

E. Intervento di riqualificazione energetica.

Riporta le indicazioni sugli interventi previsti per l'ottimizzazione energetica dell'elemento costruttivo preso in esame e sulle ragioni che hanno motivato la scelta.

F. Analisi del degrado e del dissesto.

Riporta l'analisi dello stato di conservazione dell'elemento costruttivo, individuando i principali degradi, dissesti e cause che li hanno generati.

Gli elementi costruttivi possono presentare forme di dissesto strutturale, generale o localizzato, e forme di degrado, superficiale o profondo, legato ai materiali utilizzati.

Prima di procedere a qualunque intervento sugli elementi costruttivi è necessario eseguire alcuni controlli, anche semplicemente con una osservazione diretta, per individuare le cause di eventuali fenomeni di degrado o di dissesto, perché la sola eliminazione dei loro effetti non impedisce il ripresentarsi in futuro dei problemi ad essi connessi.

Quando sono presenti fratture e lesioni è importante il rilievo del quadro fessurativo, con indicazione della posizione, dell'andamento e delle dimensioni delle lesioni.

E' consigliabile verificare, con l'ausilio di adeguata strumentazione, la presenza di eventuali cedimenti del terreno, la consistenza degli appoggi al suolo delle murature portanti, la presenza di deformazioni localizzate e la compattezza delle sezioni murarie.

Per una corretta scelta degli interventi utili al consolidamento ed al risanamento conservativo, è necessario verificare se i fenomeni presenti sono in evoluzione o assestati.

G. Intervento di consolidamento.

Riporta le indicazioni sugli interventi di miglioramento sismico necessari per ridurre la vulnerabilità sismica in funzione dello stato di conservazione dell'edificio, proponendo le soluzioni individuate per eliminare i dissesti attraverso un consolidamento rispettoso delle tecniche costruttive originarie. Si individuano gli interventi più adatti per ridare alla struttura l'originale consistenza, rispettando il comportamento strutturale della scatola muraria e le caratteristiche morfologiche, dimensionali e tecnico-costruttive dei materiali e degli elementi caratterizzanti la costruzione.

Gli interventi di carattere strutturale devono essere definiti con la collaborazione di specialisti in consolidamento strutturale e possono riguardare:

- rinforzo di parte o di tutti gli elementi resistenti: per aumentare la resistenza, la rigidezza e la duttilità degli elementi strutturali per contrastare cinematismi locali;
- inserimento di nuovi elementi, compatibili con quelli esistenti: per eliminare la vulnerabilità locale di alcune parti della costruzione e migliorare il funzionamento complessivo in termini di resistenza o duttilità;
- riduzione delle masse: per eliminare gli elementi che nel corso degli anni sono stati aggiunti all'originale struttura e che in caso di azioni dinamiche possono aumentare la vulnerabilità dell'edificio.

H. Intervento di risanamento conservativo.

Riporta le indicazioni relative agli interventi di risanamento conservativo del componente esaminato, proponendo le soluzioni individuate per eliminare i degradi.

Tali indicazioni costituiscono la base da cui partire per un attento intervento sull'esistente, come fase preliminare indispensabile per un corretto intervento di riqualificazione energetica.

SCHEDA 2

A
B
C
2

	Dettaglio della stratigrafia	Analisi termolometrica - temperature																																																																								
D	E																																																																									
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 20%;">Trasmissione termica</td> <td style="width: 10%;">U</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">[W/m²K]</td> <td style="width: 10%;">Sfasamento</td> <td style="width: 10%;">ϕ_{12}</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">(h)</td> </tr> <tr> <td>Resistenza termica</td> <td>R_s</td> <td></td> <td>[m²K/W]</td> <td>Fattore di attenuazione</td> <td>f_s</td> <td></td> <td>(-)</td> </tr> <tr> <td>Massa superficiale</td> <td>M_s</td> <td></td> <td>[kg/m²]</td> <td>Capacità termica interna</td> <td>k_i</td> <td></td> <td>[kJ/m²K]</td> </tr> <tr> <td>Trasmittanza periodica</td> <td>Y_p</td> <td></td> <td>[W/m²K]</td> <td>Capacità termica esterna</td> <td>k_e</td> <td></td> <td>[kJ/m²K]</td> </tr> </table>	Trasmissione termica	U		[W/m ² K]	Sfasamento	ϕ_{12}		(h)	Resistenza termica	R_s		[m ² K/W]	Fattore di attenuazione	f_s		(-)	Massa superficiale	M_s		[kg/m ²]	Capacità termica interna	k_i		[kJ/m ² K]	Trasmittanza periodica	Y_p		[W/m ² K]	Capacità termica esterna	k_e		[kJ/m ² K]																																									
Trasmissione termica	U		[W/m ² K]	Sfasamento	ϕ_{12}		(h)																																																																			
Resistenza termica	R_s		[m ² K/W]	Fattore di attenuazione	f_s		(-)																																																																			
Massa superficiale	M_s		[kg/m ²]	Capacità termica interna	k_i		[kJ/m ² K]																																																																			
Trasmittanza periodica	Y_p		[W/m ² K]	Capacità termica esterna	k_e		[kJ/m ² K]																																																																			
G	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;"></th> <th style="width: 10%;">d</th> <th style="width: 10%;">λ</th> <th style="width: 10%;">C_p</th> <th style="width: 10%;">ρ</th> <th style="width: 10%;">μ</th> </tr> <tr> <th></th> <th>[m]</th> <th>[W/mK]</th> <th>[J/kgK]</th> <th>[kg/m³]</th> <th>(-)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>		d	λ	C _p	ρ	μ		[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m ³]	(-)																																																													
	d	λ	C _p	ρ	μ																																																																					
	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m ³]	(-)																																																																					
H	Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario	Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico																																																																								
	I	I																																																																								
	Concentrazione d'acqua [kg/m ³]	Tempo [ore]																																																																								
	ANALISI STATO DI FATTO																																																																									

Scheda 2

Il documento è relativo all'analisi dello stato di fatto e contiene le seguenti informazioni:

A. Codice scheda.

Identifica ogni elemento costruttivo analizzato. Sono previsti i seguenti elementi costruttivi:

- **P** - chiusure verticali opache
- **S** - divisori orizzontali
- **C** - coperture

B. Nome dell'elemento costruttivo.

Riporta la descrizione sintetica dell'elemento costruttivo analizzato allo stato di fatto, con l'indicazione dei principali materiali di cui è composto e dell'eventuale finitura interna ed esterna.

C. Ambito territoriale.

Indica l'ambito territoriale in cui il componente è presente.

La regione oggetto di studio comprende territori caratterizzati da altitudini, morfologie e tipologie insediative differenti.

Sono previsti i seguenti ambiti territoriali:

- **area montana** - altitudine superiore a 600 m s.l.m.
- **area collinare** (e di pianura) - altitudine fino a 600 m s.l.m.

D. Dettaglio della stratigrafia.

Riporta i singoli strati che compongono l'elemento costruttivo in una rappresentazione grafica bidimensionale.

Sono riportate le indicazioni relative alle condizioni al contorno del componente preso in esame:

- **E** - ambiente esterno;
- **I** - ambiente interno riscaldato;
- **U** - ambiente interno non riscaldato;
- **G** - terreno.

E. Analisi termoigrometrica.

E' la rappresentazione grafica che riporta l'andamento delle temperature all'interno della stratigrafia allo stato di fatto, evidenziando le isoterme di condensazione (13,2 °C) con il colore grigio e le isoterme critiche per la crescita di muffa (16,7 °C) con il colore blu.

F. Caratteristiche termiche

La tabella riporta le caratteristiche termiche statiche e dinamiche della stratigrafia allo stato di fatto:

- **trasmittanza termica U** [W/m^2K] - è la quantità di calore che, in regime stazionario, passa attraverso un metro quadrato di superficie tra le due facce opposte e parallele del componente edilizio analizzato; la trasmittanza termica è calcolata come l'inverso della resistenza termica totale, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 6946.

- **resistenza termica totale R [m^2K/W]** - è data dalla somma della resistenza superficiale interna R_{si} , della resistenza termica di ogni strato ΣR_i e della resistenza superficiale esterna R_{se} , come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 6946.
- **massa superficiale M_s [kg/m^2]** - è la massa per unità di superficie della parete opaca, compresa la malta dei giunti, esclusi gli intonaci, come riportato nel D.Lgs. 192/2005 - allegato A.
- **trasmittanza termica periodica Y_{ie} [W/m^2K]** - è il parametro rappresentativo del comportamento nel periodo estivo di un elemento di involucro; valuta la capacità dell'elemento opaco di sfasare ed attenuare il flusso termico che lo attraversa nell'arco delle 24 ore, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13786.
- **sfasamento φ_{12} [h]** - è il ritardo temporale tra il massimo del flusso termico entrante nell'ambiente interno ed il massimo della temperatura dell'ambiente esterno, come definito nel D.M. 26/06/2009.
- **fattore di attenuazione f_a o "fattore di decremento" [-]** - è dato dal rapporto tra il modulo della trasmittanza termica dinamica Y_{ie} e la trasmittanza termica in condizioni stazionarie U , come definito nel D.M. 26/06/2009.
- **capacità termica interna k_i [kJ/m^2K]** - è il parametro rappresentativo dell'effettiva capacità di accumulo di energia sul lato interno della parete, come determinato nella norma tecnica UNI EN ISO 13786.
- **capacità termica esterna k_e [kJ/m^2K]** - è il parametro rappresentativo dell'effettiva capacità di accumulo di energia sul lato esterno della parete, come determinato nella norma tecnica UNI EN ISO 13786.

G. Componenti stratigrafia.

La tabella presenta la successione dei materiali che compongono l'elemento costruttivo analizzato e riporta, per ogni strato che compone il componente analizzato, le seguenti informazioni:

- **spessore d [m]**
- **conduttività termica λ [W/mK]** - rappresenta la capacità termica di un materiale omogeneo a lasciarsi attraversare dal calore e dipende dalla struttura, dallo stato fisico, dalla temperatura e dal contenuto di umidità del materiale.
In alcuni casi, nella tabella, in sostituzione del valore di conduttività, è indicato il valore della resistenza termica [m^2K/W], in quanto maggiormente significativo per lo strato in esame.
- **calore specifico c_p [J/kgK]** - indica la quantità di energia assorbita da un chilogrammo di materiale in seguito ad un aumento di temperatura pari a un kelvin. Il parametro rappresenta la quantità di calore che un materiale può accumulare e dipende dalla densità e dalla composizione strutturale del materiale.
- **massa volumica ρ [kg/m^3]** - è data dal rapporto tra la massa del materiale ed il suo volume; il parametro influenza le capacità transitorie del materiale.
- **fattore di resistenza al vapore μ [-]** - è il parametro che indica quante volte il materiale è più resistente al passaggio del vapore rispetto ad uno

strato di aria ferma dello stesso spessore.

Se nella stratigrafia sono presenti strati non omogenei, la tabella riporta i valori relativi ai singoli componenti dello strato e, nelle note esplicative della tabella, sono indicati eventuali dati utili per il calcolo (es. larghezza listelli, interassi).

Le note specificano inoltre le assunzioni adottate per il calcolo delle caratteristiche termofisiche dei materiali e delle prestazioni termiche dell'elemento costruttivo.

H. Analisi dell'umidità in regime stazionario.

Il diagramma restituisce graficamente il fenomeno della condensa all'interno di un elemento costruttivo, evidenziando le pressioni di saturazione del vapore con una linea verde e le pressioni parziali del vapore con una linea rossa. Il calcolo è effettuato in funzione della permeabilità al passaggio del vapore dei materiali che costituiscono il componente in esame.

I. Analisi dell'umidità in regime dinamico.

Il diagramma rappresenta l'andamento del contenuto di umidità all'interno dell'elemento edilizio, in regime non stazionario, in un periodo di tre anni precedenti l'intervento di ottimizzazione energetica.

Il calcolo prende in considerazione un elemento costruttivo orientato a nord, con altezza dell'edificio fino a dieci metri.

SCHEDA 3

3

A
B
C

Dettaglio della stratigrafia

Analisi termoisometrica - temperature

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO

Scheda 3

Il documento è relativo all'analisi dell'intervento di riqualificazione energetica e contiene le seguenti informazioni:

A. Codice scheda.

Riprende il codice della stratigrafia corrispondente allo stato di fatto e specifica il tipo di intervento ipotizzato:

- e - intervento di isolamento sul lato esterno (lato freddo)
- i - intervento di isolamento sul lato interno (lato caldo)
- m- intervento di isolamento nell'intercapedine

B. Nome dell'elemento costruttivo.

Riporta la descrizione sintetica dell'elemento costruttivo analizzato, con l'indicazione dei principali materiali di cui è composto e delle modalità con cui è effettuato l'intervento di risanamento energetico.

C. Ambito territoriale.

Indica l'ambito territoriale in cui il componente è presente.

Sono previsti i seguenti ambiti territoriali:

- area montana - altitudine superiore a 600 m s.l.m.
- area collinare (e di pianura) - altitudine fino a 600 m s.l.m.

D. Dettaglio della stratigrafia.

Riporta i singoli strati che compongono l'elemento costruttivo in una rappresentazione grafica bidimensionale.

La parte del disegno in bianco e nero si riferisce agli strati presenti prima dell'intervento di riqualificazione; la parte del disegno evidenziata in giallo indica gli strati inseriti in seguito all'intervento di ottimizzazione energetica.

Nel caso di intervento sul lato esterno o sul lato interno, è riportato lo spessore minimo di materiale isolante in grado di consentire il raggiungimento del valore limite di trasmittanza U per la zona climatica di riferimento, senza determinare condizioni igrometriche critiche.

Si fa riferimento alle seguenti zone climatiche:

- area montana: zona climatica F (Comune di Cursolo Orasso)
- area collinare: zona climatica E (Comune di Camerano Casasco)

Nel caso di intervento nell'intercapedine, lo spessore dello strato isolante è vincolato allo spessore di aria presente nella stratigrafia esistente.

Sono riportate le indicazioni relative alle condizioni al contorno del componente analizzato:

- E - ambiente esterno;
- I - ambiente interno riscaldato;
- U - ambiente interno non riscaldato;
- G - terreno.

E. Analisi termoigrometrica.

E' la rappresentazione grafica che riporta l'andamento delle temperature all'interno della stratigrafia in seguito all'intervento di riqualificazione, evidenziando le isoterme di condensazione (13,2 °C) con il colore grigio e le

isoterme critiche per la crescita di muffa (16,7 °C) con il colore blu.

F. Componenti stratigrafia.

La tabella presenta la successione dei materiali che compongono l'elemento costruttivo analizzato.

In ogni tipologia di intervento, sono analizzati tre diversi materiali isolanti e sono riportati gli spessori minimi che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza U per la zona climatica di riferimento.

La tabella evidenzia in giallo gli strati inseriti in seguito all'intervento di risanamento.

La tabella riporta, per ogni strato del componente analizzato, le seguenti informazioni:

- spessore d [m]
- conduttività termica λ [W/mK] - rappresenta la capacità termica di un materiale omogeneo a lasciarsi attraversare dal calore e dipende dalla struttura, dallo stato fisico, dalla temperatura e dal contenuto di umidità del materiale.
In alcuni casi, nella tabella, in sostituzione del valore di conduttività, è indicato il valore della resistenza termica [m²K/W], in quanto maggiormente significativo per lo strato in esame.
- calore specifico c_p [J/kgK] - indica la quantità di energia assorbita da un chilogrammo di materiale in seguito ad un aumento di temperatura pari a un kelvin. Il parametro rappresenta la quantità di calore che un materiale può accumulare e dipende dalla densità e dalla composizione strutturale del materiale.
- massa volumica ρ [kg/m³] - è data dal rapporto tra la massa del materiale ed il suo volume; il parametro influenza le capacità transitorie del materiale.
- fattore di resistenza al vapore μ [-] - è il parametro che indica quante volte il materiale è più resistente al passaggio del vapore rispetto ad uno strato di aria ferma dello stesso spessore.

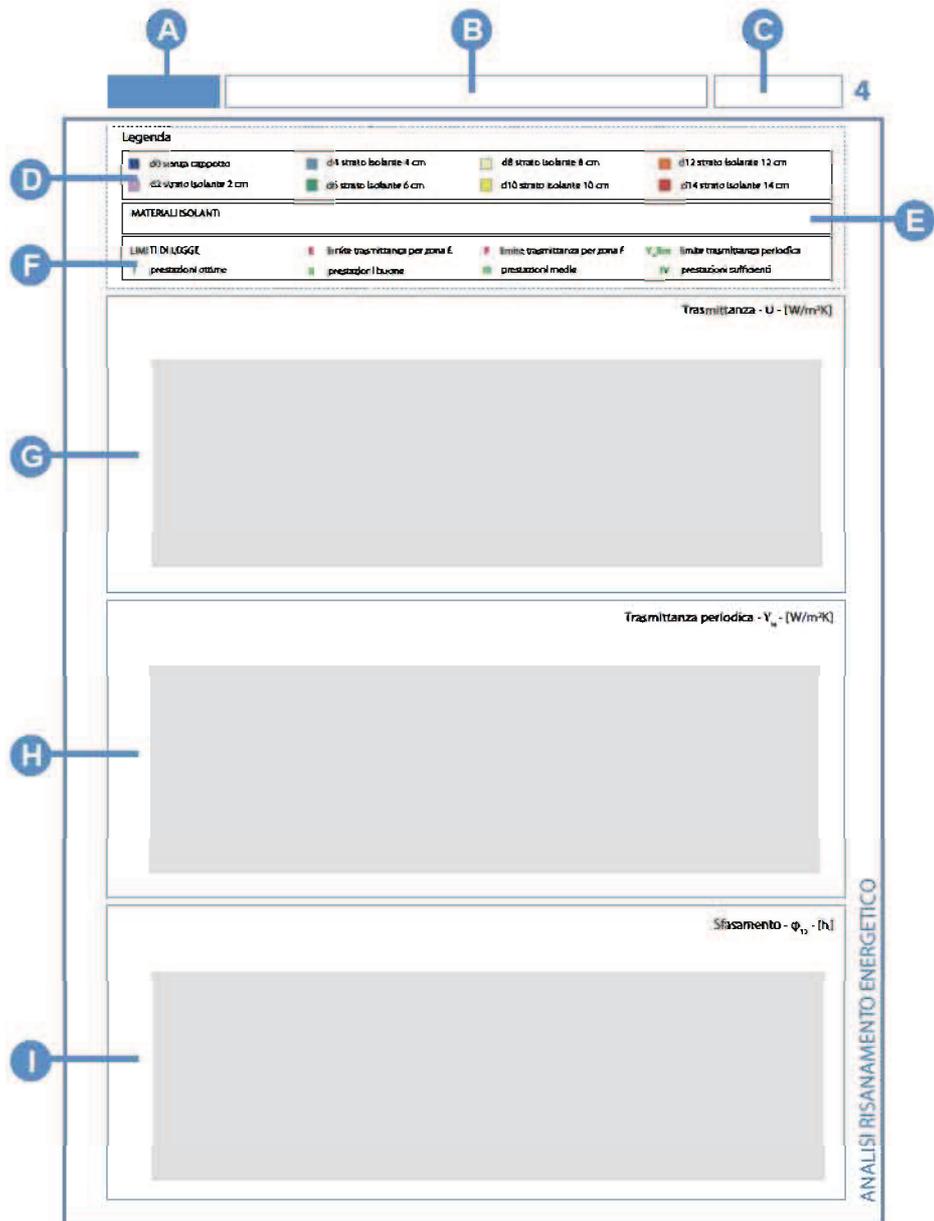
Se nella stratigrafia sono presenti strati non omogenei, la tabella riporta i valori relativi ai singoli componenti dello strato e, nelle note esplicative della tabella, sono indicati eventuali dati utili per il calcolo (es. larghezza listelli, interassi).

Le note specificano inoltre le assunzioni adottate per il calcolo delle caratteristiche termofisiche dei materiali e delle prestazioni termiche dell'elemento costruttivo.

G. Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica.

Riporta la descrizione delle fasi dell'intervento di risanamento energetico, esplicitando, in particolare, gli accorgimenti fondamentali per una corretta posa in opera dello strato isolante.

SCHEDA 4



Il documento è relativo all'analisi dell'intervento di riqualificazione energetica e contiene le seguenti informazioni:

Scheda 4

A. Codice scheda.

Riprende il codice della stratigrafia in seguito all'intervento di risanamento, riportato nella scheda 3.

B. Nome dell'elemento costruttivo.

Riprende il nome del componente costruttivo in esame, riportato nella scheda 3.

C. Ambito territoriale.

Riprende l'ambito territoriale in cui il componente è presente, riportato nelle schede precedenti.

D. Legenda spessori strato isolante.

Riporta il colore e la sigla che identificano nei grafici, sull'asse delle ascisse, lo spessore in centimetri dell'isolante utilizzato nell'intervento di riqualificazione.

E. Legenda materiali isolanti.

Riporta i codici e la descrizione completa dei materiali isolanti utilizzati nell'intervento di riqualificazione:

- CCA - isolante in cemento cellulare autoclavato
- CE - isolante in fiocchi di cellulosa
- CG - isolante in vetro cellulare
- EPS - isolante in polistirene espanso grafitato
- GCG - isolante granulato in vetro cellulare
- HW - isolante in fibra di canapa
- MW - isolante in lana di roccia
- WF - isolante in fibra di legno
- XPS - isolante in polistirene estruso grafitato

F. Legenda valori limite.

Riporta i simboli e il colore utilizzati nei grafici per indicare i valori limite fissati nella normativa per i parametri analizzati (trasmissione termica, trasmissione termica periodica e sfasamento).

Sono riportati in rosso i limiti obbligatori; in verde i limiti facoltativi o utili per indicare una valutazione qualitativa.

G. Valori di trasmissione.

Il grafico rappresenta i valori di trasmissione termica dell'elemento costruttivo e la riduzione percentuale di tale valore in riferimento allo stato di fatto (d_0). Sono riportati i dati relativi alla situazione di partenza e quelli previsti dopo l'intervento, ipotizzando l'utilizzo di tre materiali isolanti diversi.

Per ogni materiale isolante sono esaminati diversi spessori.

Sul lato destro del grafico sono riportati i valori limite previsti per le zone climatiche E ed F, con riferimento al D.P.R. 59/2009.

H. Valori di trasmittanza periodica.

Il grafico rappresenta i valori di trasmittanza termica periodica dell'elemento costruttivo.

Sono riportati i dati relativi allo stato di fatto (d_0) e quelli previsti dopo l'intervento, ipotizzando l'utilizzo di tre materiali isolanti diversi.

Per ogni materiale isolante sono esaminati diversi spessori.

Sul lato destro del grafico è riportato il valore limite previsto dal D.P.R. 59/2009; tale limite non è obbligatorio per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile di irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m^2 .

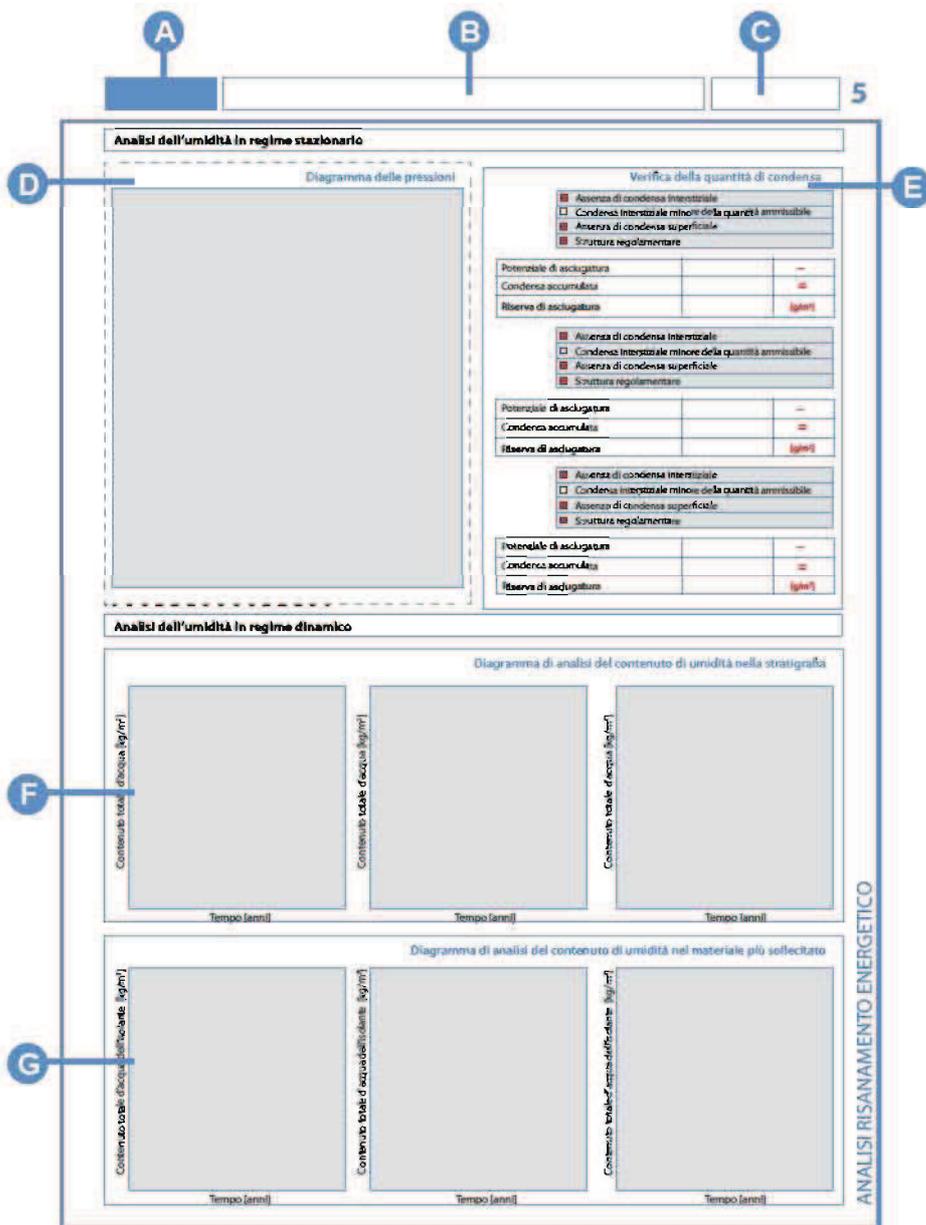
I. Valori di sfasamento.

Il grafico rappresenta i valori di sfasamento dell'elemento costruttivo e riporta i dati relativi alla situazione di partenza (d_0) e quelli previsti dopo l'intervento, ipotizzando l'utilizzo di tre materiali isolanti diversi.

Per ogni materiale isolante sono esaminati diversi spessori.

Sul lato destro del grafico sono evidenziati i limiti in riferimento alla classificazione delle prestazioni termiche per il raffrescamento, riportati nel D.M. 26/06/2009.

SCHEDA 5



Scheda 5

Il documento è relativo all'analisi dell'intervento di riqualificazione energetica e contiene le seguenti informazioni:

A. Codice scheda.

Riprende il codice della stratigrafia in seguito all'intervento di risanamento, riportato nella scheda 3.

B. Nome dell'elemento costruttivo.

Riprende il nome del componente costruttivo in esame, riportato nella scheda 3.

C. Ambito territoriale.

Riprende l'ambito territoriale in cui il componente è presente, riportato nelle schede precedenti.

D. Diagramma delle pressioni.

Restituisce graficamente il fenomeno della condensa all'interno dell'elemento costruttivo dopo l'intervento di risanamento energetico. Dato che i risultati di tale analisi non differiscono sensibilmente per le diverse tipologie di isolante proposte per l'intervento, si inserisce un solo diagramma delle pressioni, con riferimento alla stratigrafia riportata nel dettaglio bidimensionale della scheda 3.

Il diagramma evidenzia le pressioni di saturazione del vapore acqueo in verde e le pressioni parziali del vapore in rosso, in funzione delle caratteristiche termoisometriche dell'aria in contatto con l'elemento costruttivo e della resistenza al passaggio del vapore dei materiali che lo costituiscono. Nei punti della stratigrafia in cui il valore di pressione parziale del vapore, rappresentato con la linea rossa, risulta maggiore rispetto al valore di saturazione, rappresentato con la linea verde, si possono creare fenomeni di condensa interstiziale.

E. Verifica della quantità di condensa.

La determinazione della quantità di condensa in regime stazionario consente di verificare se il componente è regolamentare in base ai valori relativi alla quantità di condensa interstiziale.

Per verificare la sicurezza igrometrica della struttura, si calcola la riserva di asciugatura, sottraendo dal potenziale di asciugatura la condensa accumulata. Il potenziale di asciugatura indica la capacità della stratigrafia di smaltire l'umidità interna ed è determinato attraverso gli algoritmi riportati nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

F. Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia.

Rappresenta l'andamento del contenuto di umidità $[\text{kg}/\text{m}^3]$ all'interno del componente dopo l'intervento di riqualificazione energetica, ipotizzando l'utilizzo di tre materiali isolanti diversi, in regime non stazionario.

Generalmente la simulazione igrometrica dinamica è eseguita per un periodo di osservazione che prende in esame i tre anni successivi all'intervento; è

talvolta utile prolungare il periodo di verifica, in modo tale da poter osservare il raggiungimento di una condizione di equilibrio all'interno della stratigrafia. Il calcolo prende in considerazione un elemento costruttivo orientato a nord, con altezza dell'edificio fino a dieci metri.

G. Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato.

Rappresenta l'andamento del contenuto di umidità [kg/m^3] all'interno dello strato di materiale più sollecitato del componente, dopo l'intervento di ottimizzazione energetica, ipotizzando l'utilizzo di tre materiali isolanti diversi, in regime non stazionario nei tre anni successivi all'intervento; è talvolta utile prolungare il periodo di verifica, in modo tale da poter osservare il raggiungimento di una condizione di equilibrio all'interno della stratigrafia. Il calcolo prende in considerazione un elemento costruttivo orientato a nord, con altezza dell'edificio fino a dieci metri.

Descrizione del componente

L'elemento verticale preso in esame è costituito da pietrame di cave locali di tipo gneiss, che compone un doppio paramento con corsi orizzontali quasi regolari. Il legante presente è una malta di calce. L'intercapedine del doppio paramento presenta un riempimento in terra e pietrame. Una finitura ad intonaco in calce protegge le superfici interna ed esterna della muratura.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento a cappotto intonacato sul lato esterno della muratura. In tale modo è possibile ottenere la continuità dell'isolamento termico e sfruttare la capacità di accumulo termico della muratura.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione della finitura a intonaco e della muratura.

Si esaminano la consistenza della malta e la coesione tra i blocchi; si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che l'intonaco esterno presenta fenomeni di distacco dal supporto e forme di erosione dovute alla presenza di umidità ed alla mancanza di un'ordinaria manutenzione; in alcuni punti potrebbe essere completamente mancante, lasciando scoperto il supporto murario.

Il degrado dell'intonaco interno si potrebbe limitare alla presenza di macchie generate da infiltrazioni di acqua.

Qualora sotto lo strato di intonaco risultino segni inequivocabili di vecchie aperture occorre rilevarle, aggiornando il "rilievo critico" (rilievo dei dissesti) e valutando attentamente la necessità di ripristinarle.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento di murature (murature non danneggiate da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- asportazione del pezzo lesionato, eroso o che presenta piani di sfaldamento (lavoro eseguibile in successione e per piccole aree di muratura);
- incollaggio fuori opera con specifiche resine;
- apposizione sul retro di chiodature in acciaio;
- trattamento consolidante della pietra per salvaguardarne la finitura esterna ed impedire il dilavamento da acque meteoriche;
- ammorsamento ai piedritti degli architravi delle aperture e, nel caso in cui risultino lesionati, posa in opera al di sopra degli architravi di putrelle in acciaio con trattamento antiruggine (di dimensioni minime almeno quanto quelle dell'architrave originario), ben ammorsate ai piedritti, arretrate rispetto al filo esterno della muratura affinché non siano visibili dall'esterno;
- riposizionamento dell'architrave restaurato.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione della muratura, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

Sul lato interno della muratura, si prevede la verifica puntuale dello stato di conservazione dello strato di intonaco esistente, con il preconsolidamento e la riadesione delle parti distaccate dal supporto e l'integrazione delle parti mancanti. Nelle porzioni in cui l'intonaco è ben conservato si effettua la pulizia delle superfici con la rimozione delle patine biologiche e dei depositi superficiali dannosi per la conservazione dell'intonaco.

Sul lato esterno, si interviene sullo strato di intonaco al fine di garantire la perfetta adesione dello strato isolante al supporto esistente, verificando:

- lo stato di conservazione dello strato di intonaco storico, con il preconsolidamento e la riadesione delle parti distaccate dal supporto;
- lo stato di conservazione del supporto murario nelle porzioni in cui l'intonaco è mancante, con il consolidamento puntuale della muratura e la stesura del nuovo intonaco, in uno o più strati. Per realizzare le nuove porzioni di intonaco si utilizza una malta con composizione e caratteri chimico-fisici e mineralogico-petrografici analoghi a quelli dell'intonaco esistente.

Per il ripristino delle parti di intonaco mancanti non si utilizzano malte a base di cemento, in quanto, essendo fortemente impermeabili, possono impedire la traspirazione della muratura, creare fenomeni di ristagno dell'umidità e irrigidire in modo eccessivo il tessuto murario. Si utilizza, invece, una malta di calce naturale, compatibile con la sottostante muratura, in grado di consentire equilibrati scambi di vapore tra l'interno e l'esterno dell'ambiente, con effetti positivi sul comfort termo-igrometrico dell'edificio.

Nelle porzioni di muratura a contatto con il terreno si utilizza un intonaco macro-poroso, in grado di garantire una maggiore porosità della malta e di consentire all'intonaco ed alla muratura di mantenere un'alta capacità traspirante.

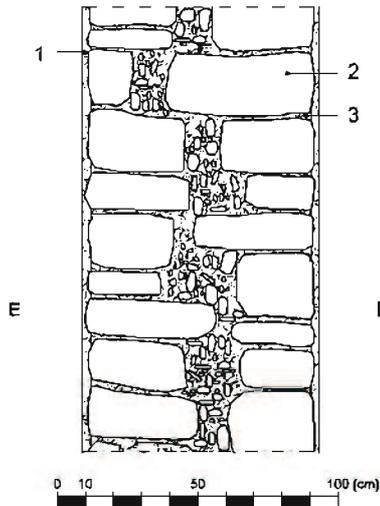
P1

Parete in pietra e malta con intonaco esterno

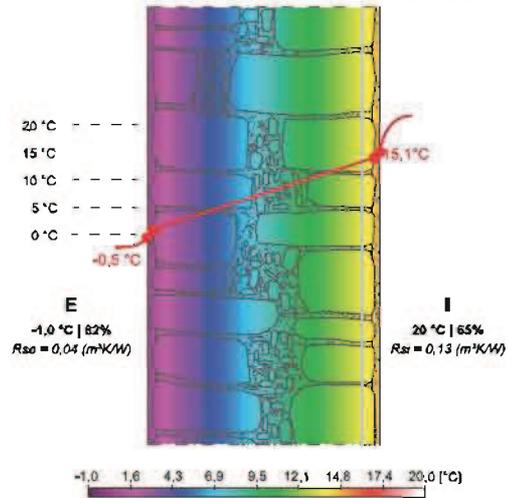
Area montana

2

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	1,79	[W/m²K]
Resistenza termica	R _T	0,56	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	1840	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{pe}	0,039	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	19,94	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,022	[-]
Capacità termica interna	k _i	75,3	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	143,6	[kJ/m²K]

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35
2 Muratura in pietra e malta	0,800	2,300	1000	2300	8000
3 Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

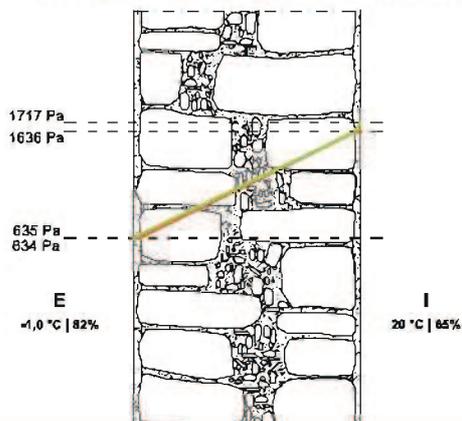
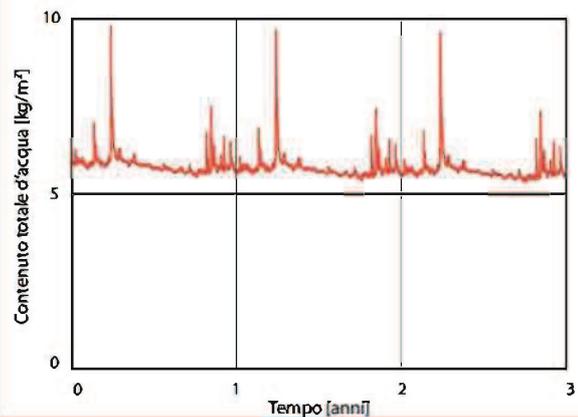
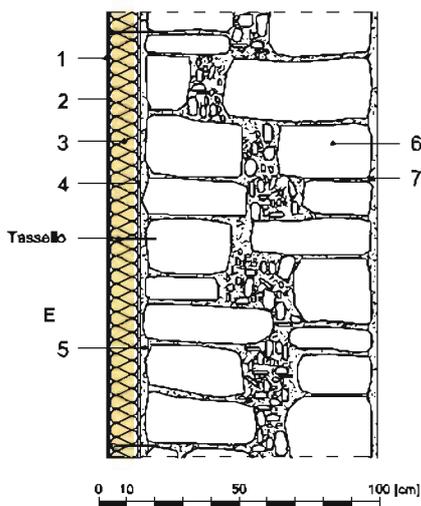


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico

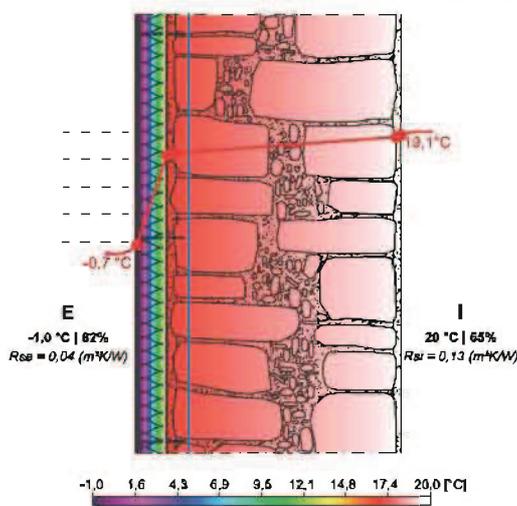


ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoisometrica - temperature



	d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Finitura minerale esterna	0,004	0,740	830	1150	12
2 Rasatura armata	0,006	0,740	830	1150	12
3a Pannello isolante in fibra di legno - WF	0,100 ⁽¹⁾	0,040	2100	155	5
3b Pannello isolante in cemento cellulare autoclavato - CCA	0,120 ⁽¹⁾	0,045	1300	115	3
3c Pannello isolante in polistirene espanso grafitato - EPS	0,100 ⁽¹⁾	0,034	1450	20	50
4 Collante minerale	0,006	0,740	830	1150	12
5 Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35
6 Muratura in pietra e malta	0,800	2,300	1000	2300	8000
7 Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.
- ⁽¹⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

Intervento di isolamento dall'esterno

- Dopo aver preparato adeguatamente il supporto, si procede con gli interventi per la posa del cappotto esterno. Al di sopra dell'intonaco esistente a base di calce, opportunamente risanato, sono fissati i pannelli isolanti. La posa avviene attraverso un collante a base minerale e il successivo inserimento di fissaggi meccanici (tasselli). Infine, sullo strato isolante si applica una rasatura armata con finitura minerale esterna.
- Ai fini di una realizzazione corretta del cappotto esterno, nel caso in cui l'intonaco esistente presenti una finitura superficiale non traspirante, si deve provvedere alla rimozione della stessa prima della posa del cappotto esterno.

P1e

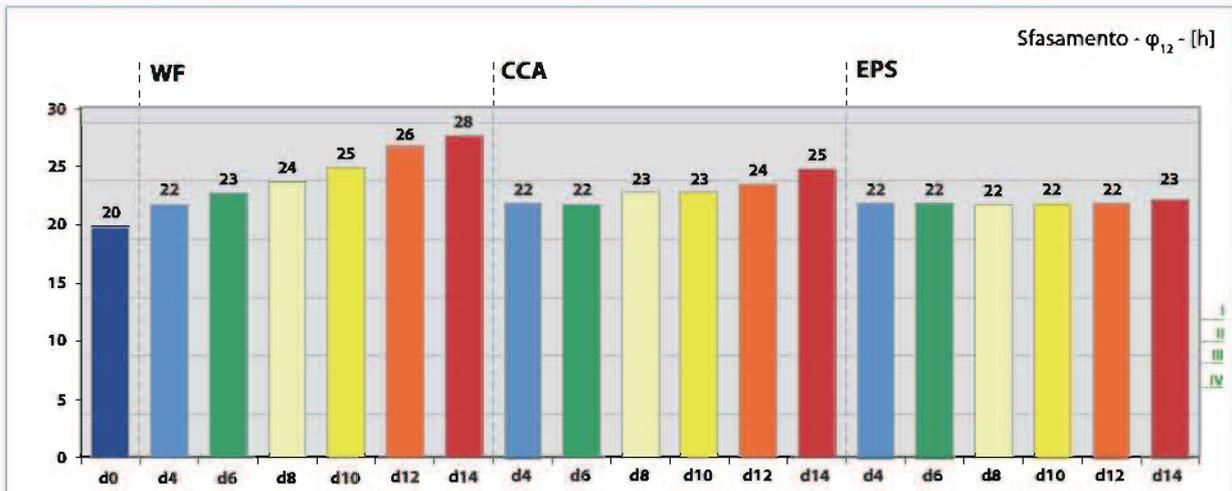
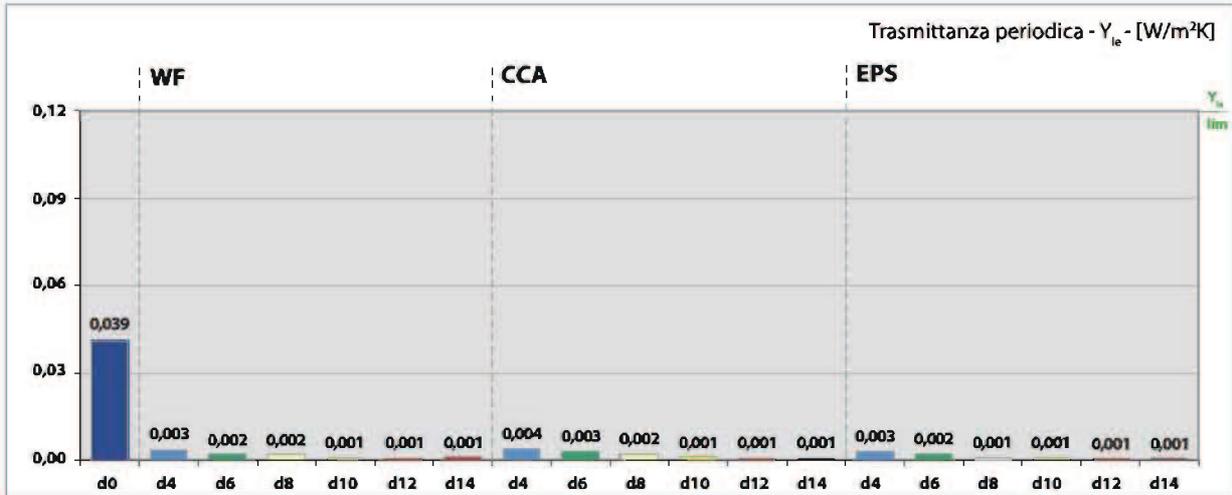
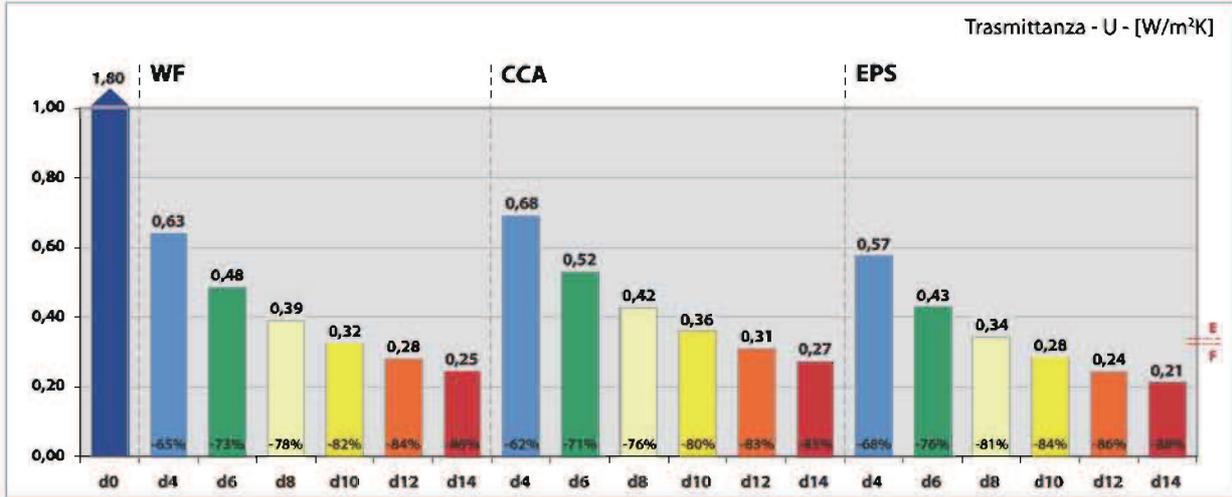
Parete in pietra e malta con intonaco esterno

Area montana

4

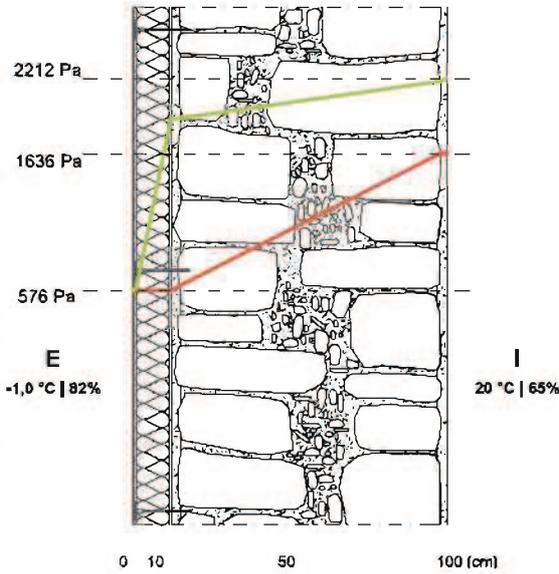
Legenda

MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	CCA pannello isolante in cemento cellulare autoclavato	EPS pannello isolante in polistirene espanso grafitato
LIMITI DI LEGGE	limite trasmittanza per zona E	limite trasmittanza per zona F	limite trasmittanza periodica
prestazioni ottime	prestazioni buone	prestazioni medie	prestazioni sufficienti



Analisi dell'umidità in regime stazionario

Diagramma delle pressioni



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	6805	-
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	6805	[g/m ²]

CCA

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	8003	-
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	8003	[g/m ²]

EPS

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	1979	-
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	1979	[g/m ²]

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

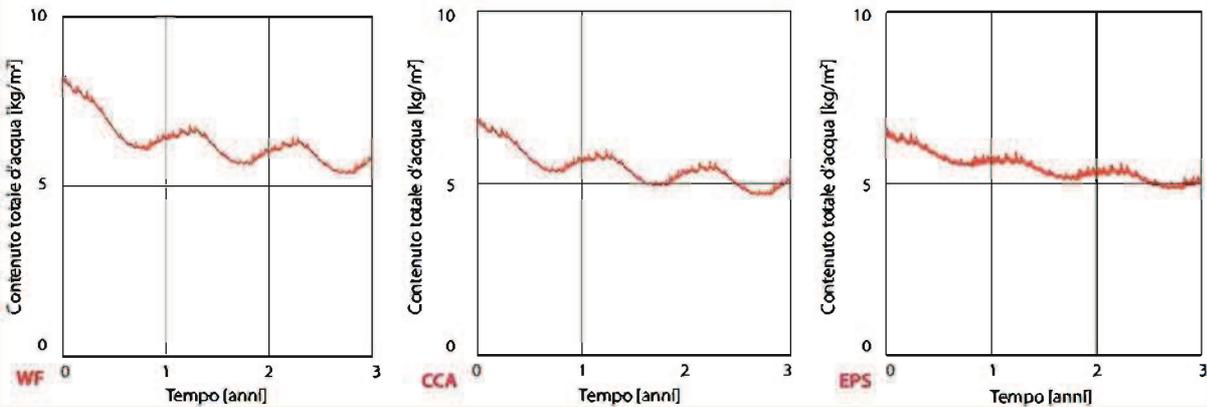
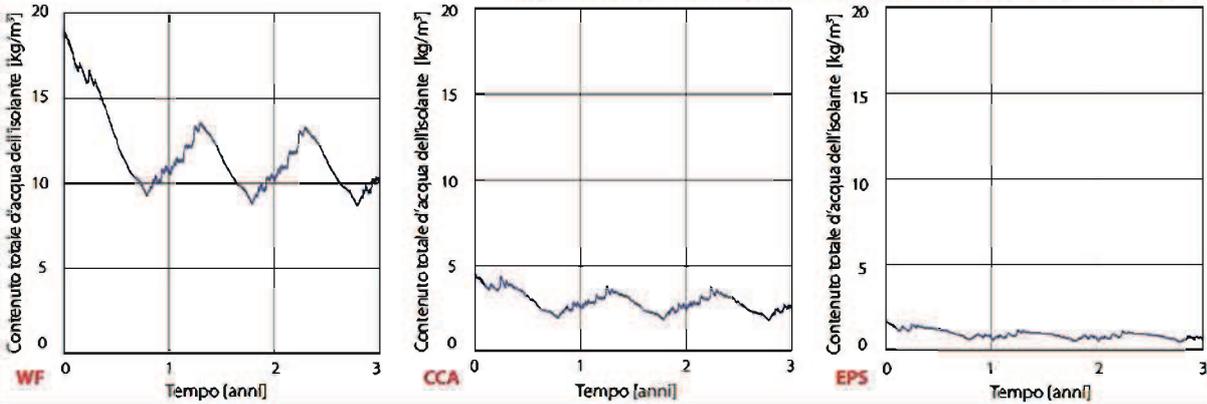


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



P2

Parete in pietra e malta a vista

Area montana

1

Descrizione del componente

L'elemento verticale preso in esame è costituito da pietrame di cave locali di tipo gneiss, che compone un doppio paramento con corsi orizzontali quasi regolari. Il legante presente è una malta di calce. L'intercapedine del doppio paramento presenta un riempimento in terra e pietrame. Una finitura ad intonaco in calce protegge la superficie interna della muratura; l'esterno presenta blocchi in pietra a vista.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento sul lato interno della muratura, sul quale sarà applicato un intonaco a base di materiali della stessa natura di quello esistente. In tale modo è possibile conservare l'aspetto originario della muratura all'esterno.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione della finitura a intonaco e della muratura.

Si esaminano la consistenza della malta e la coesione tra i blocchi; si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che la muratura presenta all'esterno dissesti localizzati ed elementi lapidei sconnessi o mancanti dovuti alla mancanza di un'ordinaria manutenzione. L'intonaco interno può presentare alterazioni cromatiche e macchie causate da infiltrazioni di acqua e in alcuni punti potrebbe essere completamente mancante, lasciando scoperto il supporto murario.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento di murature (murature non danneggiate da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- asportazione del pezzo lesionato, eroso o che presenta piani di sfaldamento (lavoro eseguibile in successione e per piccole aree di muratura);
- incollaggio fuori opera con specifiche resine;
- apposizione sul retro di chiodature in acciaio;
- trattamento consolidante della pietra per salvaguardarne la finitura esterna ed impedire il dilavamento da acque meteoriche;
- ammorsamento ai piedritti degli architravi delle aperture e, nel caso in cui risultino lesionati, posa in opera al di sopra degli architravi di putrelle in acciaio con trattamento antiruggine (di dimensioni minime almeno quanto quelle dell'architrave originario), ben ammorsate ai piedritti, arretrate rispetto al filo esterno della muratura affinché non siano visibili dall'esterno;
- riposizionamento dell'architrave restaurato.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione della muratura, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

Sul lato interno della muratura, si prevede la rimozione delle patine biologiche e dei depositi superficiali dannosi per la conservazione dell'intonaco e che potrebbero determinare una cattiva adesione dello strato isolante.

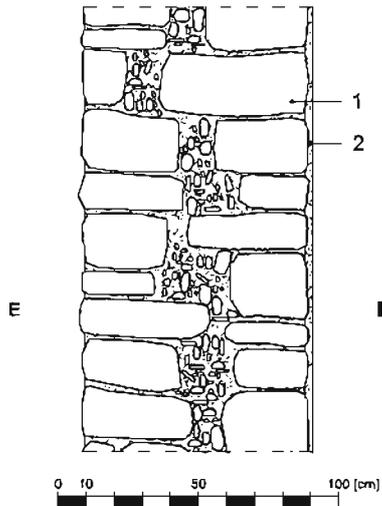
Sul lato esterno, si prevede un intervento di risanamento conservativo per mantenere la pietra a vista:

- si procede con la pulitura, disinfezione e disinfestazione da piante infestanti e da agenti di biodeterioramento;
- si integrano puntualmente le parti murarie dissestate, con materiali compatibili e analoghi a quelli esistenti per forma, pezzatura e tecniche di posa, mediante la tecnica del "cuci e scuci", con materiali reperiti in loco;
- si provvede alla risarcitura delle lesioni presenti nella tessitura muraria ed alla eventuale rinzaffatura dei giunti.

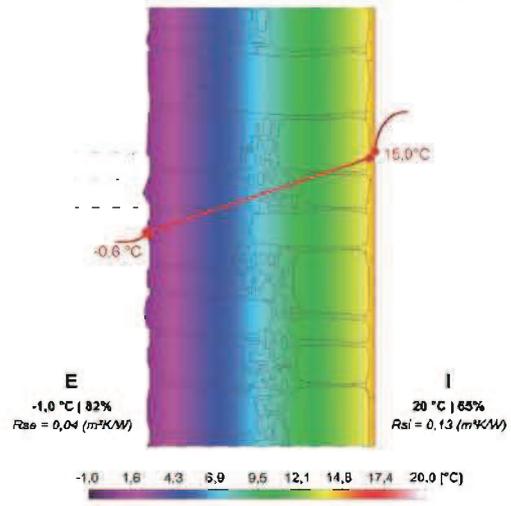
Per la risarcitura delle lesioni e la rinzaffatura dei giunti non si utilizzano malte a base di cemento, in quanto, essendo fortemente impermeabili, possono impedire la traspirazione della muratura, creare fenomeni di ristagno dell'umidità e irrigidire in modo eccessivo il tessuto murario. Si utilizza, invece, una malta di calce naturale, compatibile con la sottostante muratura, in grado di consentire equilibrati scambi di vapore tra l'interno e l'esterno dell'ambiente, con effetti positivi sul comfort termo-igrometrico dell'edificio.

Nelle porzioni di muratura a contatto con il terreno si utilizza un intonaco macro-poroso, in grado di garantire una maggiore porosità della malta e di consentire all'intonaco ed alla muratura di mantenere un'alta capacità traspirante.

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	1,86	[W/m²K]
Resistenza termica	R _t	0,54	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	1840	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{ie}	0,049	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	19,36	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,026	[-]
Capacità termica interna	k _i	75,3	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	163,0	[kJ/m²K]

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Muratura in pietra e malta	0,800	2,300	1000	2300	8000
2 Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

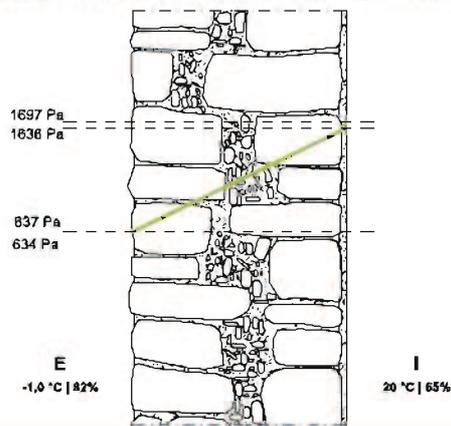
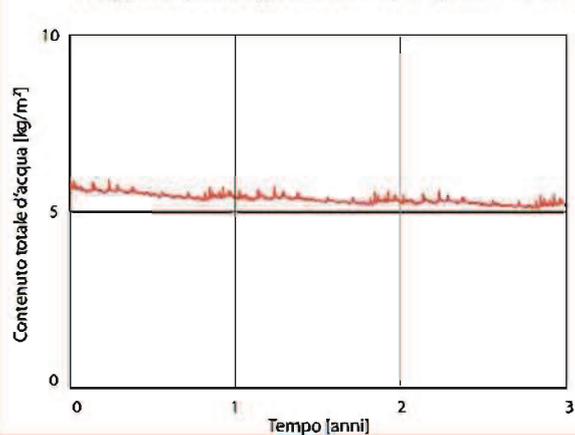
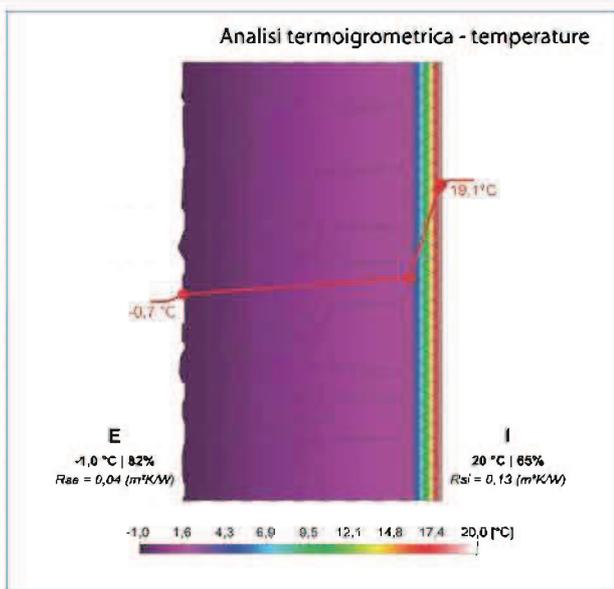
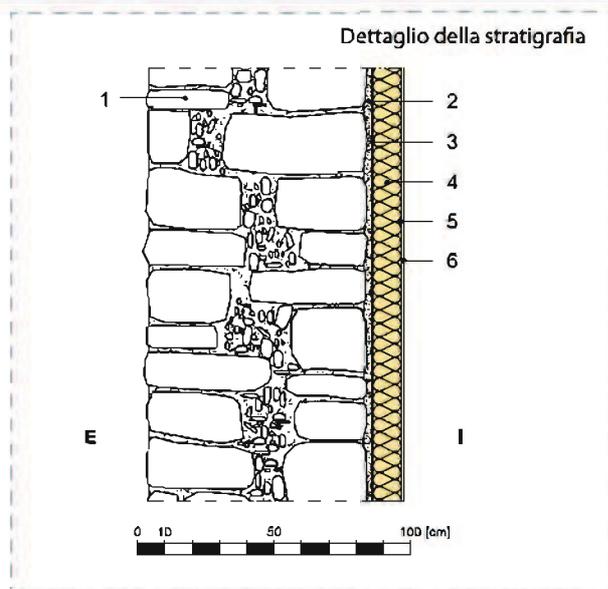


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico



ANALISI STATO DI FATTO



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Muratura in pietra e malta	0,800	2,300	1000	2300	8000
2	Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35
3	Collante minerale	0,006	0,740	830	1150	12
4a	Pannello isolante in fibra di legno - WF	0,100 ⁽¹⁾	0,040	2100	155	5
4b	Pannello isolante in cemento cellulare autoclavato - CCA	0,120 ⁽¹⁾	0,045	1300	115	3
4c	Pannello isolante in vetro cellulare - CG	0,120 ⁽¹⁾	0,041	1000	115	∞
5	Rasatura armata	0,006	0,740	830	1150	12
6	Finitura superficiale interna	0,004	0,550	830	1770	71

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F, senza determinare condizioni igrometriche critiche.
- ⁽¹⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F, senza determinare condizioni igrometriche critiche.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

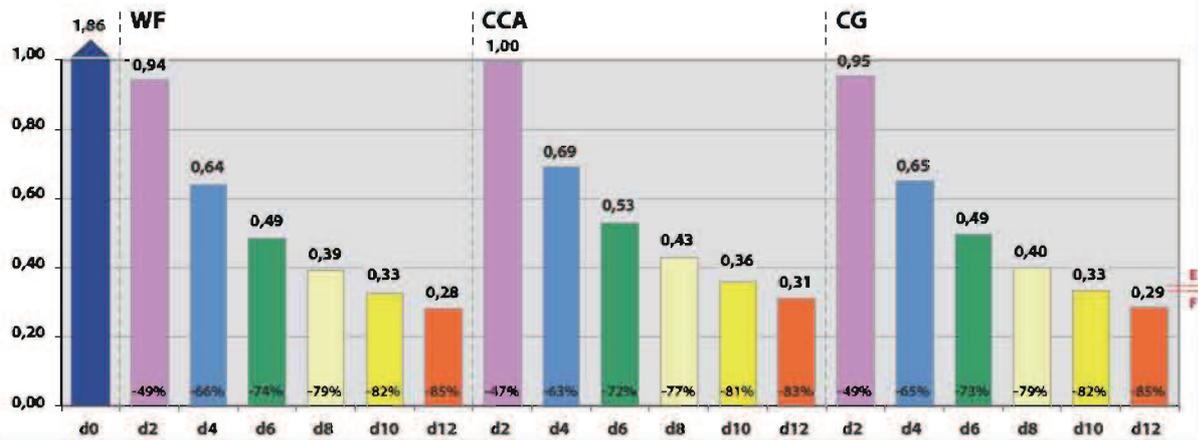
Intervento di isolamento dall'interno

- Dopo aver preparato adeguatamente il supporto, si procede con gli interventi per la posa dell'isolamento interno. Al di sopra dell'intonaco esistente a base di calce, opportunamente risanato, sono fissati i pannelli isolanti. La posa avviene attraverso un collante a base minerale e il successivo eventuale inserimento di fissaggi meccanici (tasselli). Infine, sullo strato isolante si applica una rasatura armata con finitura superficiale interna a grossa granulometria, per mantenere l'aspetto tradizionale che caratterizza la preesistenza.
- Ai fini di una realizzazione corretta dell'isolamento, prima della posa del materiale coibente, è necessario rimuovere la finitura superficiale interna della muratura, qualora essa risulti non igroscopica. Si consiglia l'installazione di un sistema di ventilazione per assicurare un contenuto livello di umidità all'interno dell'ambiente.
- L'applicazione di pannelli in vetro cellulare è indicato per ambienti umidi o in presenza di umidità relativa elevata all'interno delle strutture esistenti.
- Per l'applicazione dei pannelli in fibra di legno è possibile utilizzare un collante in terra-argilla, caratterizzato da una maggiore igroscopicità. Tale tipologia di collante garantisce la reversibilità dell'intervento di isolamento.
- Occorre eseguire in modo adeguato la tenuta all'aria.
- Non è possibile inserire gli impianti all'interno dello strato isolante.

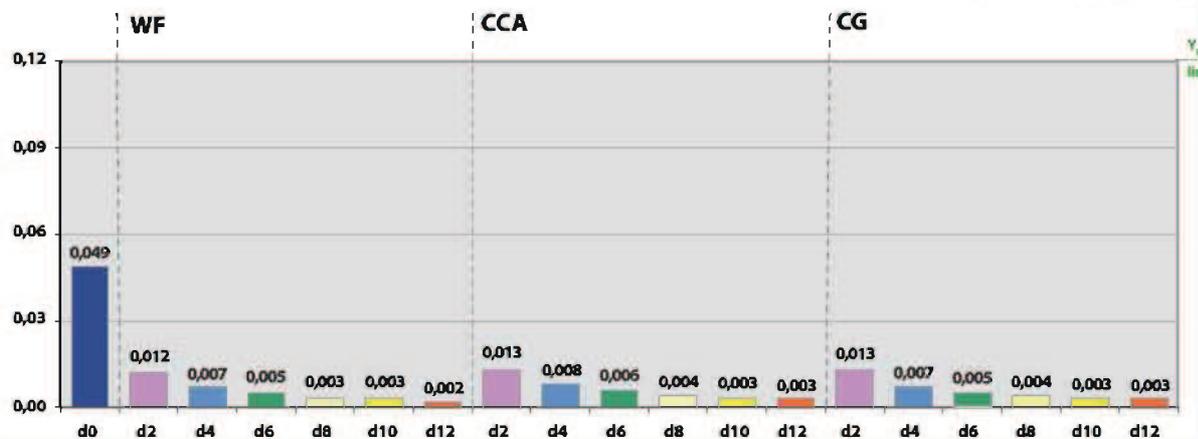
Legenda

d0 senza cappotto	d4 strato isolante 4 cm	d8 strato isolante 8 cm	d12 strato isolante 12 cm
d2 strato isolante 2 cm	d6 strato isolante 6 cm	d10 strato isolante 10 cm	
MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	CCA pannello isolante in cemento cellulare autoclavato	CG pannello isolante in vetro cellulare
LIMITI DI LEGGE	E limite trasmittanza per zona E	F limite trasmittanza per zona F	Y_{lim} limite trasmittanza periodica
I prestazioni ottime	II prestazioni buone	III prestazioni medie	IV prestazioni sufficienti

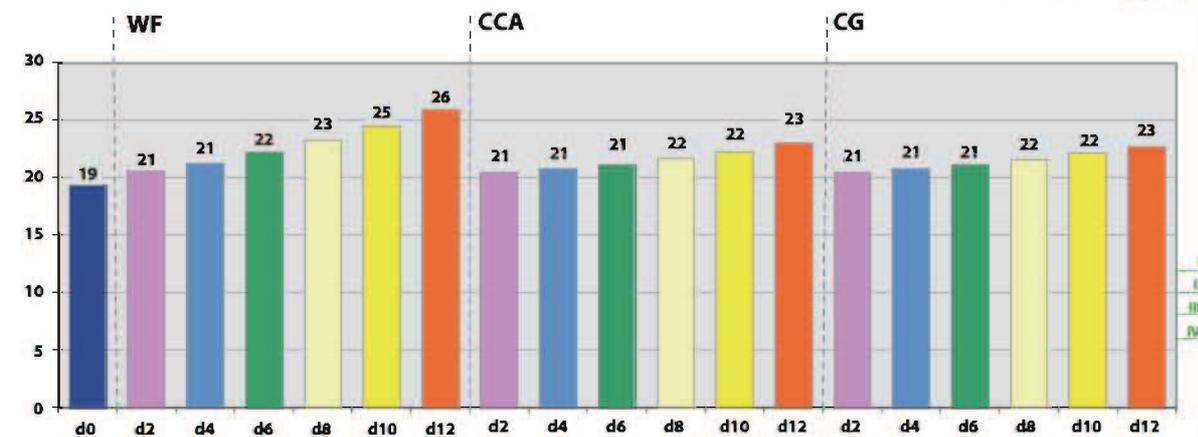
Trasmittanza - U - [W/m²K]



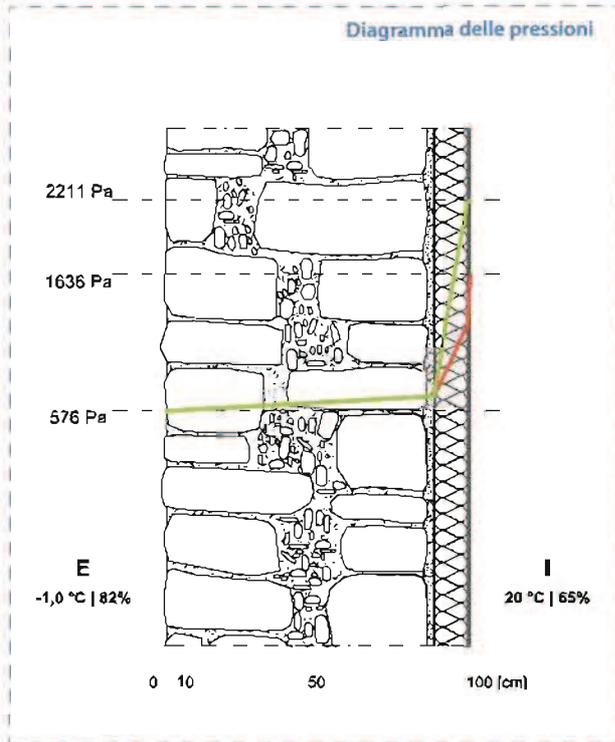
Trasmittanza periodica - Y_{ie} - [W/m²K]



Sfasamento - ϕ_{12} - [h]



Analisi dell'umidità in regime stazionario



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Stratigrafia **non idonea** secondo il metodo semplificato di calcolo in regime stazionario. Si ricorre all'analisi in regime dinamico per dimostrarne l'idoneità, tenendo conto delle caratteristiche termofisiche dei materiali.

CCA

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

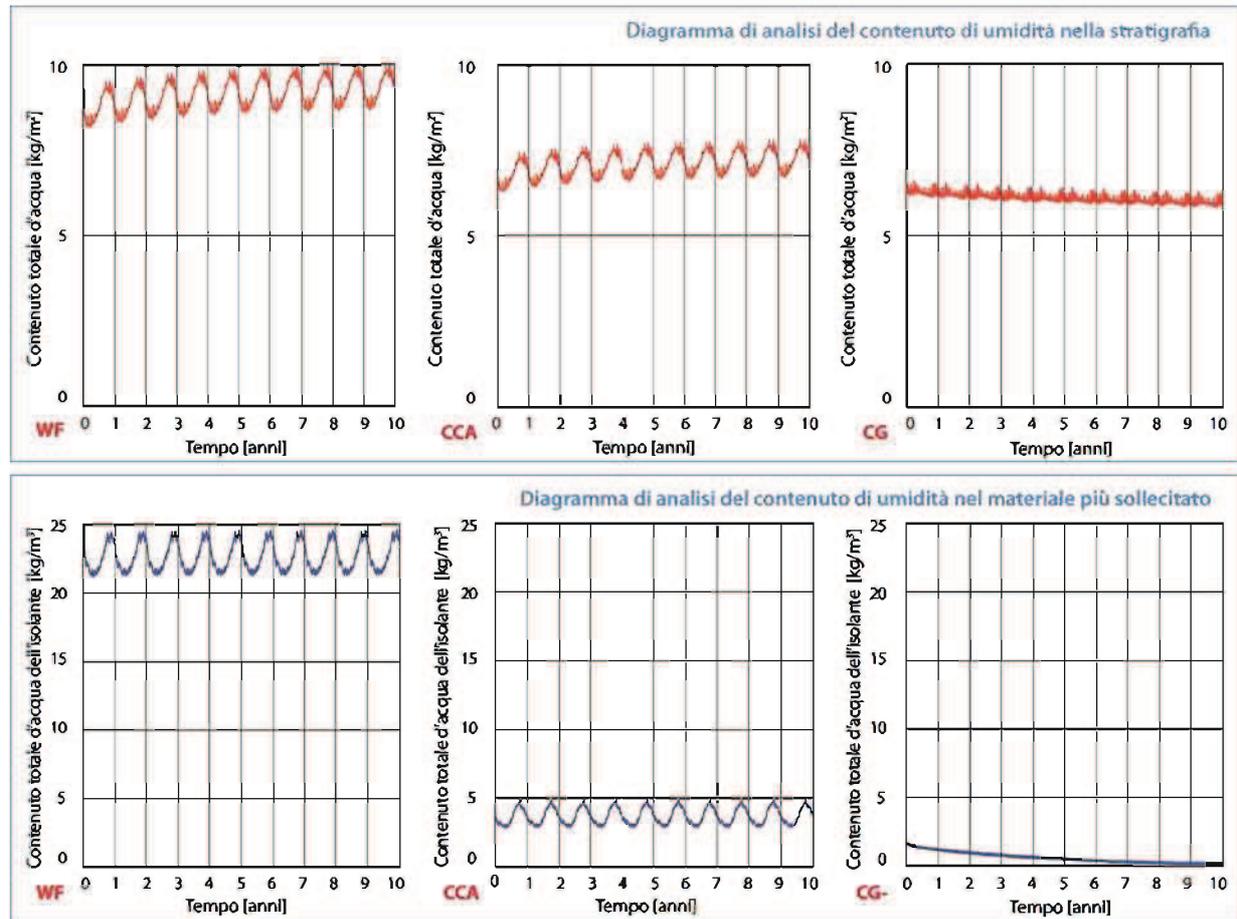
Stratigrafia **non idonea** secondo il metodo semplificato di calcolo in regime stazionario. Si ricorre all'analisi in regime dinamico per dimostrarne l'idoneità, tenendo conto delle caratteristiche termofisiche dei materiali.

CG

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	0	—
Condensa accumulata	0	—
Riserva di asciugatura	0	(g/m ²)

Analisi dell'umidità in regime dinamico



Descrizione del componente

L'elemento verticale preso in esame è costituito da pietrame di cave locali di tipo gneiss, che compone un doppio paramento con corsi orizzontali quasi regolari. Il legante presente è una malta di calce. L'intercapedine del doppio paramento presenta un riempimento in terra e pietrame. L'esterno presenta blocchi in pietra a vista; l'interno presenta un rivestimento a tavole verticali in legno di larice.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento nell'intercapedine di aria presente tra la muratura e il rivestimento in legno. In tale modo è possibile conservare l'aspetto originario della muratura sia all'esterno sia all'interno, senza ridurre la superficie abitabile.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del rivestimento in legno e della muratura.

Si esaminano la consistenza della malta e la coesione tra i blocchi; si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che la muratura presenta all'esterno dissesti localizzati ed elementi lapidei sconnessi o mancanti dovuti alla mancanza di un'ordinaria manutenzione. Il rivestimento interno in legno può presentare depositi superficiali localizzati, a causa della presenza di umidità, di attacchi biologici e di depositi di sporco.

Le travi di bordo possono presentare fenomeni di marcescenza dovuti ad infiltrazioni di acqua.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento di murature (murature non danneggiate da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- asportazione del pezzo lesionato, eroso o che presenta piani di sfaldamento (lavoro eseguibile in successione e per piccole aree di muratura);
- incollaggio fuori opera con specifiche resine;
- apposizione sul retro di chiodature in acciaio;
- trattamento consolidante della pietra per salvaguardarne la finitura esterna ed impedire il dilavamento da acque meteoriche;
- ammassamento ai piedritti degli architravi delle aperture e, nel caso in cui risultino lesionati, posa in opera al di sopra degli architravi di putrelle in acciaio con trattamento antiruggine (di dimensioni minime almeno quanto quelle dell'architrave originario), ben ammassate ai piedritti, arretrate rispetto al filo esterno della muratura affinché non siano visibili dall'esterno;
- riposizionamento dell'architrave restaurato.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione della muratura e del rivestimento in legno, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

Si attua un intervento di risanamento conservativo sia per il rivestimento interno in legno, sia per la muratura a vista.

Per il rivestimento interno:

- si conservano gli elementi lignei meno degradati mediante pulitura, disinfezione e disinfestazione, utilizzando la tecnica della spazzolatura; la pulitura da sporco e muffe è effettuata evitando di eliminare la patina conferita dal tempo;
- si lavano le travi di bordo con acqua, eventualmente in soluzione con solventi organici;
- si procede con la cura del legno degradato a causa di attacchi da parte di agenti biotici quali funghi ed insetti;
- si provvede al trattamento del legno nelle zone fortemente degradate con l'utilizzo di preservanti per conferire al legno una maggiore consistenza.

Sul lato esterno per mantenere la pietra a vista:

- si procede con la pulitura, disinfezione e disinfestazione da piante infestanti e da agenti di biodeterioramento;
- si integrano puntualmente le parti murarie dissestate, con materiali compatibili e analoghi a quelli esistenti per forma, pezzatura e tecniche di posa, mediante la tecnica del "cuci e scuci", con materiali reperiti in loco;
- si provvede alla risarcitura delle lesioni presenti nella tessitura muraria ed alla eventuale rinzaffatura dei giunti.

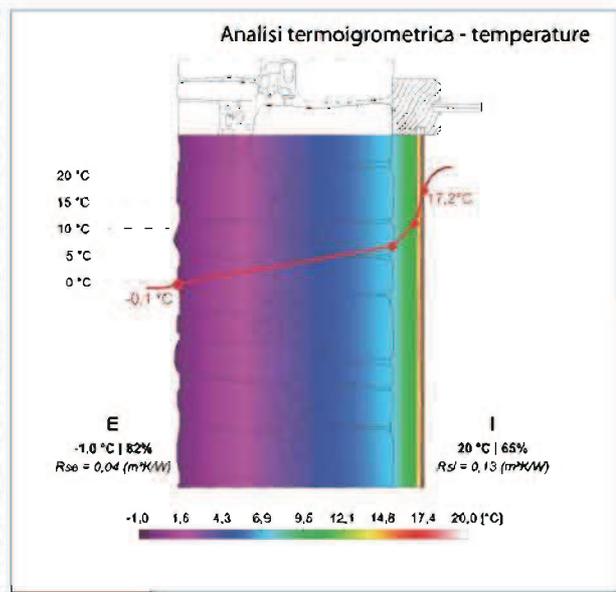
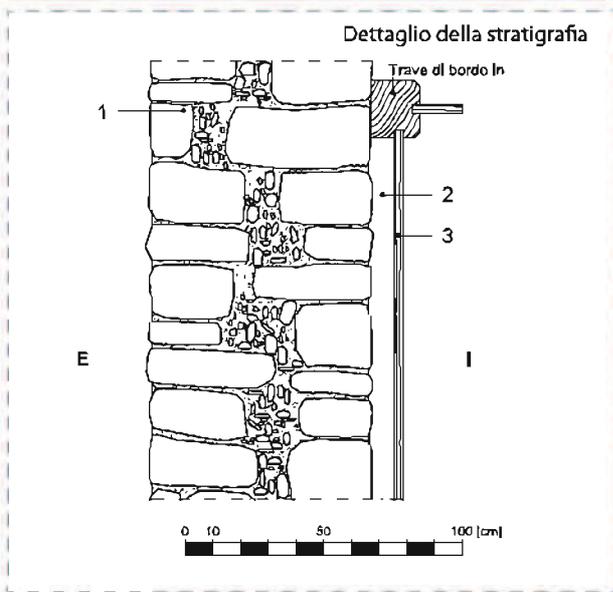
Per la risarcitura delle lesioni e la rinzaffatura dei giunti non si utilizzano malte a base di cemento, in quanto, essendo fortemente impermeabili, possono impedire la traspirazione della muratura, creare fenomeni di ristagno dell'umidità e irrigidire in modo eccessivo il tessuto murario. Si utilizza, invece, una malta di calce naturale, compatibile con la sottostante muratura, in grado di consentire equilibrati scambi di vapore tra l'interno e l'esterno dell'ambiente, con effetti positivi sul comfort termo-igrometrico dell'edificio.

P3

Parete in pietra e malta con rivestimento interno in legno

Area montana

2

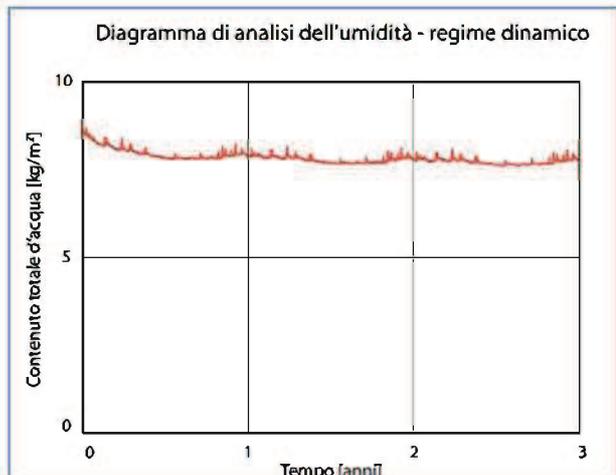
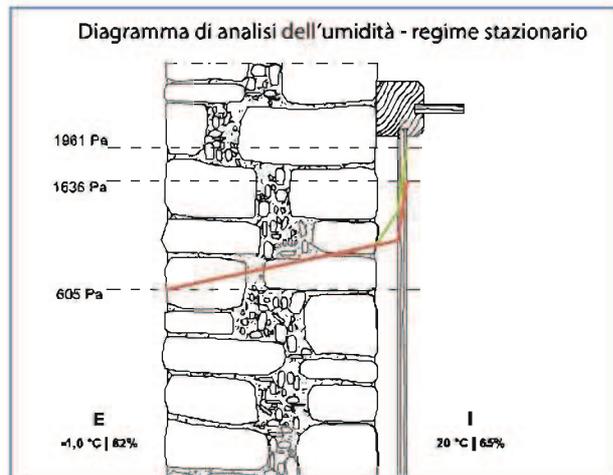


Trasmittanza termica	U	1,03	[W/m²K]
Resistenza termica	R _T	0,97	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	1879	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{pe}	0,015	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	20,95	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,014	[-]
Capacità termica interna	k _i	28,8	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	163,3	[kJ/m²K]

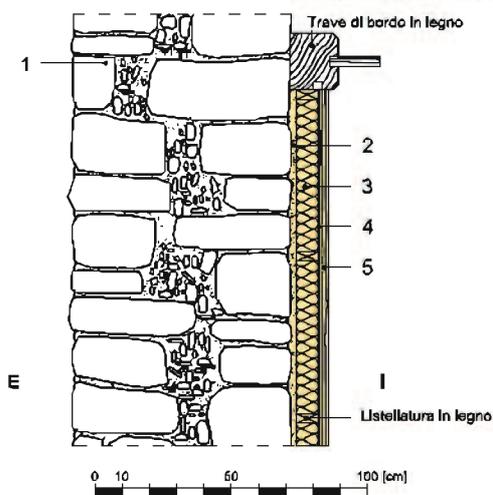
	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Muratura in pietra e malta	0,800	2,300	1000	2300	8000
2 Listelli / aria ⁽¹⁾	0,080	0,13 / R=0,18	2100 / 1080	500 / 1	50 / 1
3 Rivestimento con tavole verticali in legno	0,035	0,130	2100	500	30 ⁽²⁾

⁽¹⁾ Listellatura orizzontale in legno con interasse tra i listelli di 100 cm e larghezza dei listelli di 4 cm.
⁽²⁾ Il valore considera la presenza di fughe.

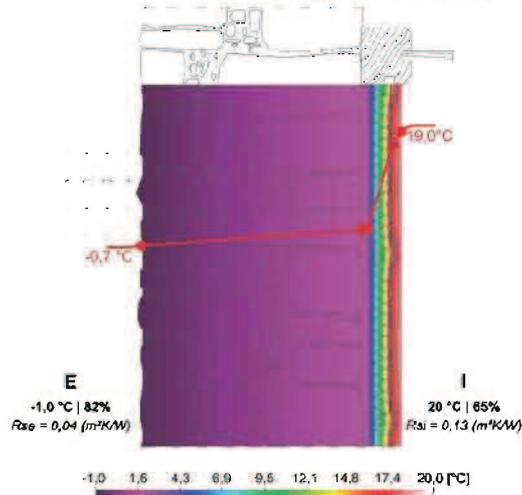


ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoisometrica - temperature



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Muratura in pietra e malta	0,800	2,300	1000	2300	8000
2	Fondo assorbente	0,020	0,800	1200	1800	10
3a	Listelli / Pannello isolante in fibra di legno - WF ⁽¹⁾	0,080 ⁽²⁾	0,130 / 0,038	2100 / 2100	500 / 140	50 / 5
3b	Listelli / Pannello isolante in cemento cellulare autoclavato - CCA ⁽¹⁾	0,080 ⁽²⁾	0,130 / 0,045	2100 / 1300	500 / 115	50 / 3
3c	Listelli / Materassino isolante in fibra di canapa - HW ⁽¹⁾	0,080 ⁽²⁾	0,130 / 0,038	2100 / 1600	500 / 38	50 / 2
4	Freno al vapore a diffusione igrovariabile	-	-	-	-	$s_e = 0,25/10$ m
5	Tavole verticali in legno	0,035	0,130	2100	500	30 ⁽³⁾

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore di isolante in fibra di legno consentito dallo spessore dell'intercapedine d'aria presente nella struttura esistente.
- ⁽¹⁾ Listellatura orizzontale in legno con interasse tra i listelli di 60 cm e larghezza dei listelli di 3,5 cm.
- ⁽²⁾ Nella tabella lo spessore di isolante indicato è vincolato allo spessore dell'intercapedine d'aria presente nella stratigrafia allo stato di fatto.
- ⁽³⁾ Il valore considera la presenza di fughe.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

Intervento di isolamento nell'intercapedine

- Dopo aver eseguito il risanamento conservativo della muratura, si procede con l'applicazione sulla superficie interna di un fondo assorbente (spessore minimo pari a 1 cm al fine di garantire la copertura della pietra) in modo da preparare un supporto regolare su cui applicare il sistema di isolamento. Si procede con la posa sul fondo assorbente dei pannelli isolanti inseriti in una listellatura orizzontale in legno. Sul pannello isolante è poi steso un freno al vapore a diffusione igrovariabile che agisce in funzione delle condizioni climatiche, limitando la diffusione del vapore in inverno e favorendo la traspirabilità in estate. Infine, si fissa il rivestimento in tavole verticali alla listellatura in legno.
- In questo tipo di intervento occorre utilizzare materiali igroscopici per consentire l'assorbimento nel caso di un'eventuale formazione di umidità.
- Dopo l'intervento è necessario garantire un rinnovo di aria adeguato: si consiglia a tal fine l'installazione di un sistema di ventilazione per assicurare un contenuto livello di umidità all'interno dell'ambiente e per evitare il degrado delle travi di bordo.
- Occorre eseguire in modo adeguato la tenuta all'aria.
- Non è possibile inserire gli impianti all'interno dello strato isolante.

P3m

Parete in pietra e malta con rivestimento interno in legno

Area montana

4

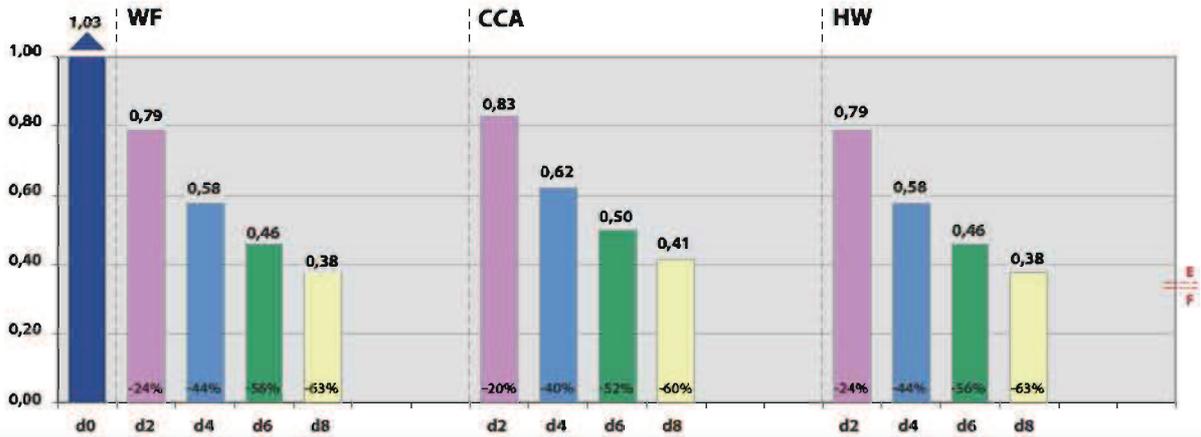
Legenda

d0 senza cappotto	d4 strato isolante 4 cm	d8 strato isolante 8 cm
d2 strato isolante 2 cm	d6 strato isolante 6 cm	

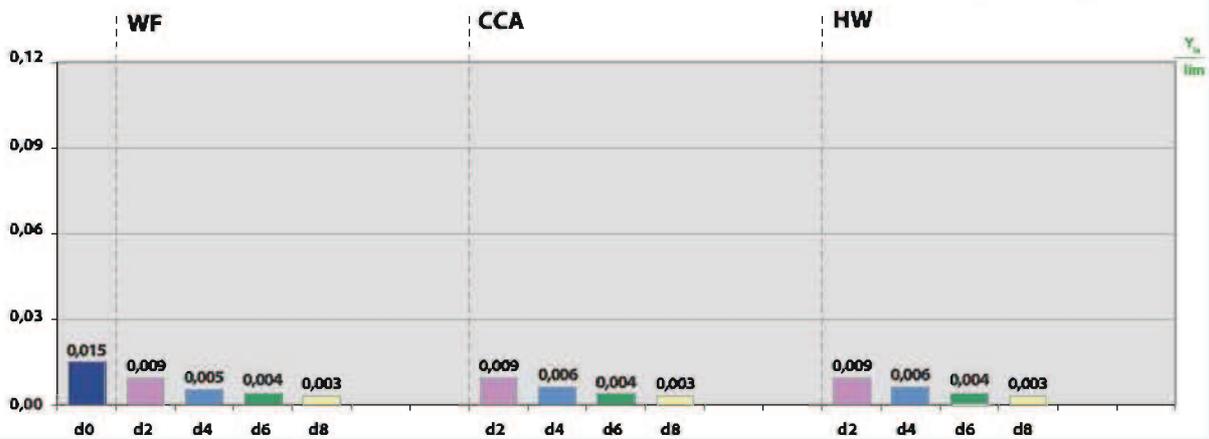
MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	CCA pannello isolante in cemento cellulare autoclavato	HW pannello isolante in fibra di canapa
---------------------------	---	---	--

LIMITI DI LEGGE	limite trasmittanza per zona E	limite trasmittanza per zona F	Y_{lim} limite trasmittanza periodica
prestazioni ottime	prestazioni buone	prestazioni medie	prestazioni sufficienti

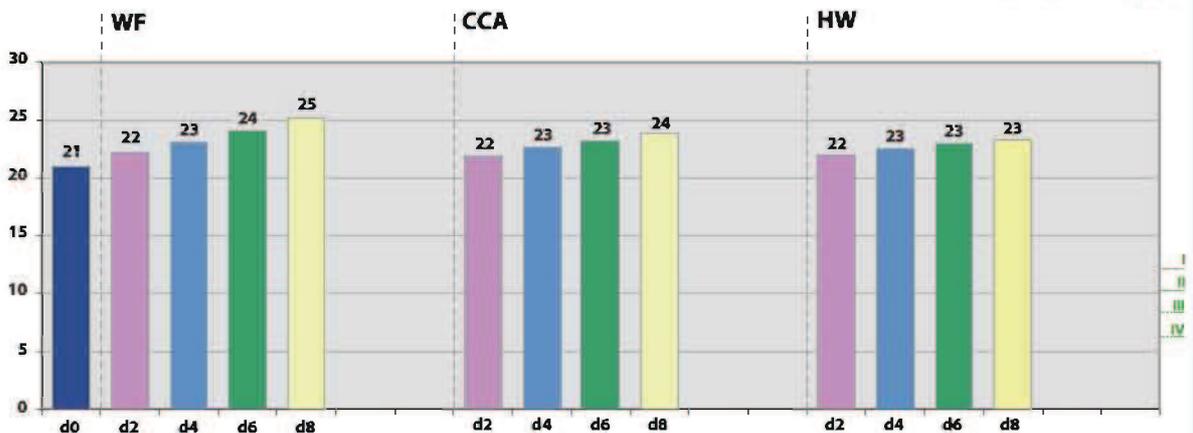
Trasmittanza - U - [W/m²K]



Trasmittanza periodica - Y_{le} - [W/m²K]

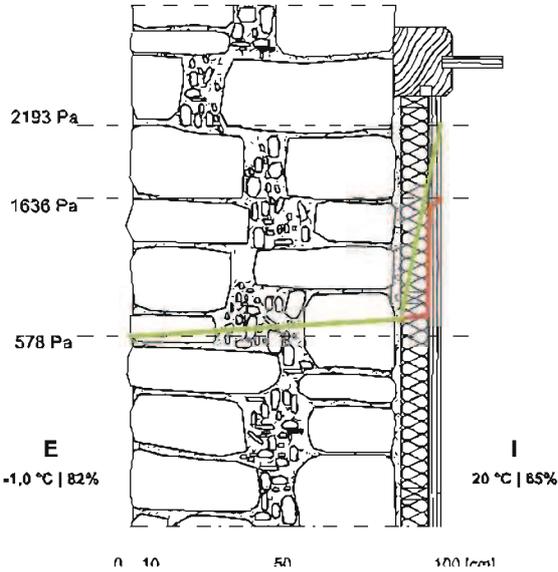


Sfasamento - ϕ_{12} - [h]



Analisi dell'umidità in regime stazionario

Diagramma delle pressioni



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	143	-
Condensa accumulata	100	=
Riserva di asciugatura	43	[g/m ²]

CCA

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	140	-
Condensa accumulata	96	=
Riserva di asciugatura	44	[g/m ²]

HW

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	146	-
Condensa accumulata	102	=
Riserva di asciugatura	44	[g/m ²]

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

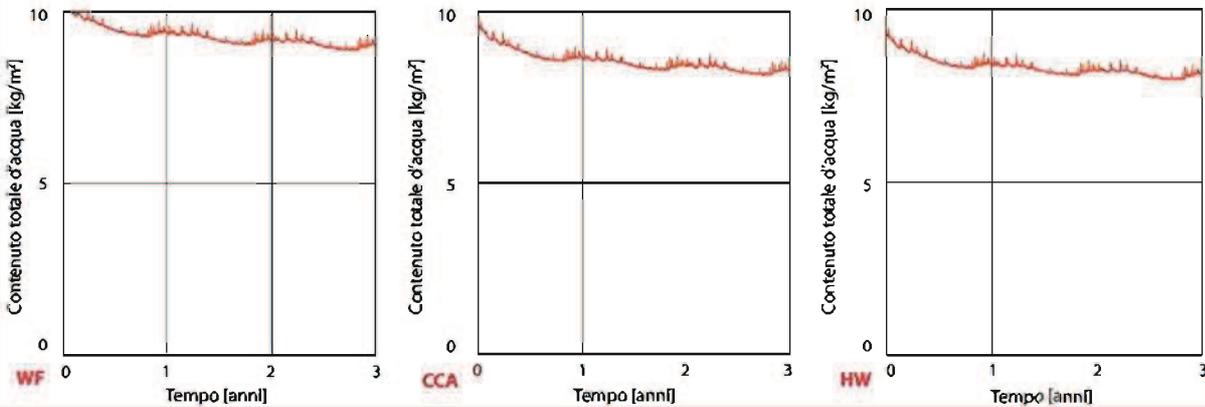
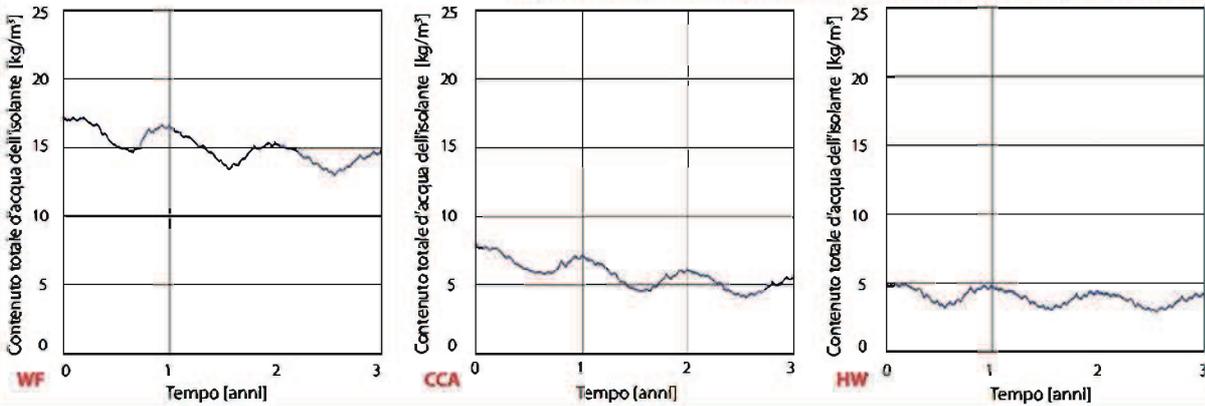


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



P4

Parete in mattoni pieni con intonaco esterno

Area collinare

1

Descrizione del componente

L'elemento verticale preso in esame è costituito da elementi di laterizio provenienti da fornaci locali. Il legante presente è una malta di calce. Una finitura ad intonaco in calce protegge le superfici interna ed esterna della muratura.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento a cappotto intonacato sul lato esterno della muratura. In tale modo è possibile ottenere la continuità dell'isolamento termico e sfruttare la capacità di accumulo termico della struttura esistente.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione della finitura a intonaco e della muratura.

Si esaminano la consistenza della malta e la coesione tra i mattoni; si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che l'intonaco esterno presenta fenomeni di distacco dal supporto e forme di erosione dovute alla presenza di umidità ed alla mancanza di un'ordinaria manutenzione; in alcuni punti potrebbe essere completamente mancante, lasciando scoperto il supporto murario. Il degrado dell'intonaco interno si potrebbe limitare alla presenza di macchie generate da infiltrazioni di acqua.

Qualora sotto lo strato di intonaco risultino segni inequivocabili di vecchie aperture occorre rilevarle, aggiornando il "rilievo critico" (rilievo dei dissesti) e valutando attentamente la necessità di ripristinarle.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento di murature (murature non danneggiate da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- utilizzo di armature metalliche (reti elettrosaldate) disposte sulla superficie della parete da consolidare collegate tra loro con barre passanti per tutto lo spessore della muratura;
- successiva applicazione di calcestruzzo per uno spessore di 3-4 cm.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione della muratura, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

Sul lato interno della muratura, si prevede la verifica puntuale dello stato di conservazione dello strato di intonaco esistente, con il preconsolidamento e la riadesione delle parti distaccate dal supporto e l'integrazione delle parti mancanti. Nelle porzioni in cui l'intonaco è ben conservato si effettua la pulitura delle superfici con la rimozione delle patine biologiche e dei depositi superficiali dannosi per la conservazione dell'intonaco.

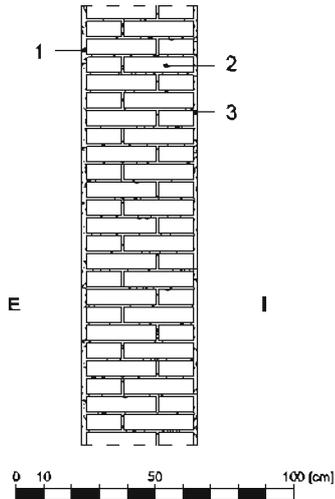
Sul lato esterno, si interviene sullo strato di intonaco al fine di garantire la perfetta adesione dello strato isolante al supporto esistente, verificando:

- lo stato di conservazione dello strato di intonaco storico, con il preconsolidamento e la riadesione delle parti distaccate dal supporto;
- lo stato di conservazione del supporto murario nelle porzioni in cui l'intonaco è mancante, con il consolidamento puntuale della muratura e la stesura del nuovo intonaco, in uno o più strati. Per realizzare le nuove porzioni di intonaco si utilizza una malta con composizione e caratteri chimico-fisici e mineralogico-petrografici analoghi a quelli dell'intonaco esistente.

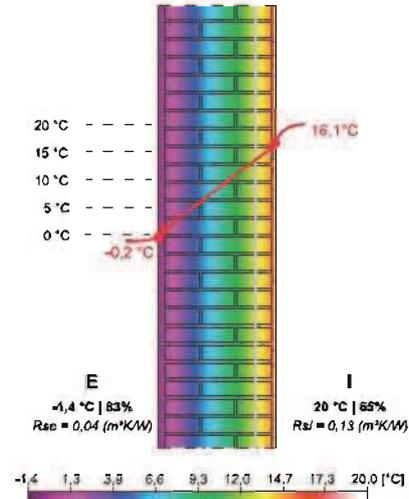
Per il ripristino delle parti di intonaco mancanti non si utilizzano malte a base di cemento, in quanto, essendo fortemente impermeabili, possono impedire la traspirazione della muratura, creare fenomeni di ristagno dell'umidità e irrigidire in modo eccessivo il tessuto murario. Si utilizza, invece, una malta di calce naturale, compatibile con la sottostante muratura, in grado di consentire equilibrati scambi di vapore tra l'interno e l'esterno dell'ambiente, con effetti positivi sul comfort termo-igrometrico dell'edificio.

Nelle porzioni di muratura a contatto con il terreno si utilizza un intonaco macro-poroso, in grado di garantire una maggiore porosità della malta e di consentire all'intonaco ed alla muratura di mantenere un'alta capacità traspirante.

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	1,42	[W/m ² K]
Resistenza termica	R_t	0,71	[m ² K/W]
Massa superficiale	M_s	612	[kg/m ²]
Trasmittanza periodica	Y_{ie}	0,194	[W/m ² K]

Sfasamento	ϕ_{12}	13,34	[h]
Fattore di attenuazione	f_s	0,137	[-]
Capacità termica interna	k_i	66,9	[kJ/m ² K]
Capacità termica esterna	k_e	107,4	[kJ/m ² K]

	d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1 Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35
2 Mattoni pieni in laterizio	0,400	0,800	850	1800	15
3 Intonaco a base di calce	0,015	1,000	1010	1800	15-35

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

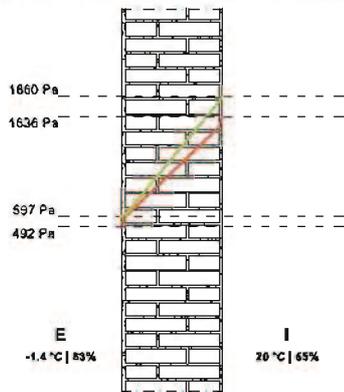
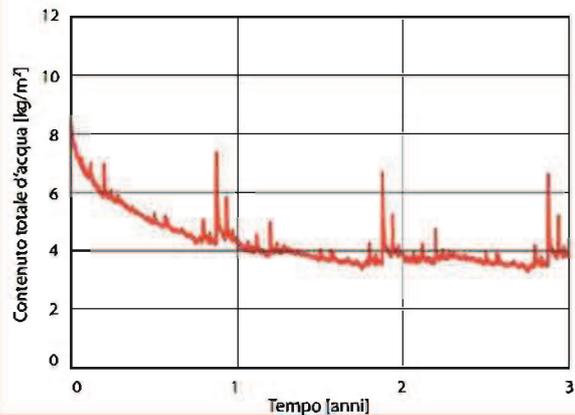


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico



ANALISI STATO DI FATTO

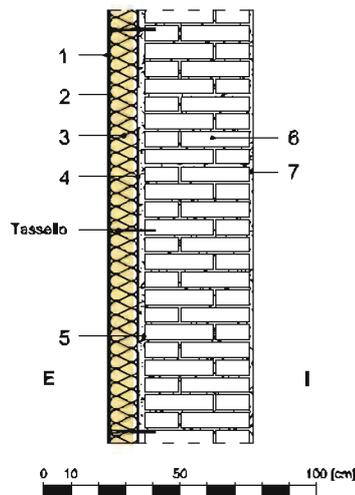
P4e

Parete in mattoni pieni con intonaco esterno

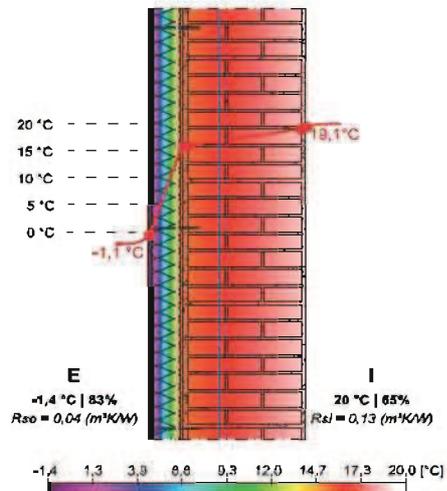
Area collinare

3

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Finitura minerale esterna	0,004	0,740	830	1150	12
2	Rasatura armata	0,006	0,740	830	1150	12
3a	Pannello isolante in fibra di legno - WF	0,100 ⁽¹⁾	0,040	2100	155	5
3b	Pannello isolante in cemento cellulare autoclavato - CCA	0,100 ⁽¹⁾	0,045	1300	115	3
3c	Pannello isolante in polistirene espanso grafitato - EPS	0,080 ⁽¹⁾	0,034	1450	20	50
4	Collante minerale	0,006	0,740	830	1150	12
5	Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35
6	Mattoni pieni in laterizio	0,400	0,800	850	1800	15
7	Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35

• Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E.

• ⁽¹⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

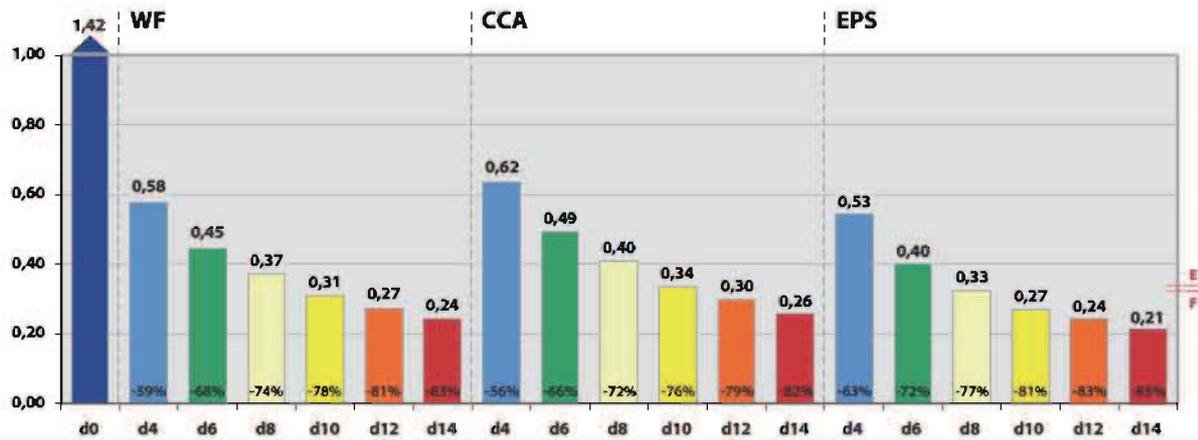
Intervento di isolamento dall'esterno

- Dopo aver preparato adeguatamente il supporto, si procede con gli interventi per la posa del cappotto esterno. Al di sopra dell'intonaco esistente a base di calce, opportunamente risanato, sono fissati i pannelli isolanti. La posa avviene attraverso un collante a base minerale e il successivo inserimento di fissaggi meccanici (tasselli). Infine, sullo strato isolante si applica una rasatura armata con finitura minerale esterna.
- Ai fini di una realizzazione corretta del cappotto esterno, nel caso in cui l'intonaco esistente presenti una finitura superficiale non traspirante, si deve provvedere alla rimozione della stessa prima della posa del cappotto esterno.

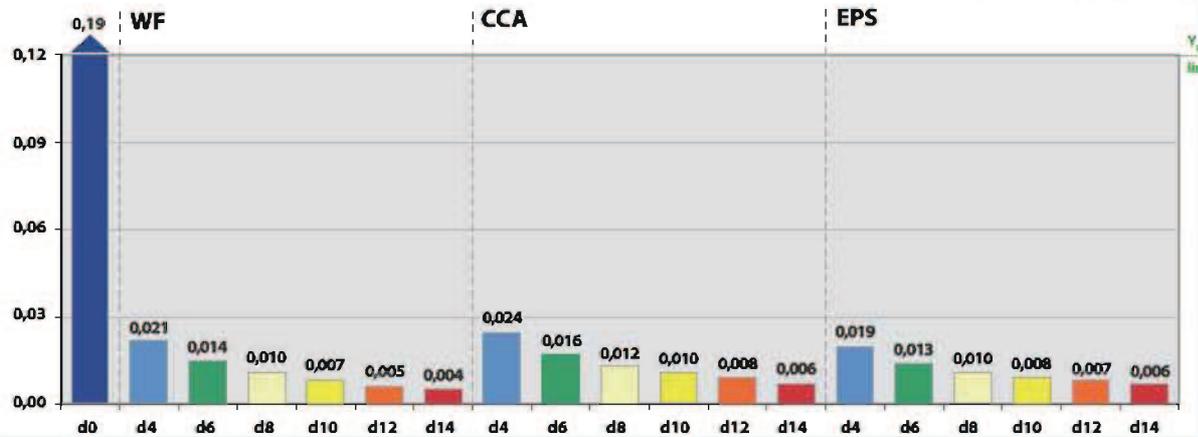
Legenda

d0 senza cappotto	d4 strato isolante 4 cm	d6 strato isolante 6 cm	d8 strato isolante 8 cm	d10 strato isolante 10 cm	d12 strato isolante 12 cm	d14 strato isolante 14 cm
MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	CCA pannello isolante in cemento cellulare autoclavato	EPS pannello isolante in polistirene espanso grafitato			
LIMITI DI LEGGE	limite trasmittanza per zona E	limite trasmittanza per zona F	Y_{lim} limite trasmittanza periodica	IV prestazioni sufficienti		
prestazioni ottime	prestazioni buone	prestazioni medie				

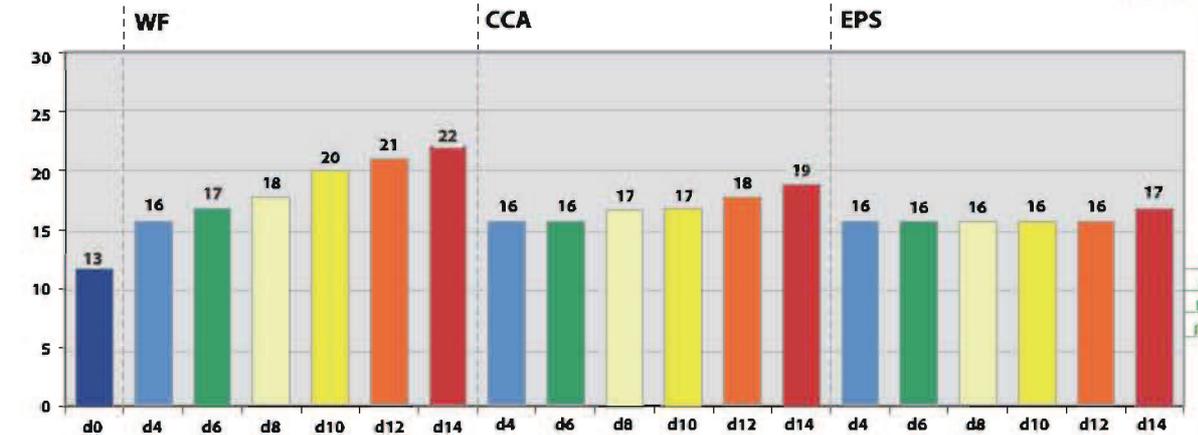
Trasmittanza - U - [W/m²K]



Trasmittanza periodica - Y_{ie} - [W/m²K]



Sfasamento - ϕ_{12} - [h]



ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO

P4e

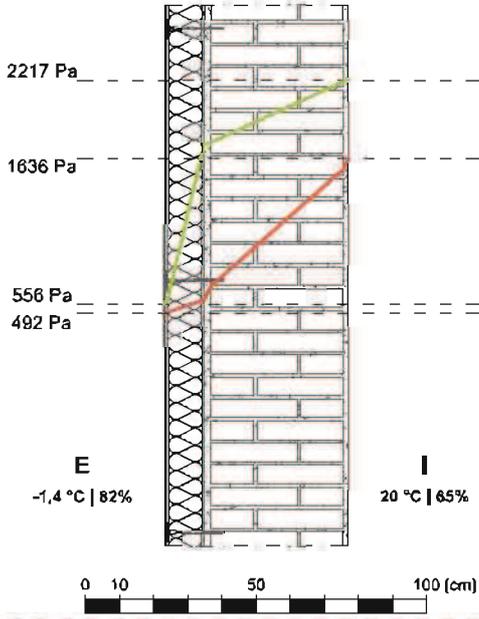
Parete in mattoni pieni con intonaco esterno

Area collinare

5

Analisi dell'umidità in regime stazionario

Diagramma delle pressioni



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	7444	--
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	7444	(g/m ²)

CCA

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	8738	--
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	8738	(g/m ²)

EPS

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	3329	--
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	3329	(g/m ²)

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

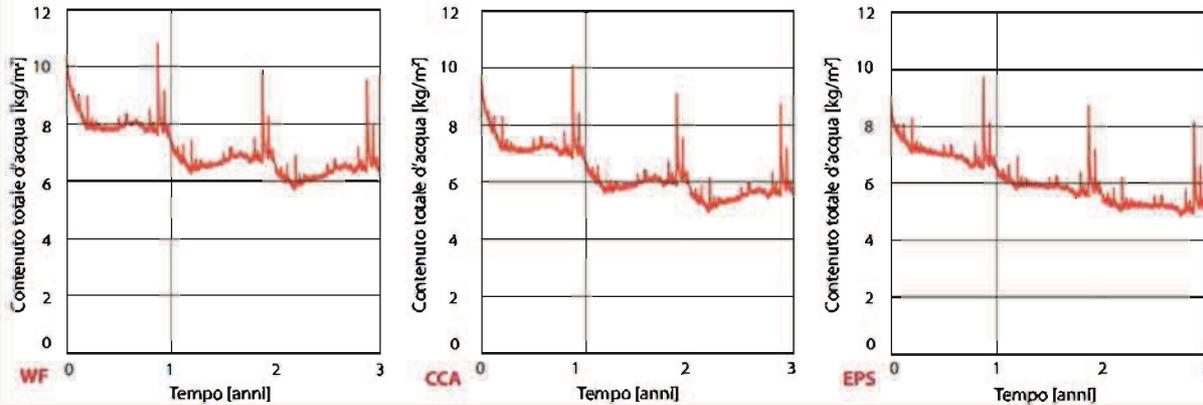
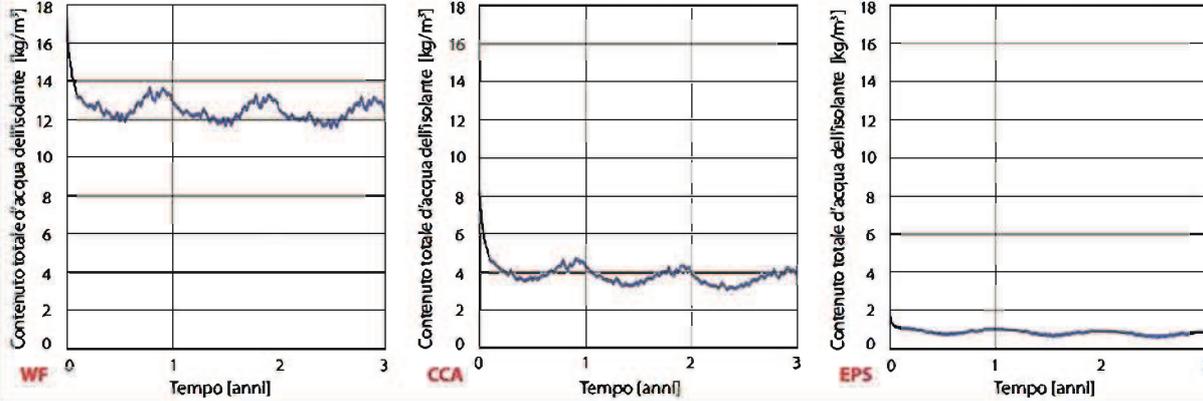


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO

Descrizione del componente

L'elemento verticale preso in esame è costituito da elementi di laterizio provenienti da fornaci locali. Il legante presente è una malta di calce. Una finitura ad intonaco in calce protegge la superficie interna della muratura; l'esterno presenta elementi di laterizio a vista.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento sul lato interno della muratura, sul quale sarà applicato un intonaco a base di materiali della stessa natura di quello esistente. In tale modo è possibile conservare l'aspetto originario della muratura all'esterno.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione della finitura a intonaco e della muratura.

Si esaminano la consistenza della malta e la coesione tra i mattoni; si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che la muratura presenta all'esterno dissesti localizzati ed elementi in laterizio sconnessi o mancanti dovuti alla mancanza di un'ordinaria manutenzione.

L'intonaco interno può presentare alterazioni cromatiche e macchie causate da infiltrazioni di acqua e in alcuni punti potrebbe essere completamente mancante, lasciando scoperto il supporto murario.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento di murature a mattoni pieni faccia a vista (murature non danneggiate da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- esecuzione di perforazioni con attrezzo a rotazione;
- rimozione detriti e parti in distacco all'interno del foro;
- inserimento di barre di acciaio o non metalliche;
- iniezione con malta tixotropica a ritiro compensato.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione della muratura, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

Sul lato interno della muratura, si prevede la rimozione delle patine biologiche e dei depositi superficiali dannosi per la conservazione dell'intonaco e che potrebbero determinare una cattiva adesione dello strato isolante.

Sul lato esterno, si prevede un intervento di risanamento conservativo per mantenere il laterizio a vista:

- si procede con la pulitura, disinfezione e disinfestazione da piante infestanti e da agenti di biodeterioramento;
- si integrano puntualmente le parti murarie dissestate, con elementi della stessa natura, colore e dimensione di quelli esistenti, mediante la tecnica del "cuci e scuci";
- si provvede alla risarcitura delle lesioni presenti nella tessitura muraria ed alla eventuale rinzaffatura dei giunti.

Per la risarcitura delle lesioni e la rinzaffatura dei giunti non si utilizzano malte a base di cemento, in quanto, essendo fortemente impermeabili, possono impedire la traspirazione della muratura, creare fenomeni di ristagno dell'umidità e irrigidire in modo eccessivo il tessuto murario. Si utilizza, invece, una malta di calce naturale, compatibile con la sottostante muratura, in grado di consentire equilibrati scambi di vapore tra l'interno e l'esterno dell'ambiente, con effetti positivi sul comfort termo-igrometrico dell'edificio.

Nelle porzioni di muratura a contatto con il terreno si utilizza un intonaco macro-poroso, in grado di garantire una maggiore porosità della malta e di consentire all'intonaco ed alla muratura di mantenere un'alta capacità traspirante.

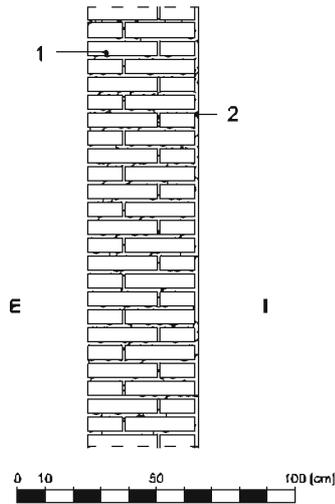
P5

Parete in mattoni pieni a vista

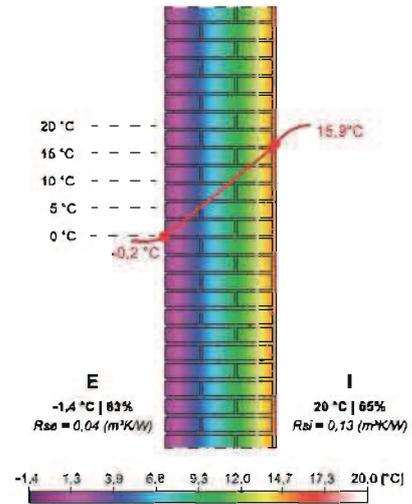
Area collinare

2

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	1,46	[W/m²K]
Resistenza termica	R _T	0,69	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	612	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{pe}	0,224	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	12,71	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,153	[-]
Capacità termica interna	k _i	67,5	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	102,4	[kJ/m²K]

	d	λ	C _p	ρ	μ
	[m]	[W/mK]	[J/kgK]	[kg/m³]	[-]
1 Muratura in mattoni pieni	0,400	0,800	850	1800	15
2 Intonaco a base di calce	0,015	1,000	1010	1800	15-35

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

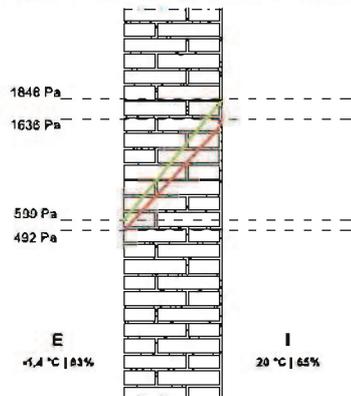
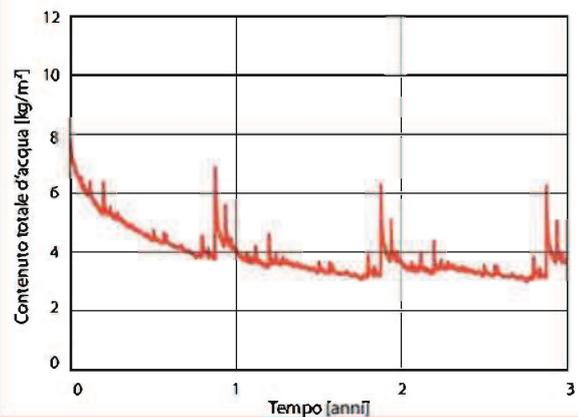
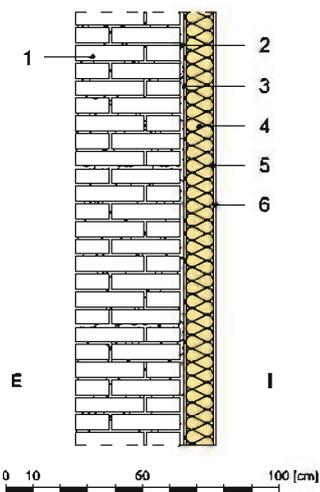


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico

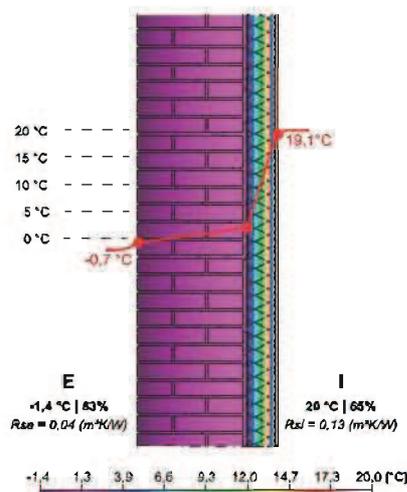


ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoisometrica - temperature



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	Muratura in mattoni pieni	0,400	0,800	850	1800	15
2	Intonaco a base di calce	0,020	1,000	1010	1800	15-35
3	Collante minerale	0,006	0,740	830	1150	12
4a	Pannello isolante in fibra di legno - WF	0,100 ⁽¹⁾	0,040	2100	155	5
4b	Pannello isolante in cemento cellulare autoclavato - CCA	0,120 ⁽¹⁾	0,045	1300	115	3
4c	Pannello isolante in vetro cellulare - CG	0,100 ⁽¹⁾	0,041	1000	115	∞
5	Rasatura armata	0,006	0,740	830	1150	12
6	Finitura superficiale interna	0,004	0,550	830	1770	71

• Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E, senza determinare condizioni igrometriche critiche.
 • ⁽¹⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E, senza determinare condizioni igrometriche critiche.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

Intervento di isolamento dall'interno

- Dopo aver preparato adeguatamente il supporto, si procede con gli interventi per la posa dell'isolamento interno. Al di sopra dell'intonaco esistente a base di calce, opportunamente risanato, sono fissati i pannelli isolanti. La posa avviene attraverso un collante a base minerale e il successivo eventuale inserimento di fissaggi meccanici (tasselli). Infine, sullo strato isolante si applica una rasatura armata con finitura superficiale interna a grossa granulometria, per mantenere l'aspetto tradizionale che caratterizza la preesistenza.
- Ai fini di una realizzazione corretta dell'isolamento, prima della posa del materiale coibente, è necessario rimuovere la finitura superficiale interna della muratura, qualora essa risulti non igroscopica. Si consiglia l'installazione di un sistema di ventilazione per assicurare un contenuto livello di umidità all'interno dell'ambiente.
- L'applicazione di pannelli in vetro cellulare è indicato per ambienti umidi o in presenza di umidità relativa elevata all'interno delle strutture esistenti.
- Per l'applicazione dei pannelli in fibra di legno è possibile utilizzare un collante in terra-argilla, caratterizzato da una maggiore igroscopicità. Tale tipologia di collante garantisce la reversibilità dell'intervento di isolamento.
- Occorre eseguire in modo adeguato la tenuta all'aria.
- Non è possibile inserire gli impianti all'interno dello strato isolante.

ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO

P5i

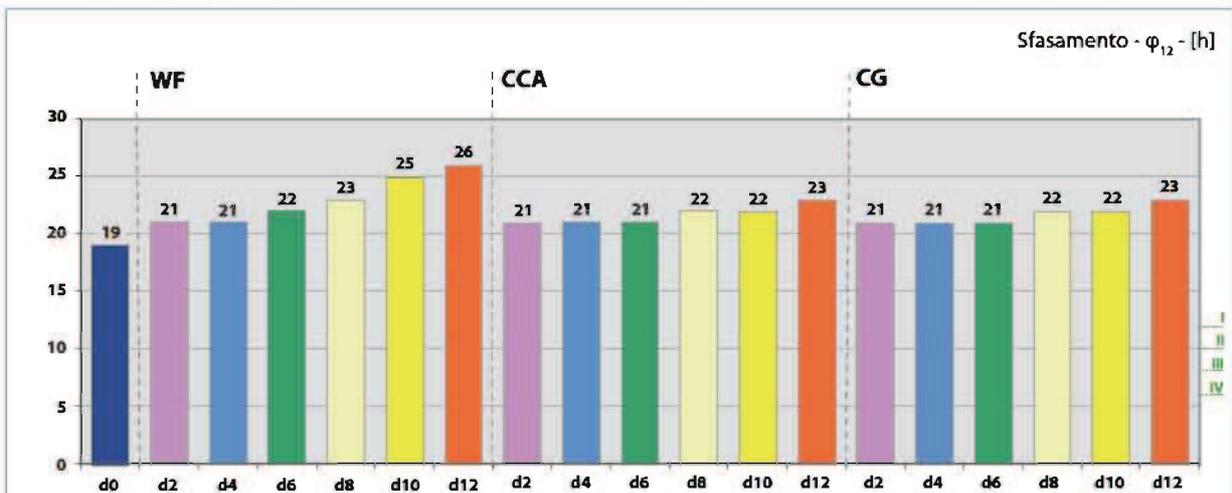
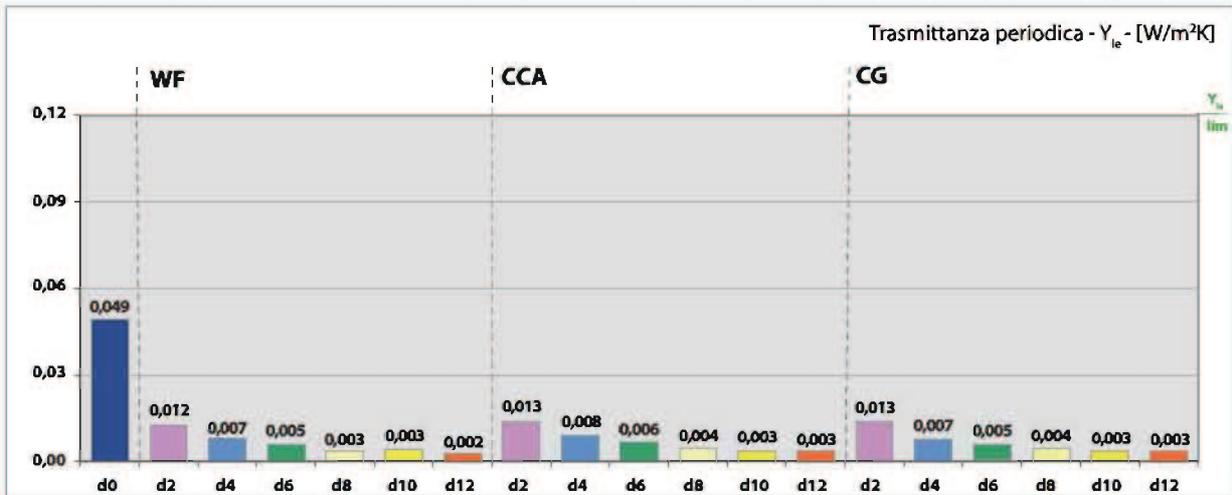
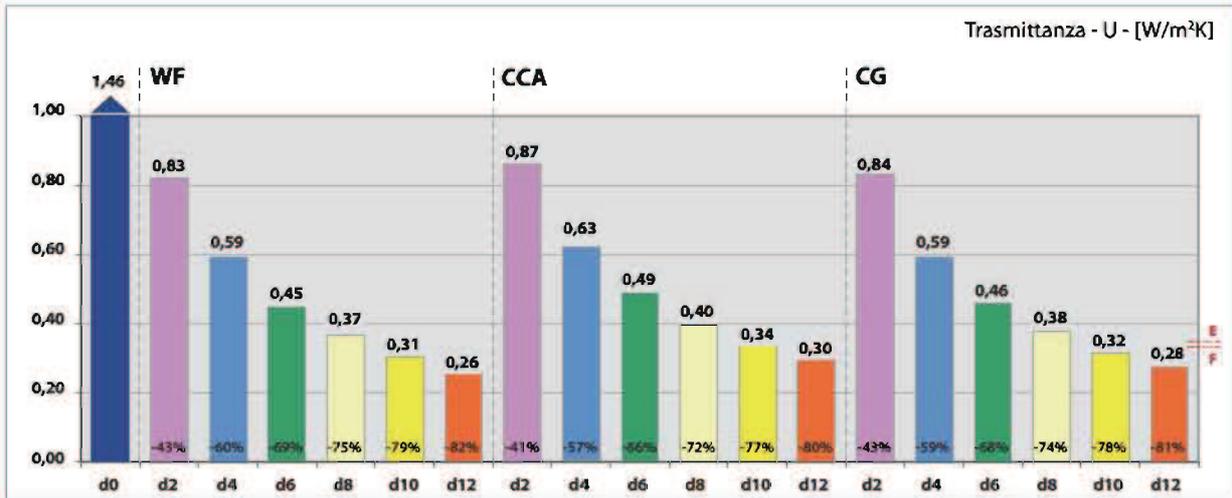
Parete in mattoni pieni a vista

Area collinare

4

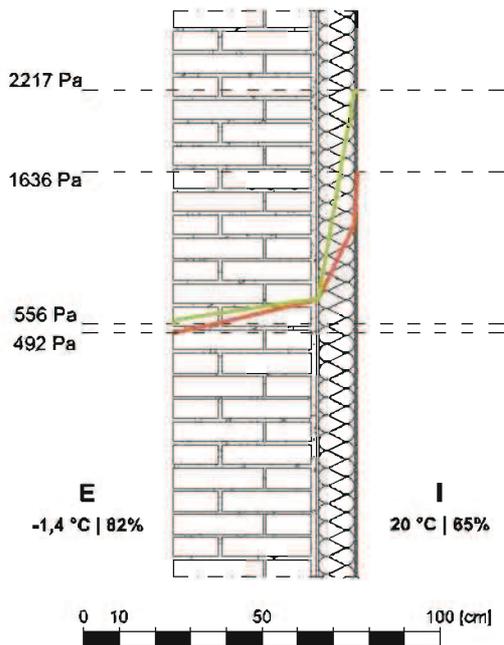
Legenda

MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	CCA pannello isolante in cemento cellulare autoclavato	CG pannello isolante in vetro cellulare
LIMITI DI LEGGE	limite trasmittanza per zona E	limite trasmittanza per zona F	limite trasmittanza periodica
prestazioni ottime	prestazioni buone	prestazioni medie	prestazioni sufficienti



Analisi dell'umidità in regime stazionario

Diagramma delle pressioni



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Stratigrafia **non idonea** secondo il metodo semplificato di calcolo in regime stazionario. Si ricorre all'analisi in regime dinamico per dimostrarne l'idoneità, tenendo conto delle caratteristiche termofisiche dei materiali.

CCA

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Stratigrafia **non idonea** secondo il metodo semplificato di calcolo in regime stazionario. Si ricorre all'analisi in regime dinamico per dimostrarne l'idoneità, tenendo conto delle caratteristiche termofisiche dei materiali.

CG

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	710	-
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	710	[g/m ²]

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

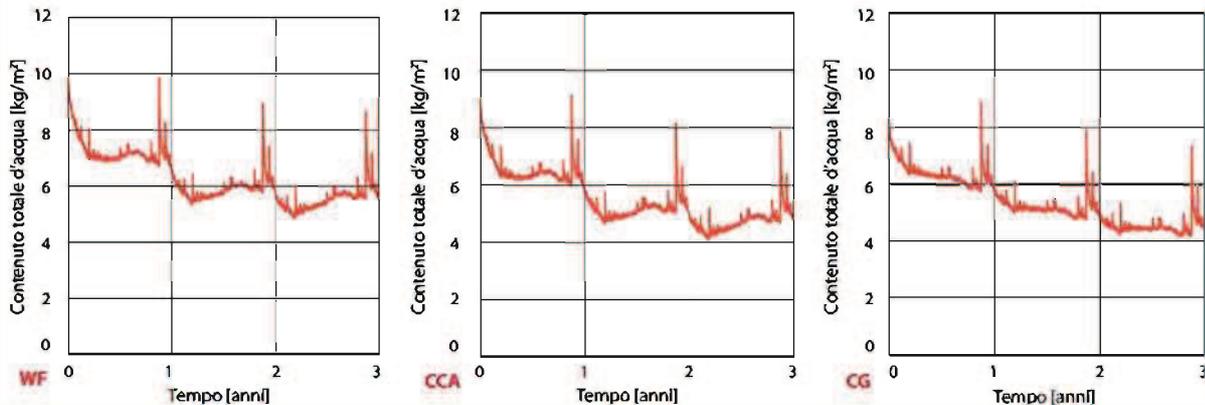
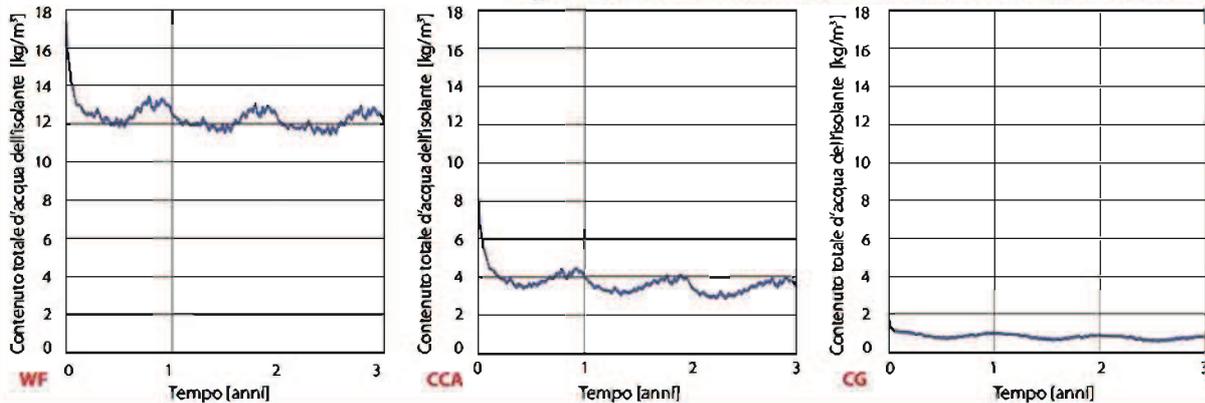


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



Descrizione del componente

L'elemento di orizzontamento preso in esame è costituito da una travatura portante in legno a sezione rettangolare con una scanalatura all'interno della quale è alloggiato il tavolato in legno con giunto "maschio-femmina", lasciando la trave in rilievo sul piano di calpestio.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento all'estradosso del solaio. Si effettua il consolidamento tramite un getto in calcestruzzo armato. La pavimentazione è realizzata con doghe in legno massiccio.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del solaio. Si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che la struttura portante presenta criticità, in particolare nelle teste delle travi direttamente alloggiata nelle pareti che subiscono l'azione dell'umidità presente nella muratura. In porzioni del tavolato si possono osservare fenomeni di marcescenza, inflessioni o elementi mancanti.

Causa principale del degrado possono essere la mancata manutenzione ordinaria e infiltrazioni di acqua.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento dei sistemi di orizzontamento (solai non danneggiati da sisma) si possono inserire dispositivi rompitratta utilizzando uno dei seguenti metodi:

- inserimento di due travi rompitratta in sostituzione di una preesistente facendo rimanere quest'ultima in modo che si veda la testa nella muratura;
- inserimento di un travetto rompitratta tra i travetti principali (è necessario dotare il dispositivo di cunei che consentano di sopperire ai cali di tensione dovuti al rilassamento del legno);
- inserimento di un dormiente in legno sotto le teste delle travi e delle mensole per ridurre la luce delle travi in legno componenti il solaio e spostare l'appoggio verso una parte non inserita nella muratura e quindi meno soggetta a degrado fungino.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione del solaio, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

Per gli elementi che hanno necessità di riparazione, sostituzione o integrazione si rispettano i materiali, le tecniche di lavorazione ed il rapporto del solaio con le strutture murarie esistenti.

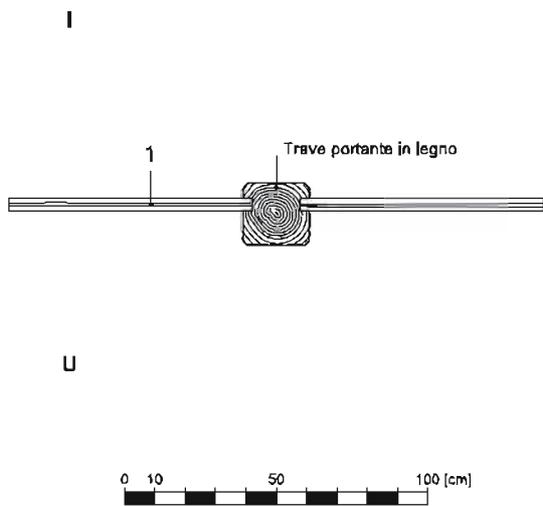
Per la conservazione delle parti più degradate si prevedono i seguenti interventi:

- recupero delle tavole, con eventuale rifilatura di quelle particolarmente degradate ai bordi;
- rinforzo alle teste delle travi, con l'inserimento di nuovi elementi di supporto o con la creazione di protesi localizzate alla testa delle travi, previa protezione dall'umidità nella sede della muratura;
- inserimento di elementi di rinforzo lignei o metallici;
- sostituzione degli elementi lignei degradati non recuperabili con elementi analoghi per materiale e per forma;
- trattamento di tutti i nuovi elementi lignei o metallici con prodotti specifici per la difesa dall'umidità, dalla corrosione, dall'ossidazione e dall'attacco di insetti, funghi o altri agenti biodeteriogeni.

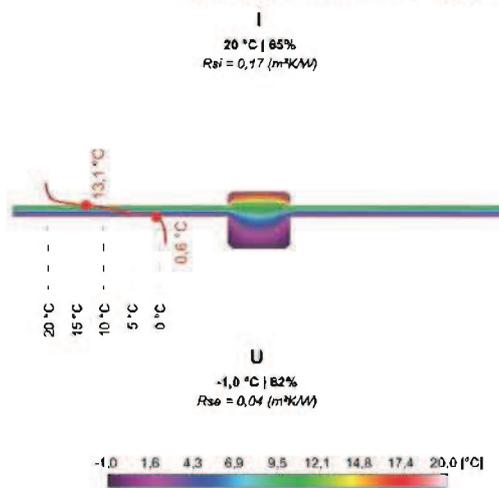
Per la conservazione delle parti meno degradate si interviene con la pulitura, la disinfezione e la disinfestazione degli elementi lignei: le travi e le tavole sono lavate con acqua in soluzione con solventi organici; si utilizza la tecnica della spazzolatura per le parti più sporche. Non si utilizza la tecnica della sabbatura per evitare la corrosione delle parti più tenere del legno e della patina conferita dal tempo.

Per ottenere una pavimentazione più regolare su cui eseguire l'intervento di ottimizzazione energetica, sarà necessaria la posa di un secondo tavolato, utilizzando la tecnica costruttiva dei solai "a doppio tavolato".

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	1,93	[W/m²K]
Resistenza termica	R _t	0,52	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	42	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{ie}	1,882 ⁽¹⁾	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	1,22 ⁽¹⁾	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,974 ⁽¹⁾	[-]
Capacità termica interna	k _i	15,3	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	25,6	[kJ/m²K]

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Assito di calpestio in legno	0,040	0,130	2100	500	30 ⁽²⁾

• ⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solito su vano non riscaldato)
 • ⁽²⁾ Il valore considera la presenza di fughe.

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

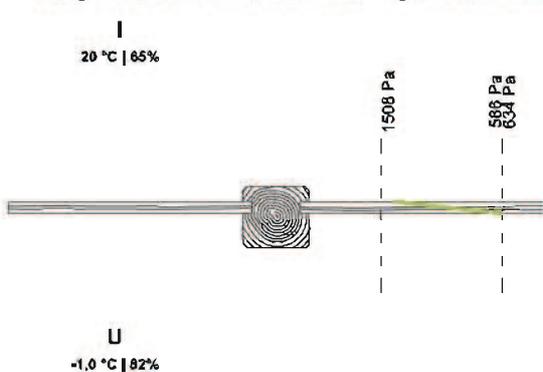
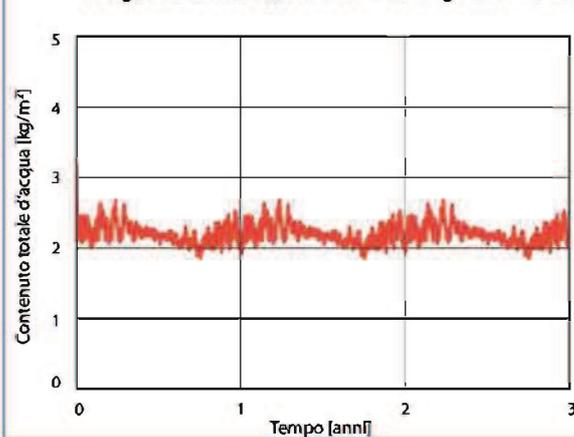
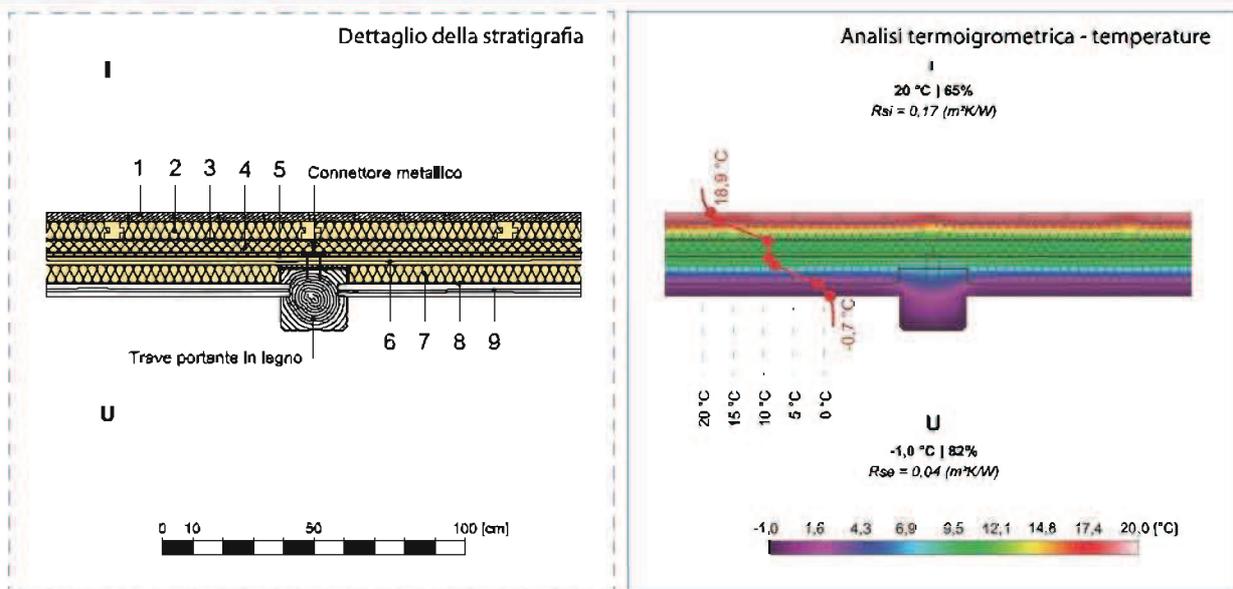


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico



ANALISI STATO DI FATTO



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Doghe in legno massiccio	0,030	0,130	2100	500	30 ⁽¹⁾
2	Listelli / fibra di legno (pannello maschiato)	0,060	0,130 / 0,043	2100 / 2100	500 / 175	50 / 5
3	Telo di separazione	-	-	-	-	$s_d = 2 \text{ m}$
4	Getto in calcestruzzo armato	0,050	2,500	1000	2400	80
5	Telo di separazione	-	-	-	-	$s_d = 2 \text{ m}$
6	Assito	0,025	0,130	2100	500	30 ⁽¹⁾
7a	Travi ⁽²⁾ / materassino isolante in fibra di legno flessibile - WF	0,060 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 2100	500 / 55	50 / 2
7b	Travi ⁽²⁾ / materassino isolante in fibra di canapa - HW	0,060 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 1600	500 / 38	50 / 2
7c	Travi ⁽²⁾ / fiocchi di cellulosa insufflati - CE	0,060 ⁽³⁾	0,130 / 0,039	2100 / 2110	500 / 35	50 / 1
8	Guaina antipolvere traspirante	-	-	-	-	$s_d = 0,02 \text{ m}$
9	Tavole in legno	0,040	0,130	2100	500	30 ⁽¹⁾

• Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.

• ⁽¹⁾ Il valore considera la presenza di fughe.

• ⁽²⁾ Travi portanti in legno con larghezza di 20 cm e interasse di 90 cm.

• ⁽³⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

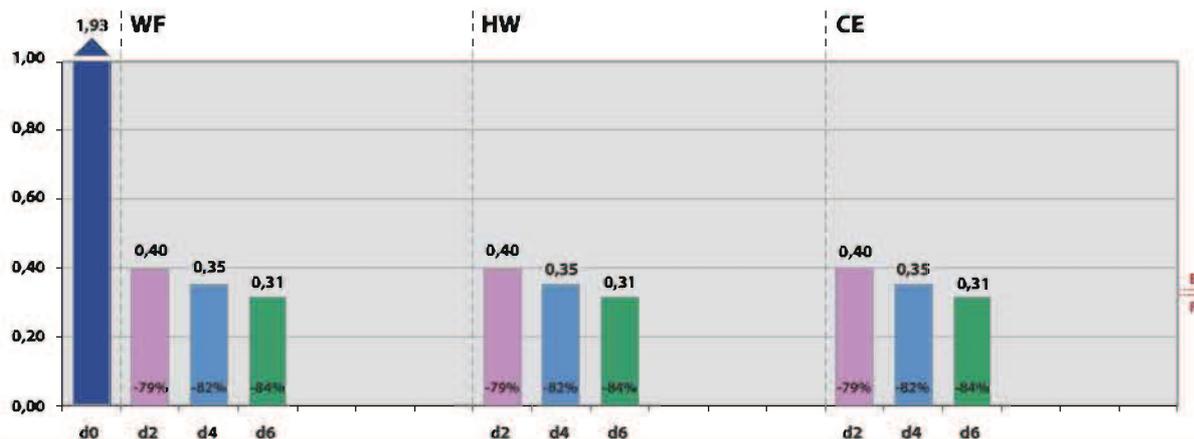
Intervento di isolamento all'estradosso

- Dopo aver eseguito gli interventi per il risanamento conservativo del solaio in legno si applica una guaina antipolvere traspirante all'estradosso del solaio, posata in un unico strato continuo sull'assito esistente e sulle travi.
- Si procede con la posa dello strato isolante e l'installazione sulle travi esistenti di un elemento in legno di 8 cm di larghezza per colmare la differenza di spessore di circa 2,5 cm tra il pannello isolante e le travi. Tale elemento crea maggiore regolarità per la posa dell'assito in legno, su cui si esegue successivamente il getto in calcestruzzo armato, previa posa sul tavolato di un apposito telo per evitare il contatto diretto con il getto in calcestruzzo.
- Si posa quindi un secondo telo di separazione e si installano i pannelli isolanti maschiati con listelli di larghezza 5 cm e interasse di posa 65 cm. I listelli sono sollevati di 1 cm dal telo di separazione per migliorare le prestazioni acustiche.
- Si realizza la pavimentazione, fissando alla listellatura sottostante il nuovo assito di calpestio in doghe di legno massiccio.

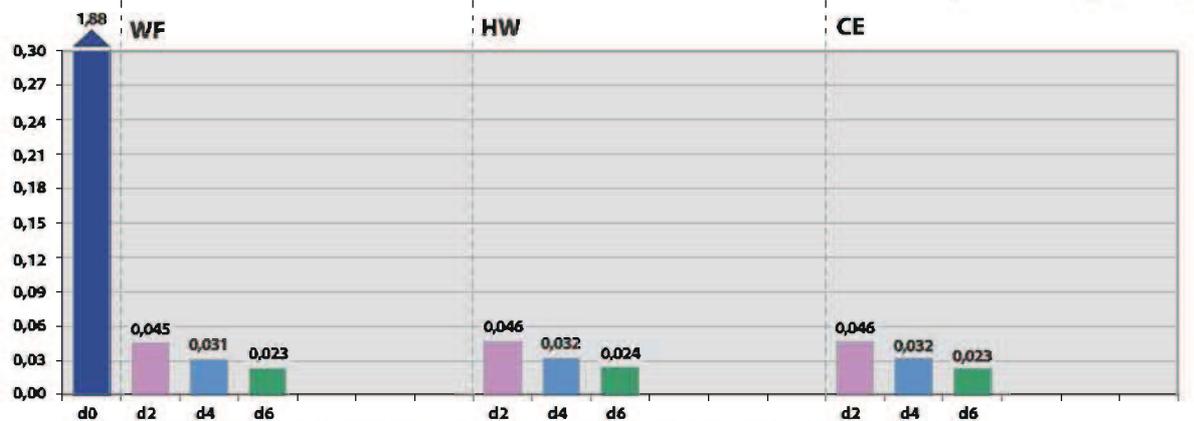
Legenda

d0 senza cappotto	d4 strato isolante 4 cm		
d2 strato isolante 2 cm	d6 strato isolante 6 cm		
MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	HW pannello isolante in fibra di canapa	CE fiocchi di cellulosa sfusi insufflati
LIMITI DI LEGGE	limite trasmittanza per zona E	limite trasmittanza per zona F	

Trasmittanza - U - [W/m²K]

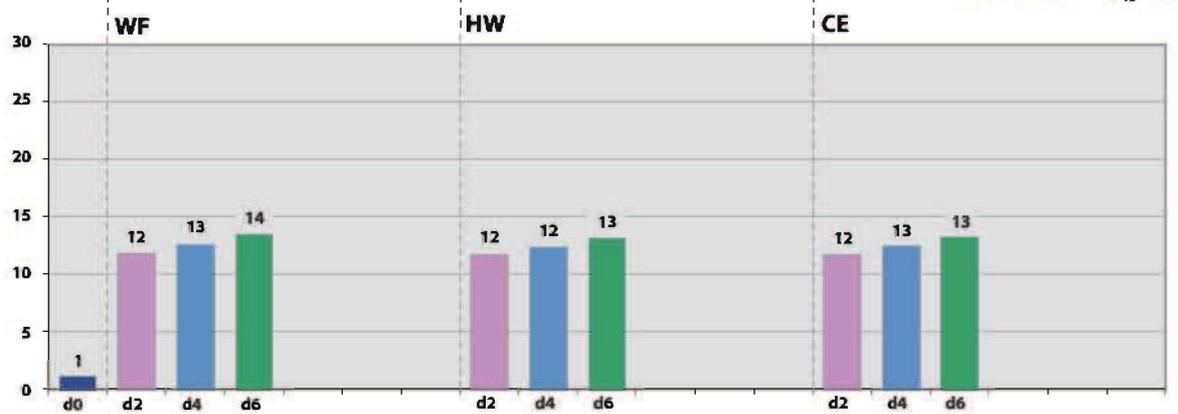


Trasmittanza periodica ⁽¹⁾ - Y_{ie} - [W/m²K]



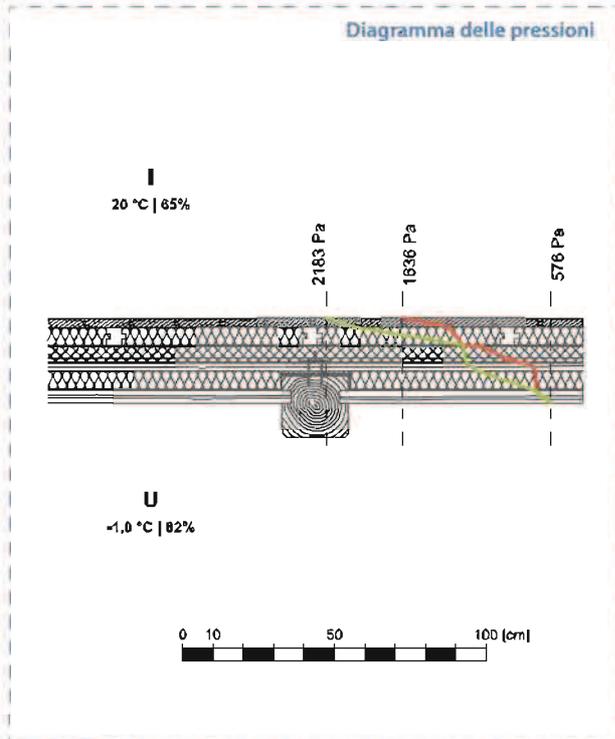
⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)

Sfasamento ⁽¹⁾ - φ₁₂ - [h]



⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)

Analisi dell'umidità in regime stazionario



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	1571	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	1571	(g/m ²)

HW

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

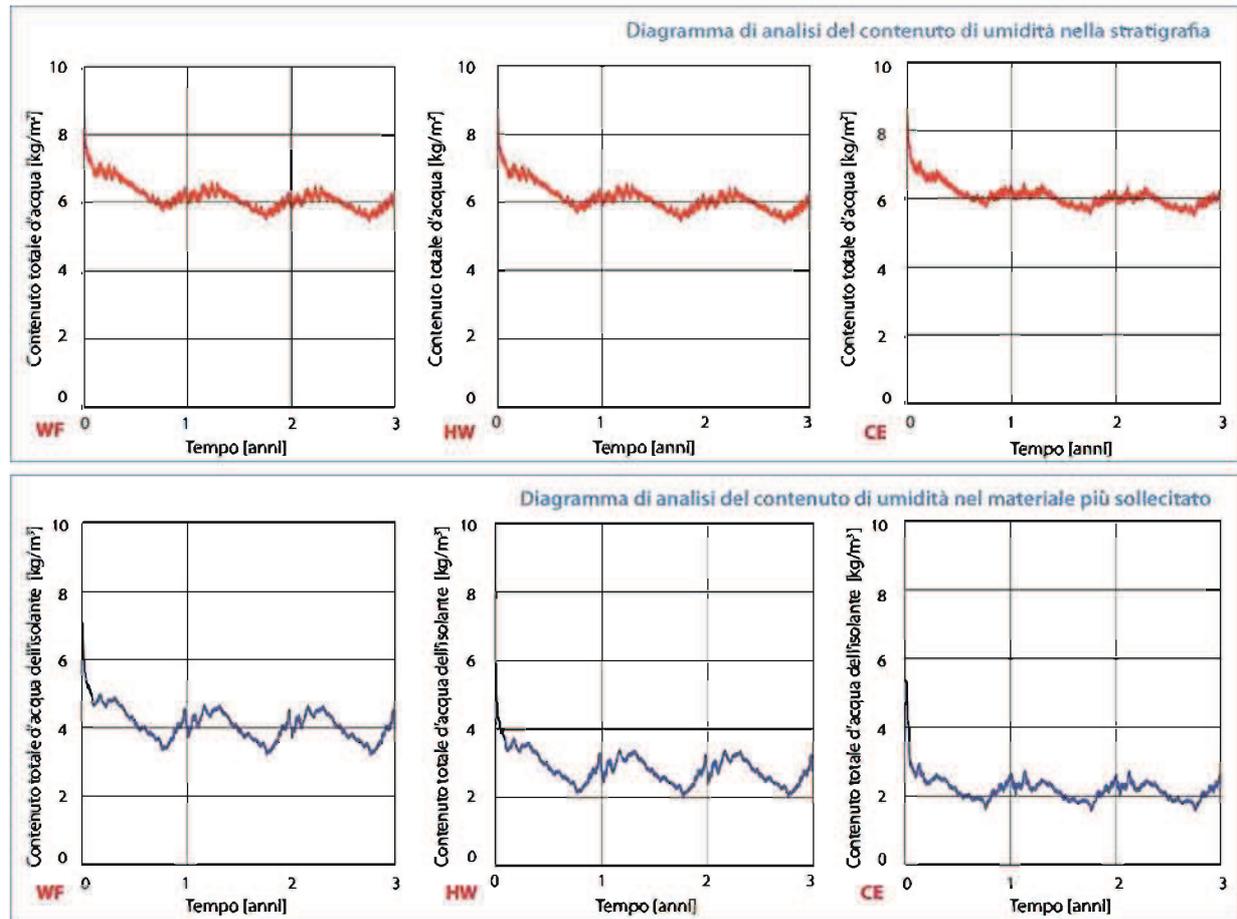
Potenziale di asciugatura	1571	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	1571	(g/m ²)

CE

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	1543	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	1543	(g/m ²)

Analisi dell'umidità in regime dinamico



Descrizione del componente

L'elemento di orizzontamento preso in esame è costituito da una travatura portante in legno a sezione rettangolare con doppia scanalatura all'interno della quale è alloggiato il tavolato in legno con giunto "maschio-femmina". Il tavolato inferiore è inserito tra le travi portanti all'interno delle scanalature mentre il tavolato superiore è fissato alle travi mediante connettori in legno.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento all'interno dell'intercapedine esistente.
Si effettua il consolidamento tramite un getto in calcestruzzo armato e si inserisce un sistema radiante a bassa temperatura a pavimento. La pavimentazione è realizzata con un parquet incollato.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del solaio. Si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.
Da questa analisi può emergere che la struttura portante presenta criticità, in particolare nelle teste delle travi direttamente alloggiato nelle pareti che subiscono l'azione dell'umidità presente nella muratura. In porzioni del tavolato si possono osservare fenomeni di marcescenza, inflessioni o elementi mancanti.
Causa principale del degrado possono essere la mancata manutenzione ordinaria e infiltrazioni di acqua.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento dei sistemi di orizzontamento (solai non danneggiati da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- consolidamento delle travi ammalorate mediante inserimento di elementi di rinforzo lineari o puntuali ai lati della trave o mediante affiancamento di nuovi elementi portanti;
- consolidamento della struttura, senza sostituzione dell'intero solaio ligneo con solai in calcestruzzo armato, pieni o alleggeriti, o con solai in laterocemento.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione del solaio, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.
Per gli elementi che hanno necessità di riparazione, sostituzione o integrazione si rispettano i materiali, le tecniche di lavorazione ed il rapporto del solaio con le strutture murarie esistenti.
Per la conservazione delle parti più degradate si prevedono i seguenti interventi:

- recupero delle tavole, con eventuale rifilatura di quelle particolarmente degradate ai bordi;
- rinforzo alle teste delle travi, con l'inserimento di nuovi elementi di supporto o con la creazione di protesi localizzate alla testa delle travi, previa protezione dall'umidità nella sede della muratura;
- inserimento di elementi di rinforzo lignei o metallici;
- sostituzione degli elementi lignei degradati non recuperabili con elementi analoghi per materiale e per forma;
- trattamento di tutti i nuovi elementi lignei o metallici con prodotti specifici per la difesa dall'umidità, dalla corrosione, dall'ossidazione e dall'attacco di insetti, funghi o altri agenti biodeteriogeni.

Per la conservazione delle parti meno degradate si interviene con la pulitura, la disinfezione e la disinfestazione degli elementi lignei: le travi e le tavole sono lavate con acqua in soluzione con solventi organici; si utilizza la tecnica della spazzolatura per le parti più sporche. Non si utilizza la tecnica della sabbatura per evitare la corrosione delle parti più tenere del legno e della patina conferita dal tempo.

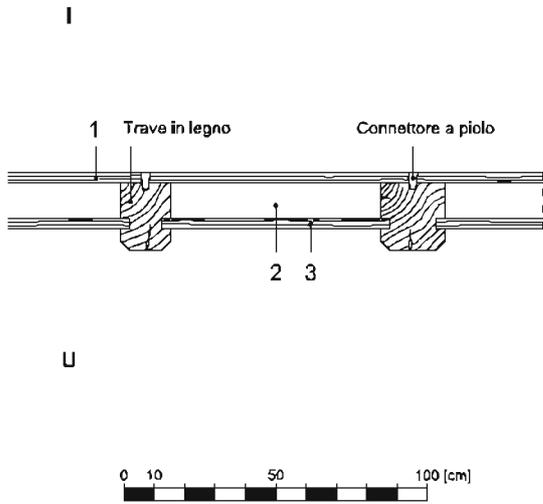
S2

Solaio interpiano in legno con doppio tavolato

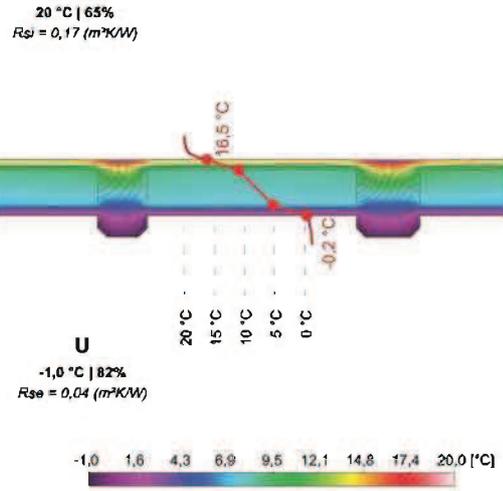
Area montana

2

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	0,99	[W/m²K]
Resistenza termica	R _T	1,01	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	91	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _e	0,764 ⁽¹⁾	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	4,29 ⁽¹⁾	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,775 ⁽¹⁾	[-]
Capacità termica interna	k _i	31,6	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	41,7	[kJ/m²K]

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Assito di calpestio in legno	0,035	0,130	2100	500	30 ⁽²⁾
1 Travi ⁽³⁾ / aria	0,120	0,130 / R=0,221	2100 / 1080	500 / 1	50 / 1
1 Assito in legno	0,035	0,130	2100	500	30 ⁽²⁾

• ⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)
 • ⁽²⁾ il valore considera la presenza di fughe.
 • ⁽³⁾ Travi portanti in legno con larghezza di 20 cm e Interasse di 90 cm

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

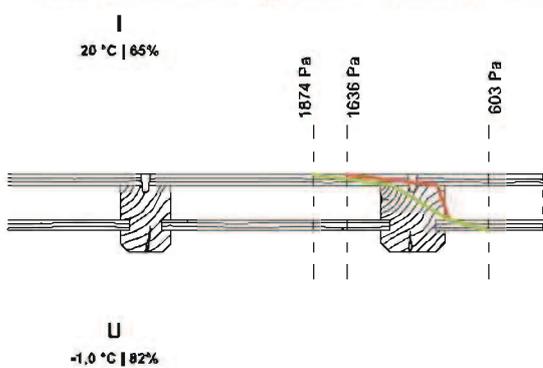
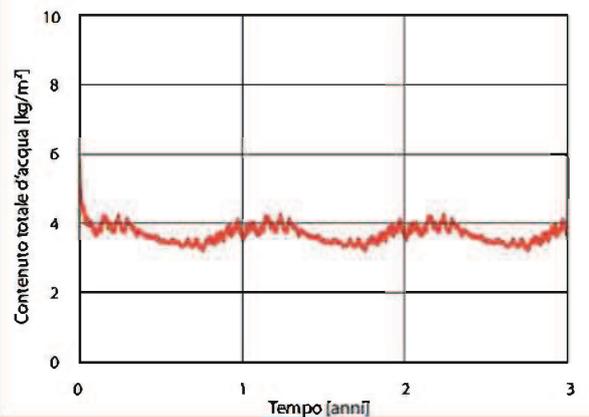
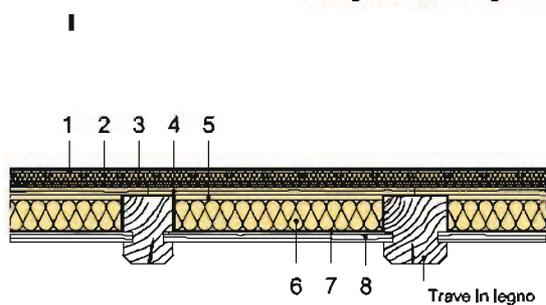


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico

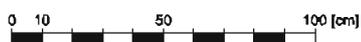


ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia

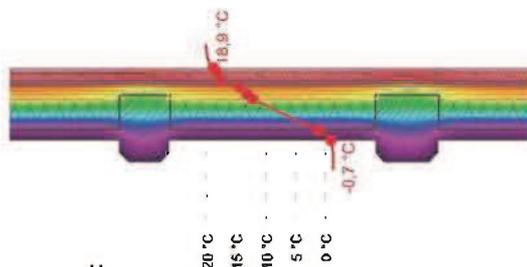


U



Analisi termoisometrica - temperature

20 °C | 65%
R_{SI} = 0,17 (m²K/W)



U

-1,0 °C | 82%
R_{SE} = 0,04 (m²K/W)



		d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Parquet incollato	0,015	0,130	2100	500	30 ⁽¹⁾
2	Massetto a secco con / senza sistema radiante integrato ⁽²⁾	0,030	0,320	1100	1150	13
3	Pannello in fibra di legno standard	0,020	0,047	2100	240	5
4	Assito	0,025	0,130	2100	500	30 ⁽¹⁾
5	Travi ⁽³⁾ / aria	0,020	0,130/R=0,221	2100 / 1080	500 / 1	50 / 1
6a	Travi ⁽³⁾ / materassino isolante in fibra di legno flessibile - WF	0,100 ⁽⁴⁾	0,130 / 0,038	2100 / 2100	500 / 55	50 / 2
6b	Travi ⁽³⁾ / materassino isolante in fibra di canapa - HW	0,100 ⁽⁴⁾	0,130 / 0,038	2100 / 1600	500 / 38	50 / 2
6c	Travi ⁽³⁾ / fiocchi di cellulosa insufflati - CE	0,100 ⁽⁴⁾	0,130 / 0,039	2100 / 2110	500 / 35	50 / 1
7	Guaina antipolvere traspirante	-	-	-	-	s _d = 0,02 m
8	Assito in legno	0,035	0,130	2100	500	30 ⁽¹⁾

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.
- ⁽¹⁾ Il valore considera la presenza di fughe.
- ⁽²⁾ La soluzione proposta è conforme alla norma UNI EN 1264-4 (Riscaldamento a pavimento), verificando i limiti di resistenza termica minima.
- ⁽³⁾ Travi portanti in legno con larghezza di 20 cm e interasse di 90 cm.
- ⁽⁴⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

Intervento di isolamento nell'intercapedine

- Dopo aver eseguito gli interventi per il risanamento conservativo del solaio in legno si applica una guaina antipolvere traspirante all'estradosso del solaio, posata in un unico strato continuo sull'assito esistente e sulle travi.
- Si procede con la posa dello strato isolante tra le travi del solaio.
- Si realizza un assito in legno per ottenere una superficie piana su cui posare i pannelli isolanti in fibra di legno.
- Sullo strato isolante si realizza un massetto a secco costituito da una doppia lastra di fibrogesso, che può eventualmente contenere un sistema radiante.
- La pavimentazione può essere realizzata con parquet massello o multistrato da incollare (spessore minimo: 15 mm), parquet multistrato flottante (spessore minimo: 15 mm), piastrelle (spessore minimo: 10 mm) o pavimento resiliente (moquette, linoleum, PVC, ecc.) (spessore minimo: 2 mm).

S2m

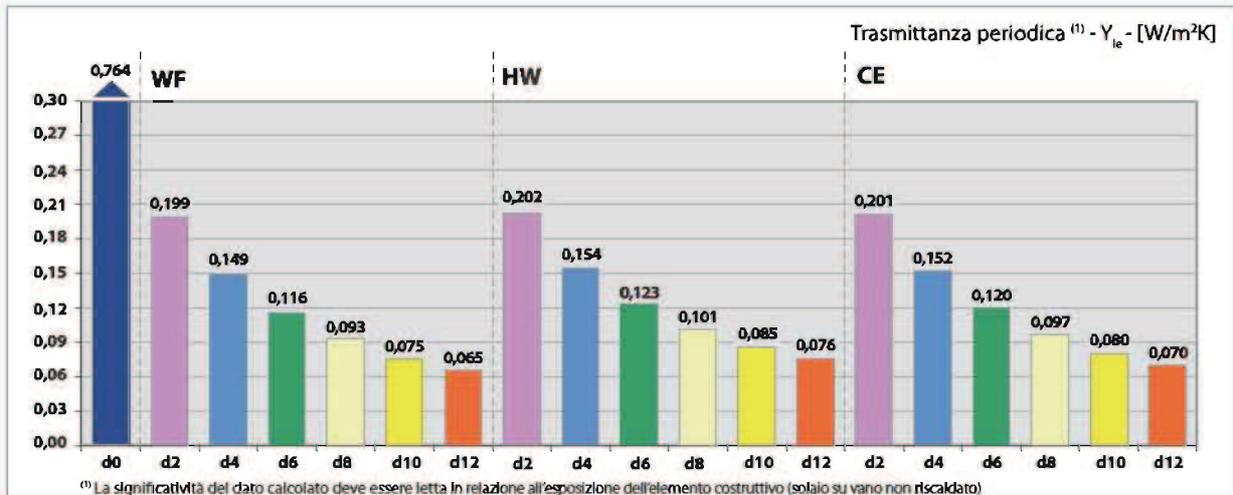
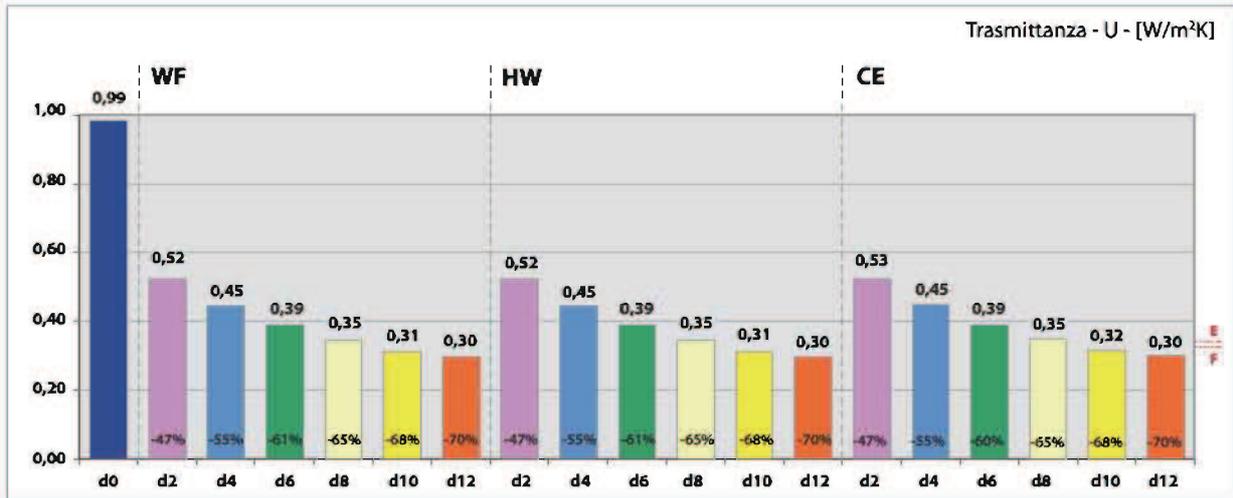
Solaio interpiano in legno con doppio tavolato

Area montana

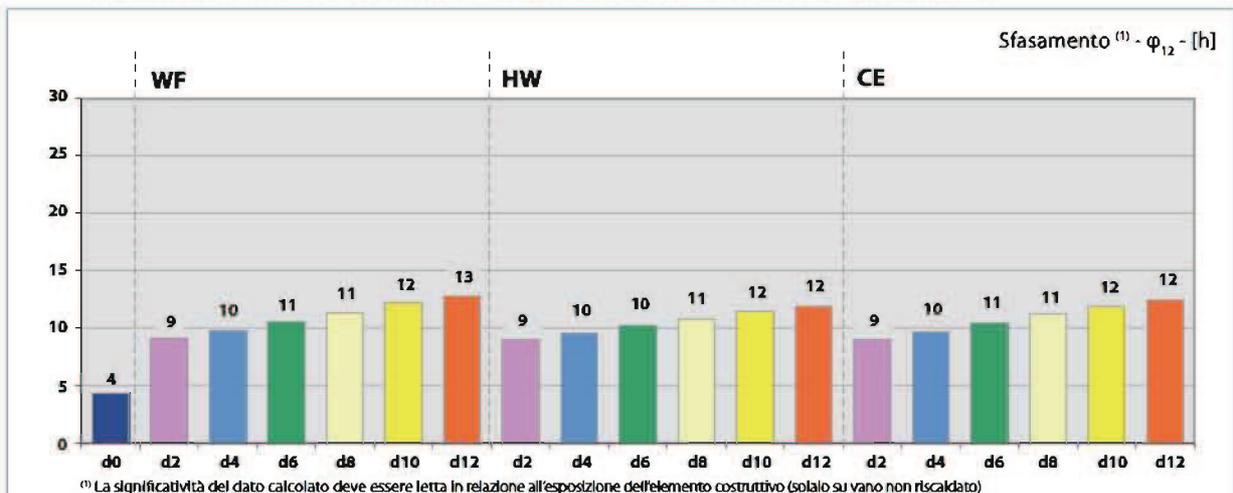
4

Legenda

MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	HW pannello isolante in fibra di canapa	CE fiocchi di cellulosa sfusi insufflati
LIMITI DI LEGGE	limite trasmittanza per zona E	limite trasmittanza per zona F	



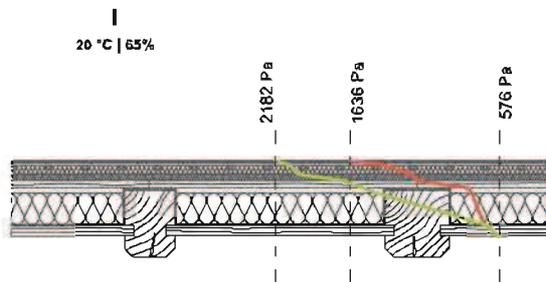
⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)



⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)

Analisi dell'umidità in regime stazionario

Diagramma delle pressioni



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	6527	-
Condensa accumulata	140	=
Riserva di asciugatura	6387	[g/m ²]

HW

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	6527	-
Condensa accumulata	140	=
Riserva di asciugatura	6387	[g/m ²]

CE

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	6886	-
Condensa accumulata	158	=
Riserva di asciugatura	6728	[g/m ²]

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

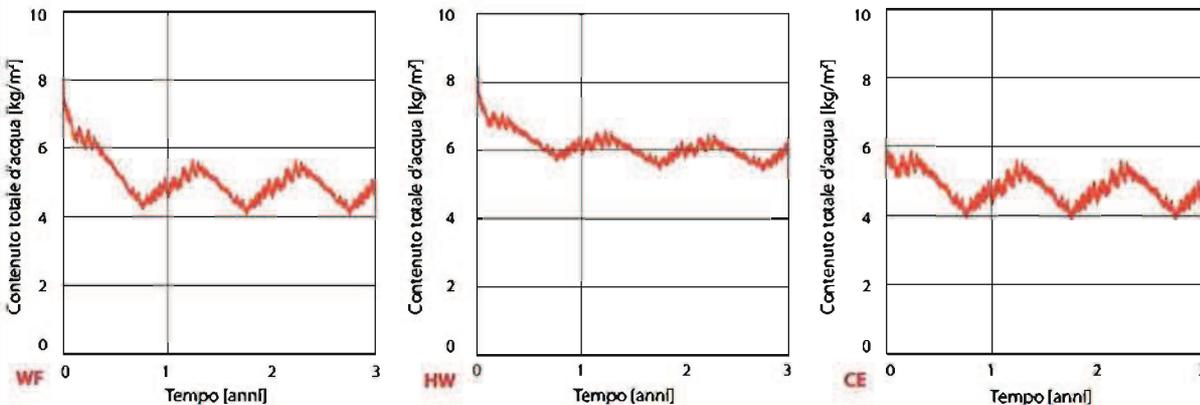
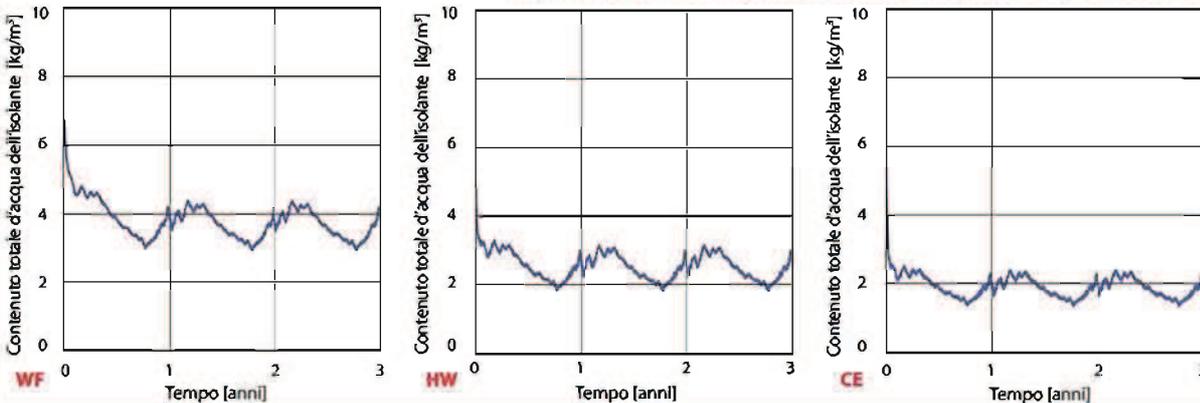


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



S3

Solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio

Area collinare

1

Descrizione del componente

L'elemento di orizzontamento preso in esame è costituito da un solaio a voltine di mattoni pieni in foglio, con costipamento di materiale lapideo e terra, massetto in sabbia-cemento e pavimentazione in cotto.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento all'estradosso del solaio.
E' possibile prevedere l'inserimento di un sistema di riscaldamento a pannelli radianti.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del solaio. Si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.
Da questa analisi può emergere che la struttura portante presenta criticità, in particolare nelle teste delle travi direttamente alloggiata nelle pareti che subiscono l'azione dell'umidità presente nella muratura.
Alcuni elementi in laterizio possono essere sconnessi.
Causa principale del degrado possono essere la mancata manutenzione ordinaria e infiltrazioni di acqua.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento dei sistemi di orizzontamento (solai non danneggiati da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- alleggerimento del carico del solaio esistente e ripartizione del nuovo carico a mezzo di rete elettrosaldata ben ammorzata nelle murature;
- consolidamento delle travi ammalorate mediante inserimento di elementi di rinforzo lineari o puntuali ai lati della trave o mediante affiancamento di nuovi elementi portanti;
- risarciture delle eventuali lesioni delle voltine in mattoni.

Intervento di risanamento conservativo

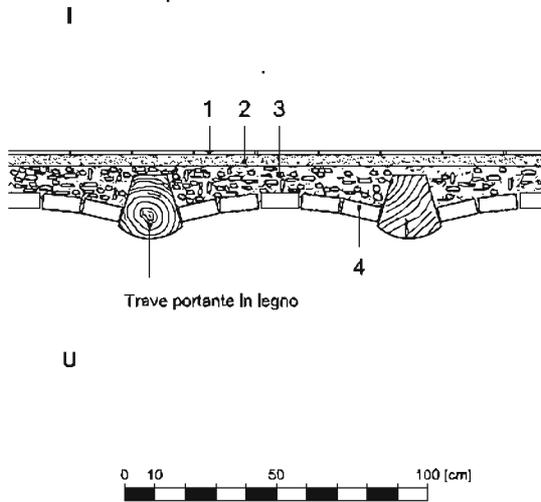
Dopo l'attento esame dello stato di conservazione del solaio, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.
Per gli elementi che hanno necessità di riparazione, sostituzione o integrazione si rispettano i materiali, le tecniche di lavorazione ed il rapporto del solaio con le strutture murarie esistenti.
Gli interventi previsti sul sistema di orizzontamento sono i seguenti:

- rinforzo alle teste delle travi, con l'inserimento di nuovi elementi di supporto o con la creazione di protesi localizzate alla testa delle travi, previa protezione dall'umidità nella sede della muratura;
- inserimento di elementi di rinforzo lignei o metallici;
- pulitura, disinfezione e disinfestazione da eventuali agenti di biodeterioramento;
- risarcitura puntuale delle lesioni presenti e rinzaffatura dei giunti con malta di calce naturale, compatibile con l'esistente.

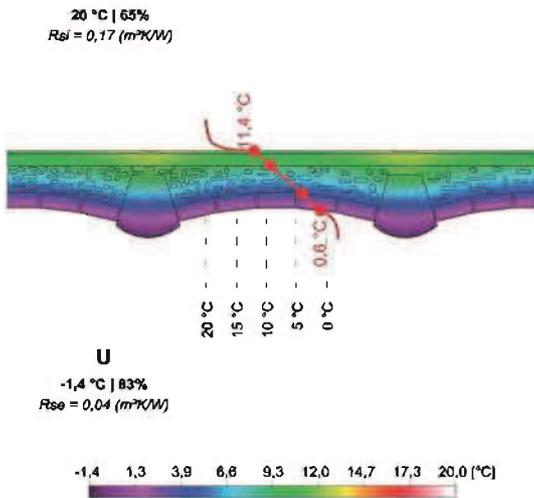
L'intervento è preceduto dalla posa in opera di elementi provvisori di sostegno.

ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	2,36	[W/m²K]
Resistenza termica	R _t	0,42	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	335	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{ie}	1,190 ⁽¹⁾	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	6,06 ⁽¹⁾	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,504 ⁽¹⁾	[-]
Capacità termica interna	k _i	66,2	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	114,1	[kJ/m²K]

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Piastrelle	0,010	1,000	1000	2000	50-100
2 Massetto sabbia-cemento	0,040	1,400	1010	2000	15-35
3 Materiale lapideo e terra	0,090	0,800	850	1900	19
4 Mattono pieno in laterizio	0,050	0,800	850	1800	15

⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

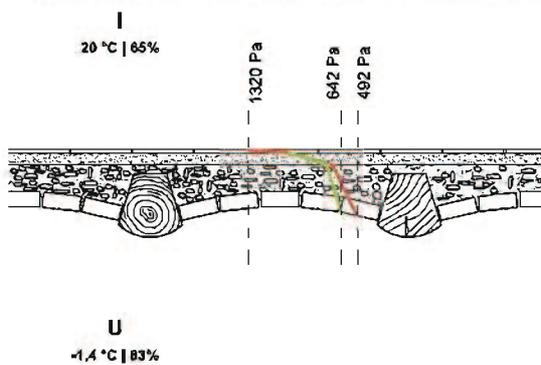
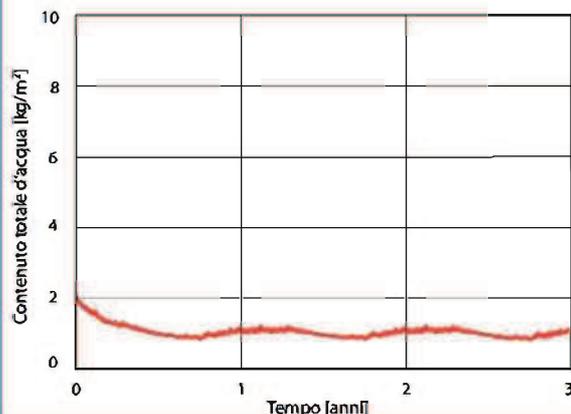


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico



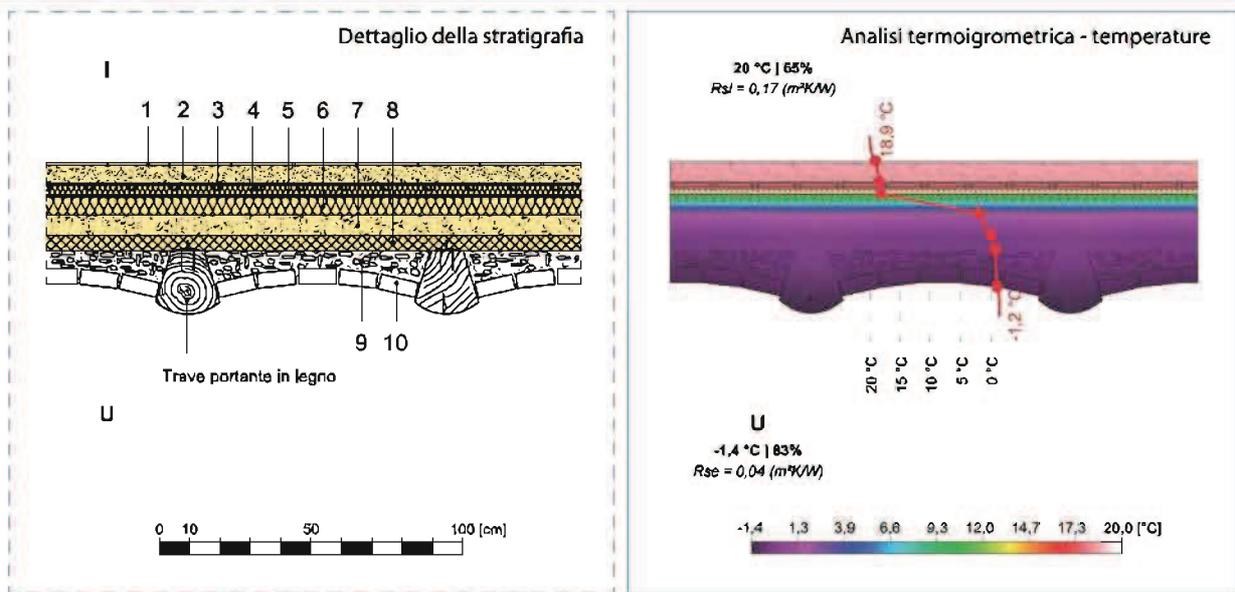
ANALISI STATO DI FATTO

S3i

Solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio

Area collinare

3



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Piastrelle	0,010	1,000	1000	2000	50-100
2	Massetto sabbia-cemento	0,050	1,400	1010	2000	15-35
3	Strato di separazione	-	-	-	-	$s_d = 2$ m
4	Sistema radiante ⁽¹⁾	0,025	0,033	1450	30	50
5	Strato di separazione	-	-	-	-	$s_d = 2$ m
6a	Pannello isolante in polistirene estruso grafitato - XPS	0,060 ⁽²⁾	0,031	1450	30	100
6b	Pannello isolante in polistirene espanso grafitato - EPS	0,060 ⁽²⁾	0,032	1450	32	70
6c	Pannello isolante in vetro cellulare - CG	0,080 ⁽²⁾	0,041	1000	115	∞
7	Massetto alleggerito	0,070	0,180	1000	500	5-15
8	Getto di consolidamento in cls armato	0,050	2,500	1000	2400	80
9	Materiale lapideo e terra	0,060	1,000	850	1900	19
10	Mattone pieno in laterizio	0,050	0,800	850	1800	15

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in XPS che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E.
- ⁽¹⁾ La soluzione proposta è conforme alla norma UNI EN 1264-4 (Riscaldamento a pavimento).
- ⁽²⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

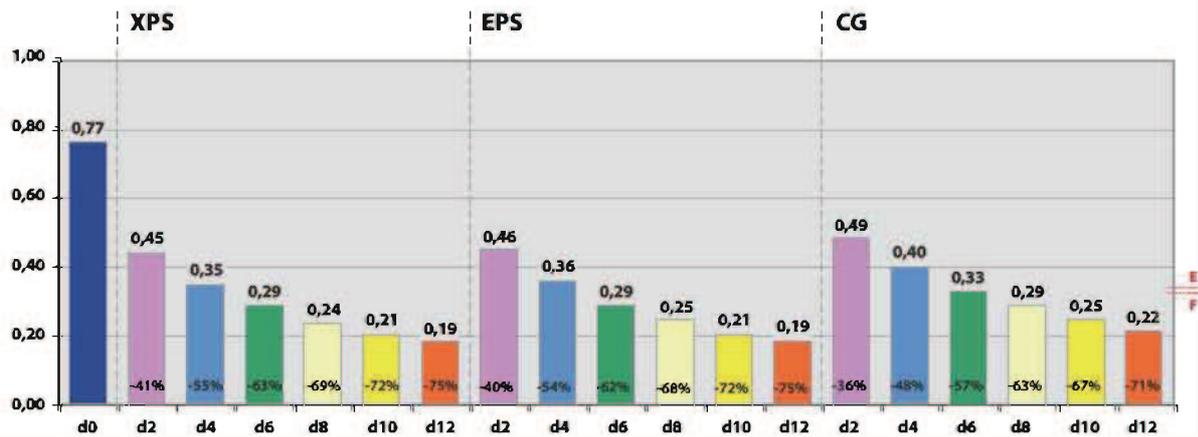
Intervento di isolamento all'estradosso

- Dopo aver eseguito gli interventi per il risanamento conservativo delle voltine si rimuove parte dello strato di materiale lapideo e terra e si procede con un getto di calcestruzzo armato per consolidare la struttura.
- Si realizza un massetto alleggerito, in cui è possibile il passaggio degli impianti.
- Si posano i pannelli isolanti ed il sistema radiante a pavimento.
- La pavimentazione può essere realizzata con piastrelle (spessore minimo: 10 mm), parquet massello o multistrato da incollare (spessore minimo: 15 mm), parquet multistrato flottante (spessore minimo: 15 mm) o pavimento resiliente (moquette, linoleum, PVC, ecc.) (spessore minimo: 2 mm).

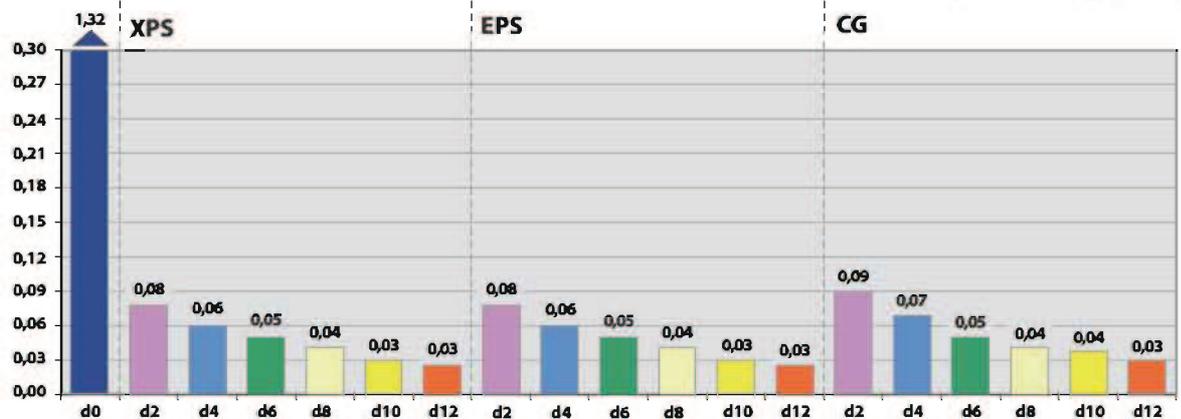
Legenda

d0 senza cappotto	d4 strato isolante 4 cm	d8 strato isolante 8 cm	d12 strato isolante 12 cm
d2 strato isolante 2 cm	d6 strato isolante 6 cm	d10 strato isolante 10 cm	
MATERIALI ISOLANTI	XPS pannello isolante in polistirene estruso grafitato	EPS pannello isolante in polistirene espanso grafitato	CG pannello isolante in vetro cellulare
LIMITI DI LEGGE	E limite trasmittanza per zona E	F limite trasmittanza per zona F	

Trasmittanza - U - [W/m²K]

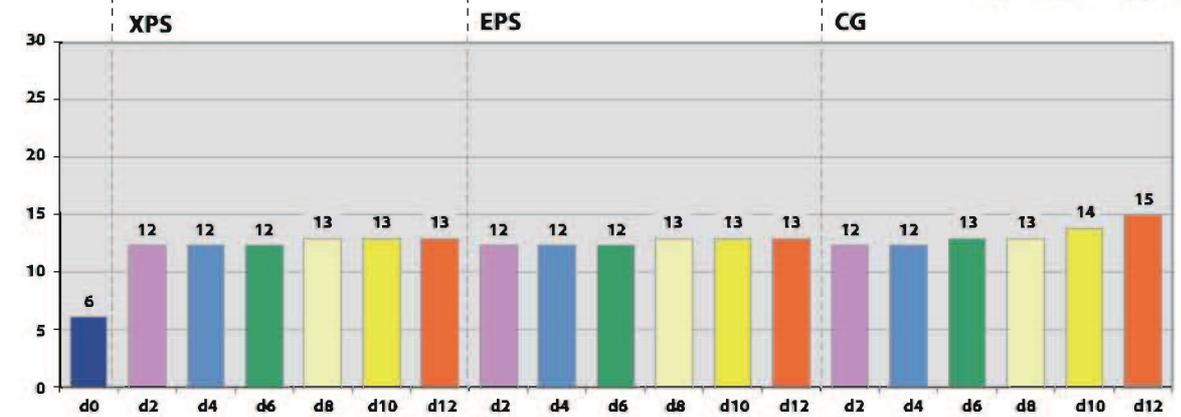


Trasmittanza periodica ⁽¹⁾ - Y_{ie} - [W/m²K]



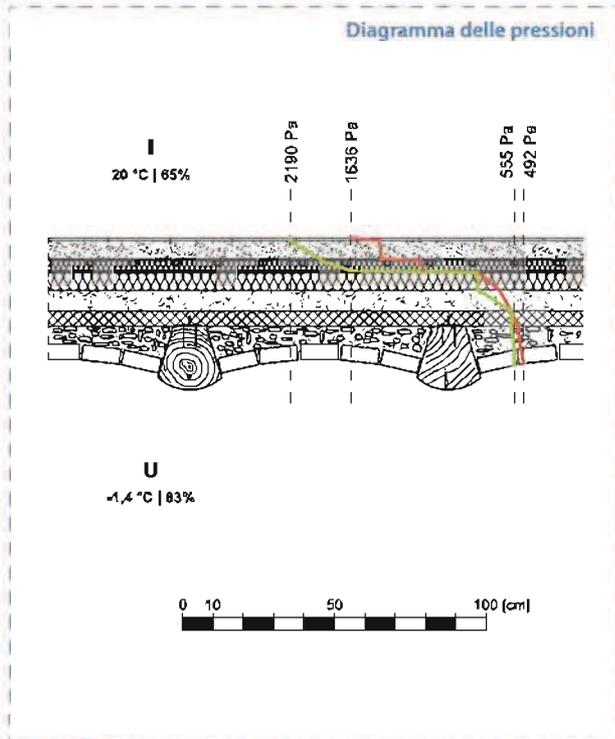
⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)

Sfasamento ⁽¹⁾ - φ₁₂ - [h]



⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (solaio su vano non riscaldato)

Analisi dell'umidità in regime stazionario



Verifica della quantità di condensa

XPS

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	464	—
Condensa accumulata	17	=
Riserva di asciugatura	447	(g/m ²)

EPS

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

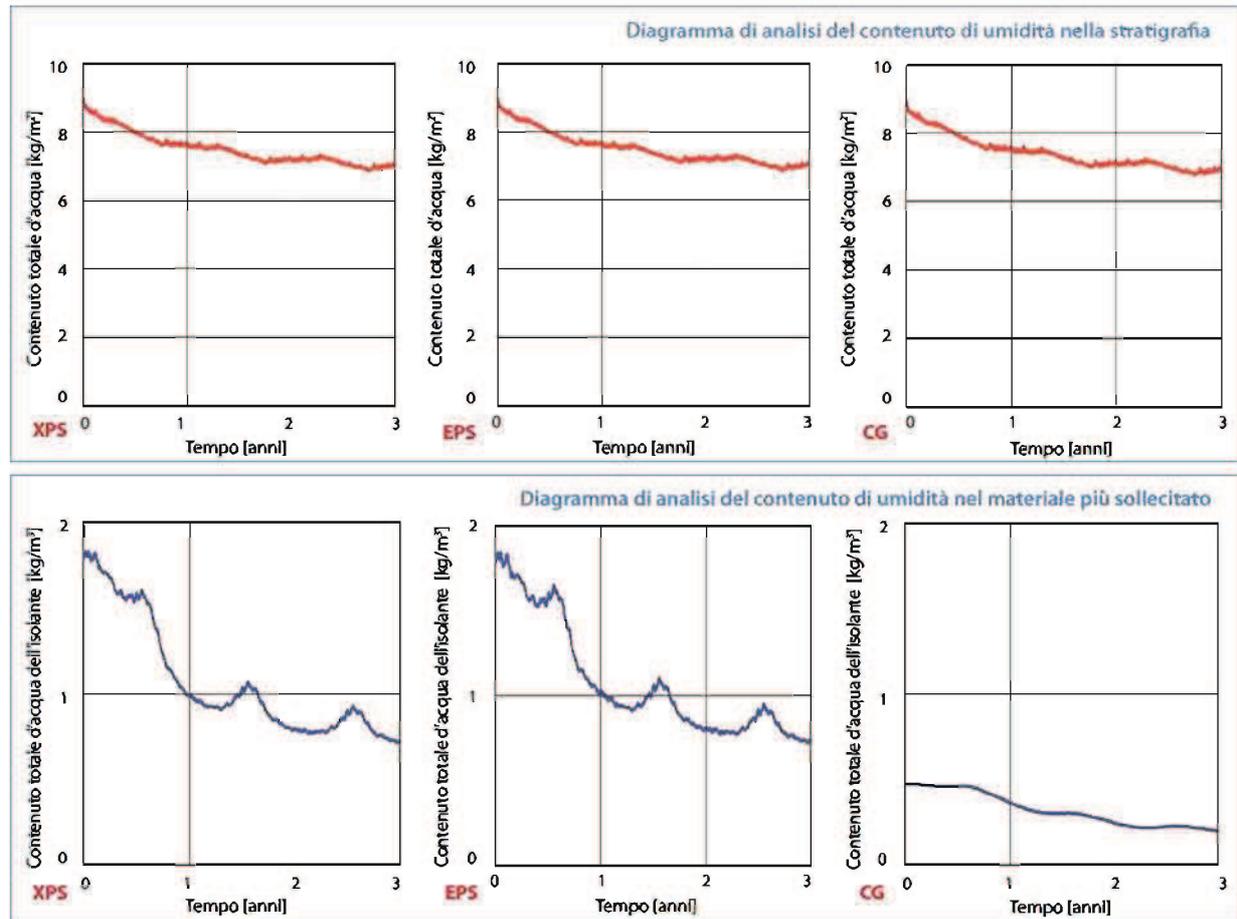
Potenziale di asciugatura	662	—
Condensa accumulata	25	=
Riserva di asciugatura	637	(g/m ²)

CG

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	14	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	14	(g/m ²)

Analisi dell'umidità in regime dinamico



Descrizione del componente

Il solaio contro terra preso in esame è costituito da una pavimentazione in lastroni di pietra posati direttamente su un battuto di terra.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento termico. E' possibile realizzare un vespaio drenante con granulato in vetro cellulare. Si prevede la conservazione delle lastre in pietra esistenti, come pavimentazione del nuovo solaio.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del solaio. Si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi. Da questa analisi può emergere la sconnessione e l'esfoliazione di alcune lastre. Causa principale del degrado può essere la mancata manutenzione ordinaria.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento dei solai contro terra (solai non danneggiati da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- consolidamento della fondazione esistente con iniezioni di miscele leganti;
- parziali rifacimenti delle strutture di fondazione esistenti.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione del solaio, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti. Si realizza un nuovo solaio, conservando la pavimentazione in pietra. L'intervento di realizzazione del nuovo solaio richiede maggiori spessori. Per raggiungere l'altezza minima interna potrebbe essere necessario abbassare la quota di imposta del solaio esistente realizzando uno scavo più profondo e prevedendo il rinforzo delle strutture di fondazione esistenti: è possibile aumentare la sezione o la profondità di imposta o realizzare nuove strutture di fondazione al di sotto o ai lati delle strutture esistenti.

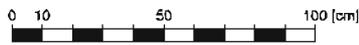
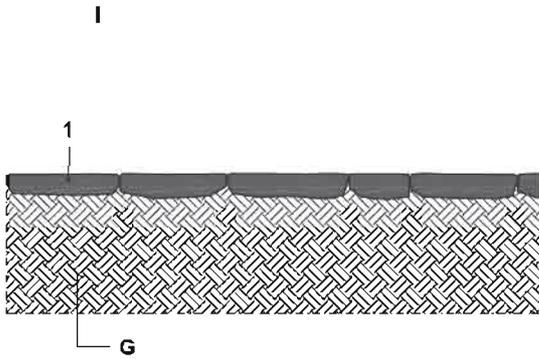
S4

Solaio contro terra con lastre di pietra

Area montana

2

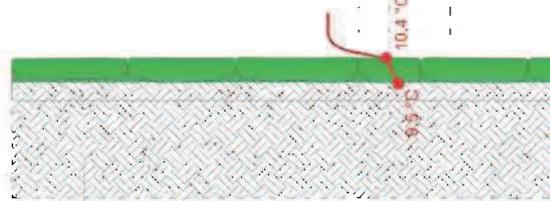
Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature

20 °C | 65%
R_{si} = 0,17 (m²K/W)

20 °C
15 °C
10 °C
5 °C
0 °C



9,2 °C | 100%
R_{se} = 0,00 (m²K/W)



Trasmittanza termica	U	1,22 ⁽¹⁾	[W/m²K]
Resistenza termica	R _T	0,82	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	175	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _e	5,239 ⁽²⁾	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	0,45 ⁽²⁾	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,996 ⁽²⁾	[-]
Capacità termica interna	k _i	9,2	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	165,1	[kJ/m²K]

		d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Lastre di pietra	0,070	3,500	1000	2500	1000

⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 13370, perché la struttura confina con il terreno.
⁽²⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (verso il terreno)

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

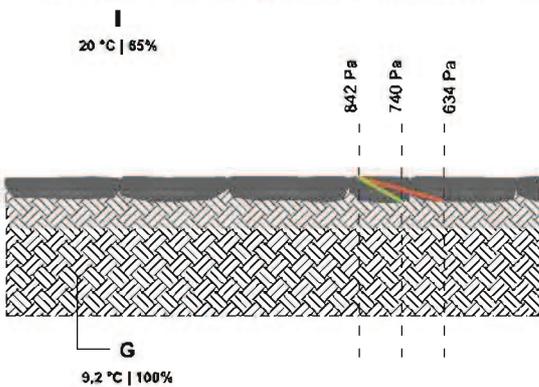
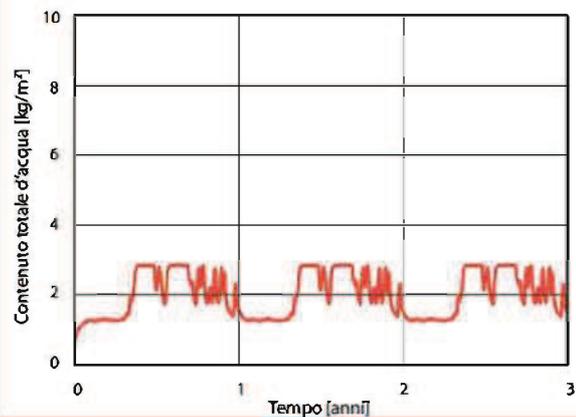
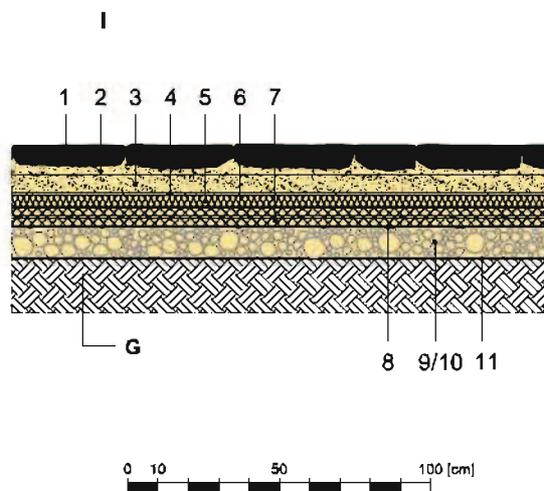


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico

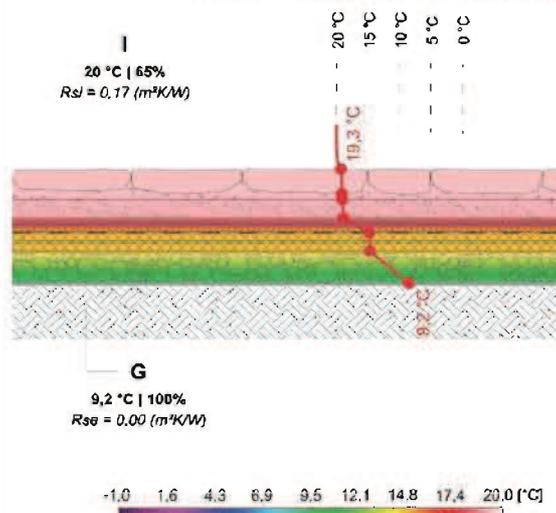


ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Pavimentazione in lastre di pietra	0,070	3,500	1000	2500	1000
2	Strato di allettamento	0,020	1,400	1010	2000	15-35
3	Massetto sabbia-cemento	0,060	1,400	1010	2000	15-35
4	Strato di separazione ⁽¹⁾	-	-	-	-	$s_g = 2$ m
5a	Pannello isolante in vetro cellulare - CG	0,040 ⁽²⁾	0,041	1000	115	∞
5b	Pannello isolante in polistirene estruso - XPS	0,040 ⁽²⁾	0,031	1450	30	100
6	Barriera al vapore	0,003	-	-	-	50000
7	Getto in calcestruzzo armato	0,060	2,500	1000	2400	80
8	Geotessuto	-	-	-	-	1
9c	Vespaio drenante con granulato isolante in vetro cellulare - GCG	0,080 ⁽²⁾	0,080	850	180	1
10	Vespaio drenante con granulato in vetro cellulare	0,100 ⁽²⁾	0,080	850	180	1
11	Geotessuto	-	-	-	-	1

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in vetro cellulare che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.
- Il calcolo della trasmittanza termica è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 13370, perché la struttura confina con il terreno.
- ⁽¹⁾ Lo strato non è presente nella soluzione c.
- ⁽²⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

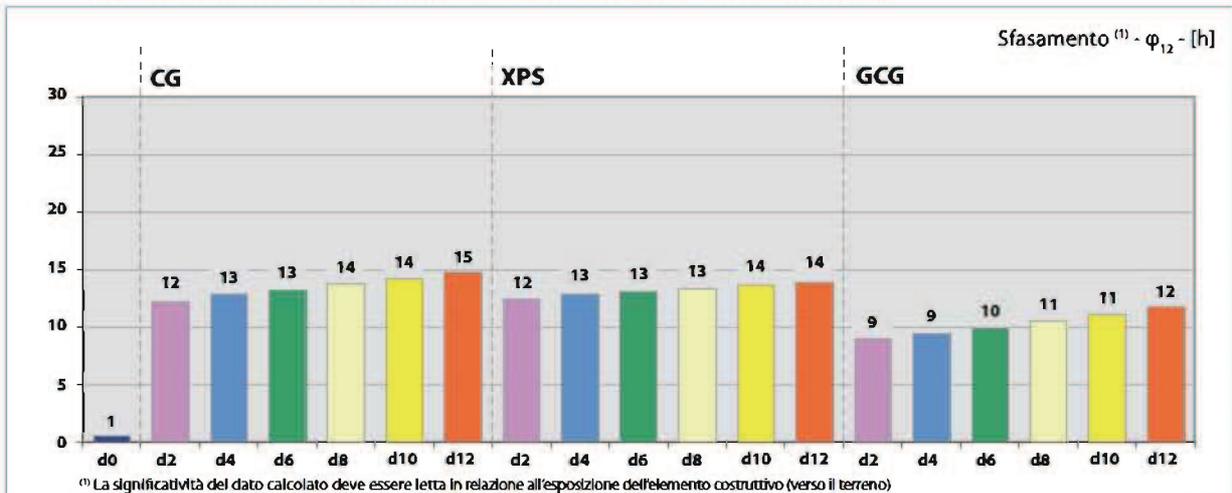
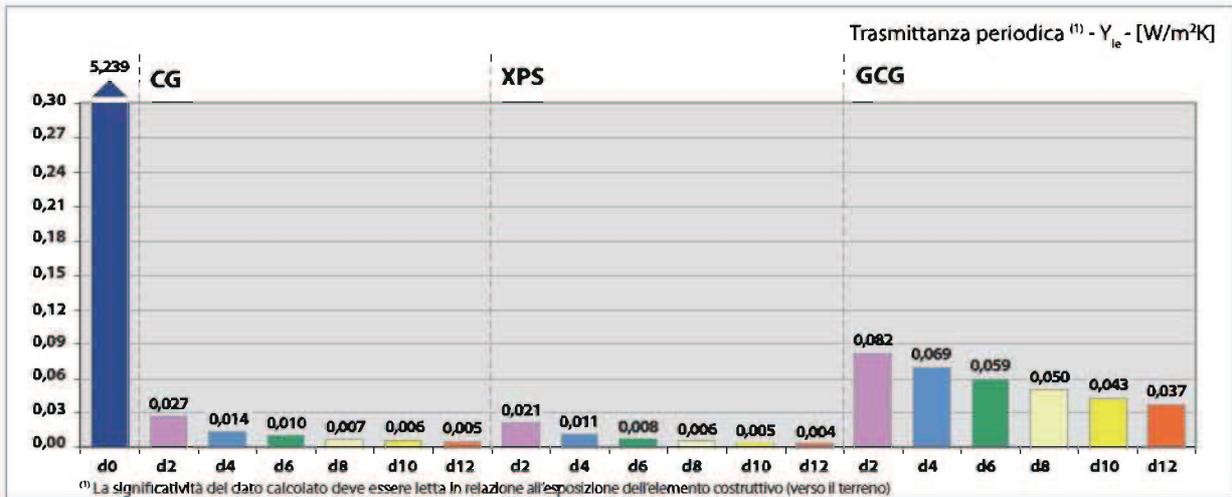
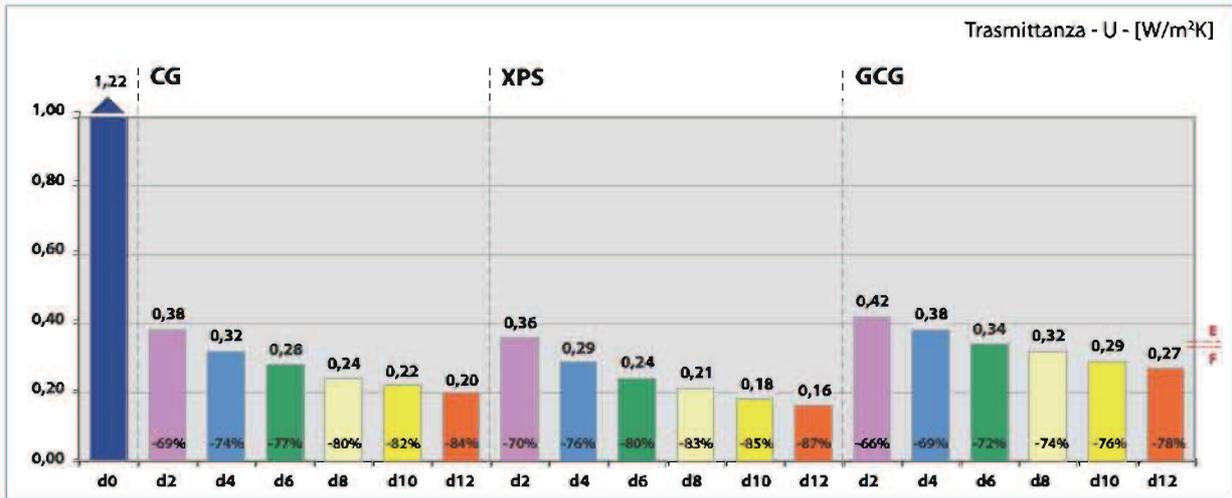
- Si realizza uno scavo nel terreno per la profondità necessaria ad integrare il nuovo solaio in relazione all'altezza minima degli ambienti.
- Si effettua la posa di uno strato in geotessuto al di sopra del quale si realizza un vespaio drenante con granulato in vetro cellulare, su cui si stende un secondo strato di geotessuto.
- Si esegue un getto in calcestruzzo armato su cui si posa una barriera al vapore.
- Nelle soluzioni che prevedono l'utilizzo di pannelli isolanti si inserisce uno strato di separazione prima di realizzare il massetto in sabbia-cemento.
- Si posano infine le lastre di pietra recuperate, su uno strato di allettamento.

Legenda

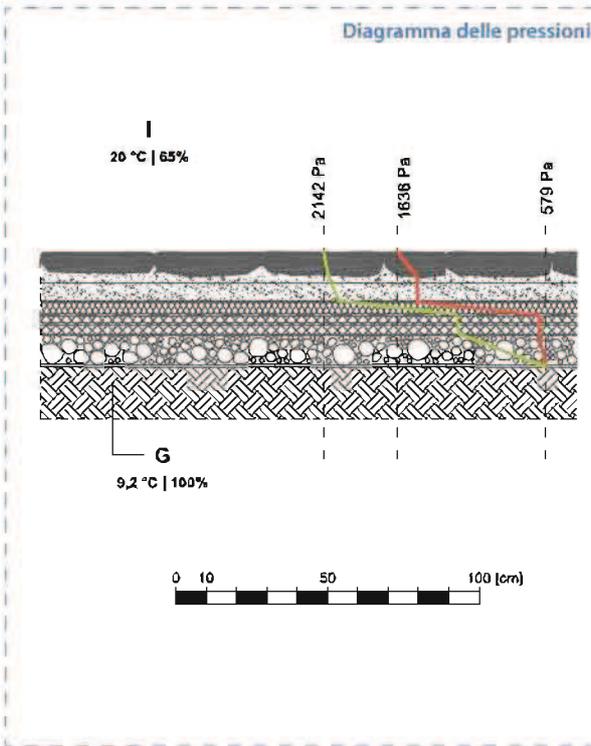
- d0 senza cappotto
- d4 strato isolante 4 cm
- d8 strato isolante 8 cm
- d12 strato isolante 12 cm
- d2 strato isolante 2 cm
- d6 strato isolante 6 cm
- d10 strato isolante 10 cm

MATERIALI ISOLANTI CG pannello isolante in vetro cellulare XPS pannello isolante in polistirene estruso grafitato GCG granulato isolante in vetro cellulare

LIMITI DI LEGGE E limite trasmittanza per zona E F limite trasmittanza per zona F



Analisi dell'umidità in regime stazionario



Verifica della quantità di condensa

CG

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	57	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	57	[g/m ³]

XPS

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	95	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	95	[g/m ³]

GCG

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	95	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	95	[g/m ³]

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

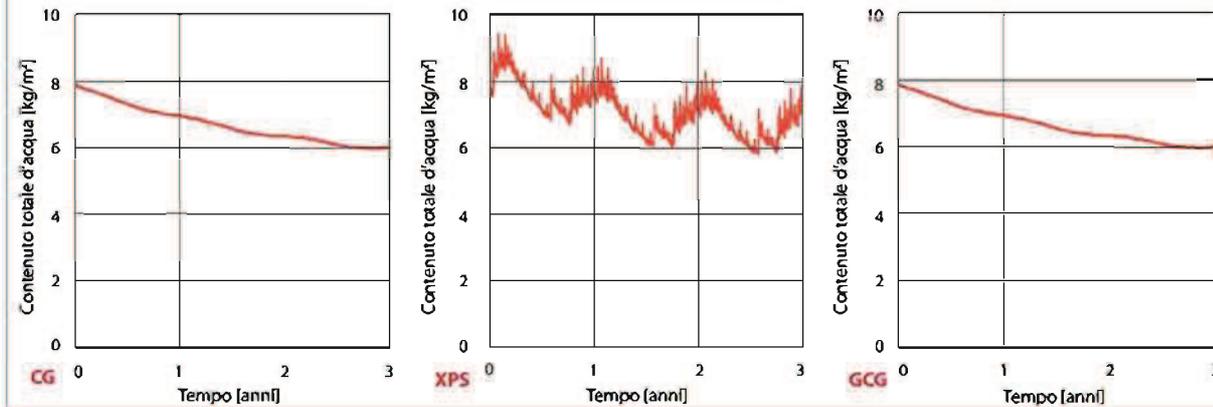
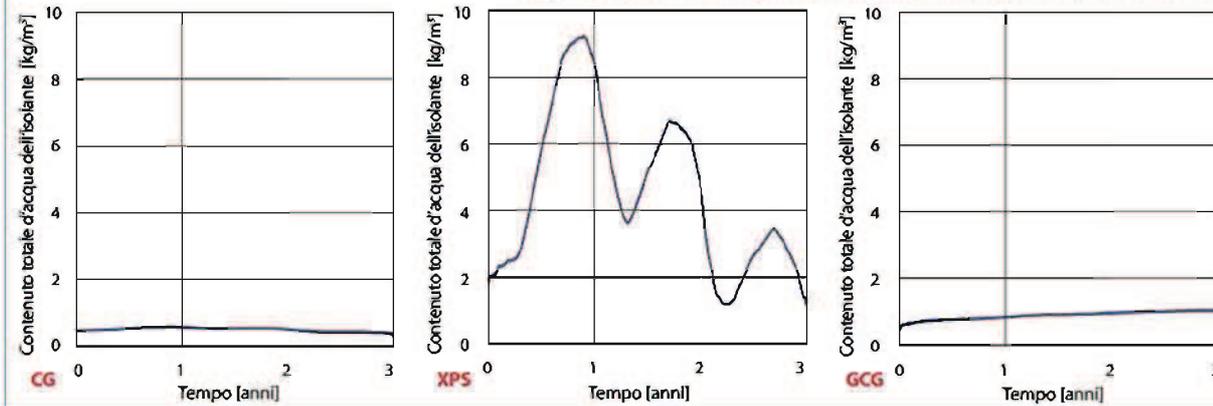


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



S5

Solaio contro terra con intercapedine e tavolato in legno

Area montana

1

Descrizione del componente

Il solaio contro terra preso in esame è costituito da una pavimentazione in tavole di legno posizionate ad una distanza dal terreno pari a circa 12 cm su travi in legno.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con la realizzazione di un nuovo solaio costituito da un vespaio isolato con riscaldamento a pannelli radianti a bassa temperatura e pavimentazione in parquet.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del solaio. Si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi. Da questa analisi può emergere un elevato grado di marcescenza dovuto all'umidità di risalita. Le tavole possono presentare alterazioni cromatiche, macchie e depositi superficiali di sporco e muffe.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento dei solai contro terra (solai non danneggiati da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- inserimento di travi ad L nella parte perimetrale nel punto di collegamento del solaio alla muratura;
- saldatura delle travi ad L sia al solaio che alle murature;
- ripartizione del nuovo carico a mezzo di rete elettrosaldata.

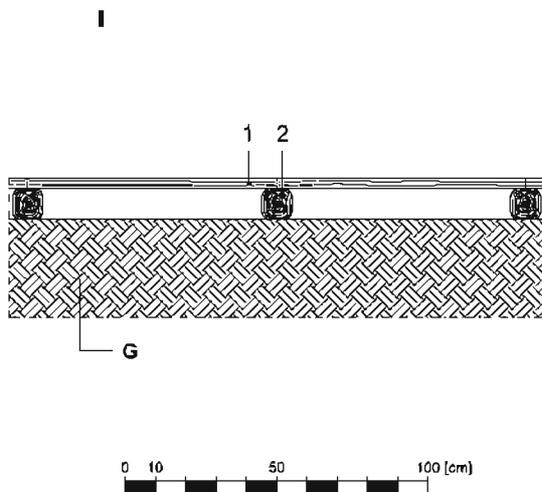
Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione del solaio, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

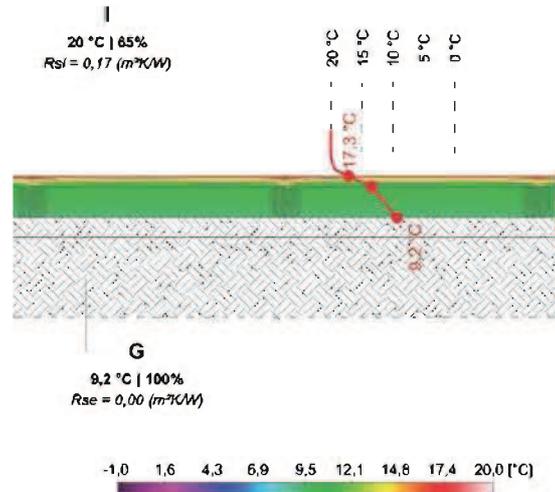
Si realizza un nuovo solaio, mantenendo, ove possibile, la quota di pavimento originaria.

Si recuperano gli elementi lignei meno degradati: le tavole e le travi sono recuperate con un intervento di risanamento conservativo che prevede la pulitura, la disinfezione e la disinfestazione.

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	0,77 ⁽¹⁾	[W/m²K]
Resistenza termica	R _t	1,30	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	44	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{ie}	1,390 ⁽²⁾	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	1,74 ⁽²⁾	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,943 ⁽²⁾	[-]
Capacità termica interna	k _i	20,2	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	20,9	[kJ/m²K]

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Assito in legno	0,035	0,130	2100	500	30 ⁽³⁾
2 Travi ⁽⁴⁾ / Aria	0,100	0,130 / R=0,22	2100 / 1080	500 / 1	50 / 1

- ⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 13370, perché la struttura confina con il terreno.
- ⁽²⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (verso il terreno).
- ⁽³⁾ Il valore considera la presenza di fughe.
- ⁽⁴⁾ Le travi portanti hanno una larghezza di 10 cm e un interasse di 90 cm

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

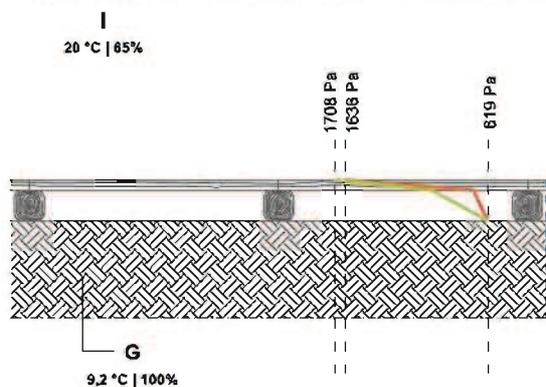
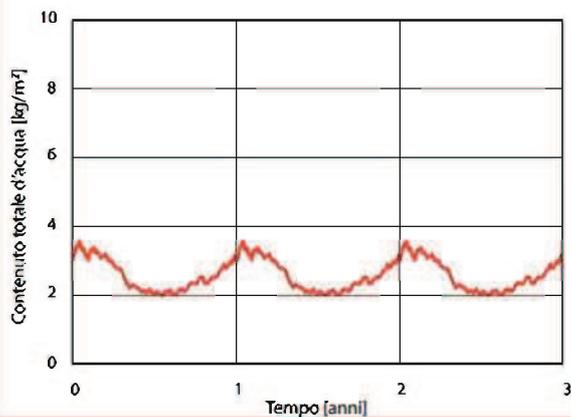
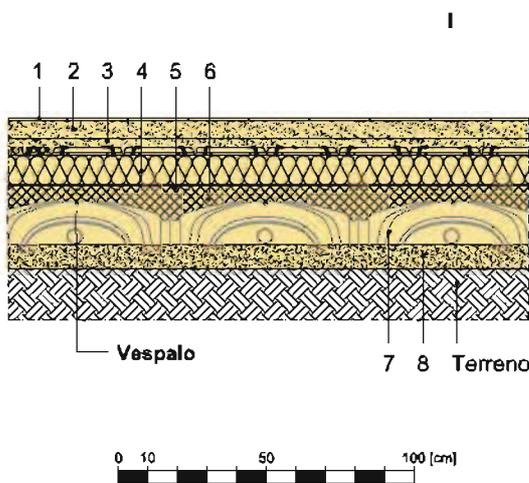


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico

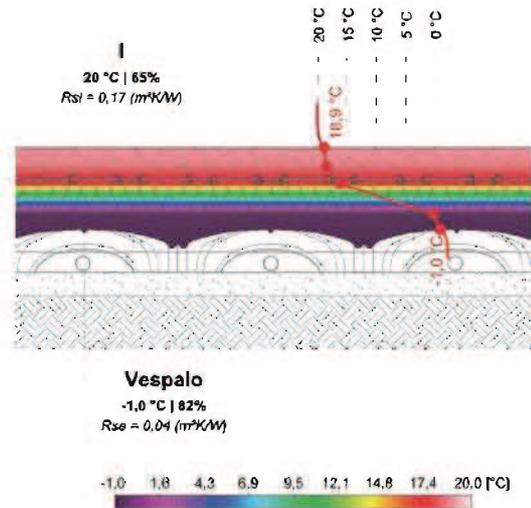


ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Parquet massello	0,015	0,130	2100	500	50
2	Massetto sabbia-cemento	0,060	1,400	1010	2000	15-35
3	Massetto alleggerito	0,060	0,180	1000	500	5-20
4a	Pannello isolante in vetro cellulare - CG	0,100 ⁽²⁾	0,041	1000	115	∞
4b	Pannello isolante in polistirene estruso grafitato - XPS	0,080 ⁽²⁾	0,031	1450	30	100
4b	Pannello isolante in polistirene espanso grafitato - EPS	0,080 ⁽²⁾	0,032	1450	32	70
5	Strato di separazione	-	-	-	-	$s_d = 2$ m
6	Getto in calcestruzzo armato	0,050	2,500	1000	2400	80
7	Vespaio aerato con casseri a perdere ⁽¹⁾	0,150	-	-	-	-
8	Magrone ⁽¹⁾	0,080	-	-	-	-

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in vetro cellulare che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.
- Il calcolo della trasmittanza termica è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946. Per il vespaio aerato è presa in considerazione una temperatura dello strato dell'aria nell'igloo pari a quella esterna.
- ⁽¹⁾ Lo strato non è considerato nel calcolo delle prestazioni termiche.
- ⁽²⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.

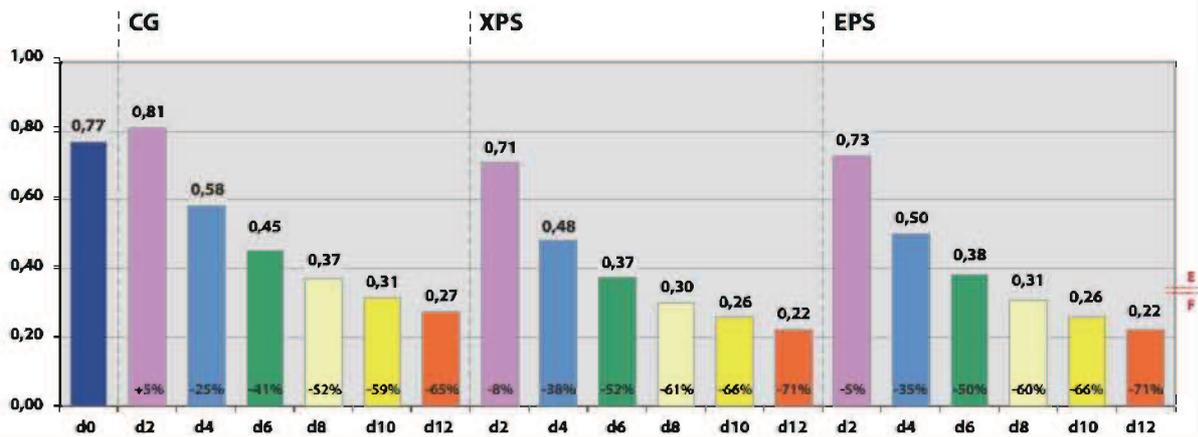
Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

- Si realizza uno scavo nel terreno per la profondità necessaria ad integrare il nuovo solaio in relazione all'altezza minima degli ambienti.
- Si effettua la posa di uno strato di magrone, al di sopra del quale si realizza un vespaio aerato con casseri a perdere e un getto in calcestruzzo armato.
- Si posa un telo di separazione, sul quale sono posizionati i pannelli isolanti.
- Si realizzano un massetto alleggerito ed un massetto in sabbia-cemento in cui è integrato il riscaldamento a pannelli radianti.
- Si posa infine il parquet per la realizzazione della pavimentazione.
- La pavimentazione può essere realizzata con piastrelle (spessore minimo: 10 mm), parquet massello o multistrato da incollare (spessore minimo: 15 mm), parquet multistrato flottante (spessore minimo: 15 mm) o pavimento resiliente (moquette, linoleum, PVC, ecc.) (spessore minimo: 2 mm).

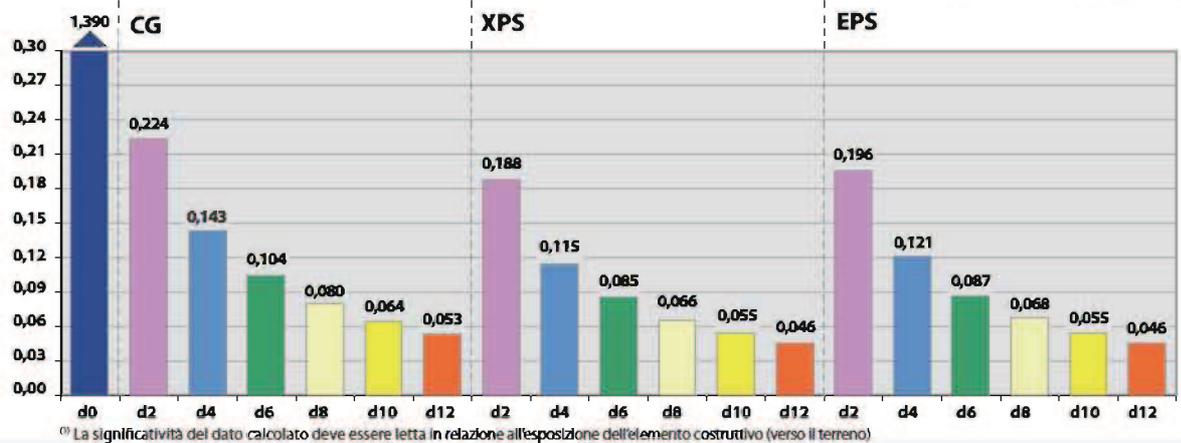
Legenda

d0 senza cappotto	d4 strato isolante 4 cm	d8 strato isolante 8 cm	d12 strato isolante 12 cm	
d2 strato isolante 2 cm	d6 strato isolante 6 cm	d10 strato isolante 10 cm		
MATERIALI ISOLANTI		CG pannello isolante in vetro cellulare	XPS pannello isolante in polistirene estruso grafitato	EPS pannello isolante in polistirene espanso grafitato
LIMITI DI LEGGE		limite trasmittanza per zona E	limite trasmittanza per zona F	

Trasmittanza - U - [W/m²K]

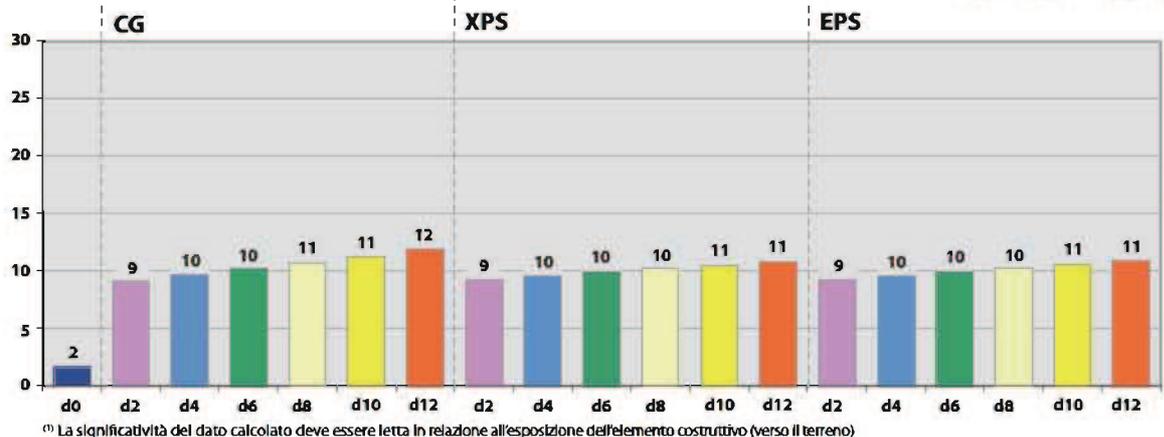


Trasmittanza periodica ⁽¹⁾ - Y_{ie} - [W/m²K]



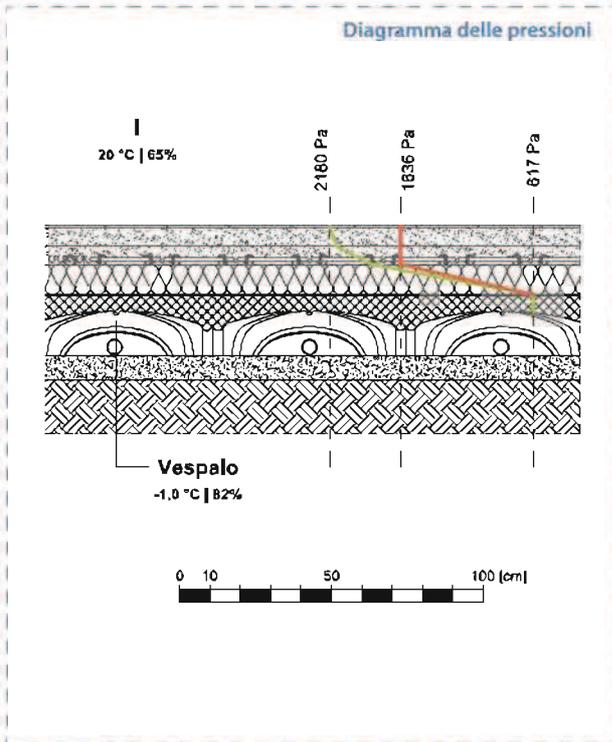
⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (verso il terreno)

Sfasamento ⁽¹⁾ - φ₁₂ - [h]



⁽¹⁾ La significatività del dato calcolato deve essere letta in relazione all'esposizione dell'elemento costruttivo (verso il terreno)

Analisi dell'umidità in regime stazionario



Verifica della quantità di condensa

CG

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	1	—
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	1	(g/m ²)

XPS

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	515	—
Condensa accumulata	70	=
Riserva di asciugatura	445	(g/m ²)

EPS

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	276	—
Condensa accumulata	112	=
Riserva di asciugatura	164	(g/m ²)

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

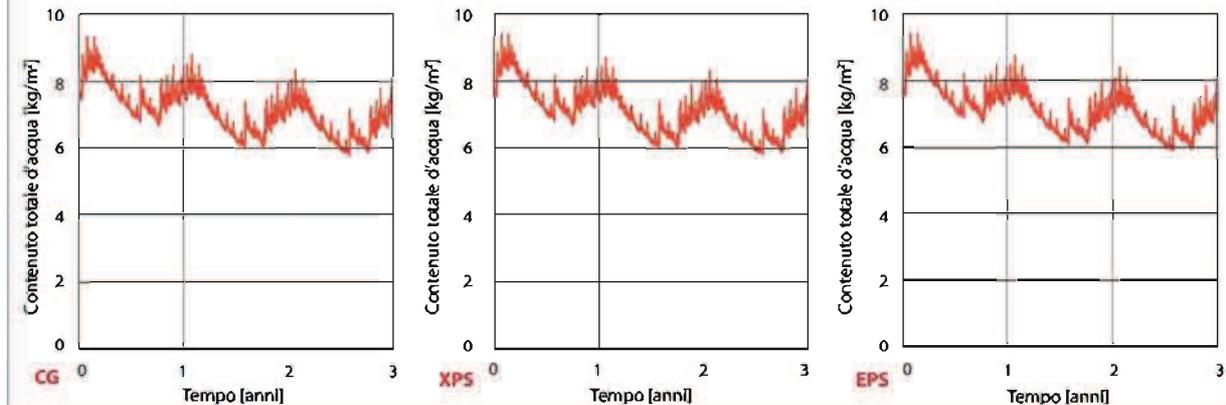
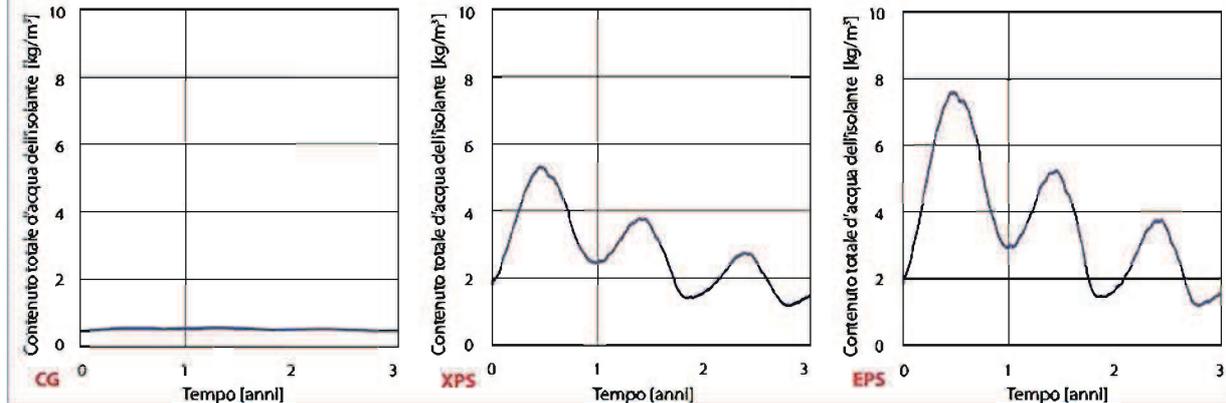


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



Descrizione del componente

L'elemento costruttivo preso in esame è costituito da una copertura a falda con orditura primaria e secondaria in legno di larice e manto di copertura in lastre di pietra che poggiano su listelli in legno.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento e la realizzazione di un'intercapedine per la ventilazione della copertura.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del solaio. Si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che il manto in lastre di pietra presenta localizzate rotture, lacune o sconessioni, che possono causare l'infiltrazione di acqua all'interno dell'edificio e provocare fenomeni di marcescenza e deformazione degli elementi lignei della struttura.

La struttura portante può presentare criticità, in particolare nelle teste delle travi direttamente alloggiato nelle pareti che subiscono l'azione dell'umidità presente nella muratura.

Cause principali del degrado possono essere la mancata manutenzione ordinaria e infiltrazioni di acqua.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento dei sistemi di copertura (coperture non danneggiate da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- consolidamento delle travi ammalorate mediante inserimento di elementi di rinforzo lineari o puntuali ai lati della trave o mediante affiancamento di nuovi elementi portanti;
- consolidamento delle teste delle travi con lamiera in acciaio inox o lamine metalliche piane saldate a passanti disposti ai due lati della testa della trave assicurati con bulloni di collegamento tra le lamine piane ed il legno sano.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione della copertura, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

Per gli elementi che hanno necessità di riparazione, sostituzione o integrazione si rispettano i materiali, le tecniche di lavorazione ed il rapporto della copertura con le strutture murarie esistenti. Le porzioni di struttura di sostegno e di manto di copertura che presentano un limitato stato di degrado sono conservate.

Per la conservazione delle parti più degradate si prevedono i seguenti interventi:

- smontaggio della copertura e sostituzione di singoli elementi dell'orditura principale e secondaria della struttura di sostegno del tetto nel caso in cui presentano un elevato stato di degrado;
- ripristino del manto di copertura con l'uso delle lose recuperate ed eventuale integrazione con lose nuove.

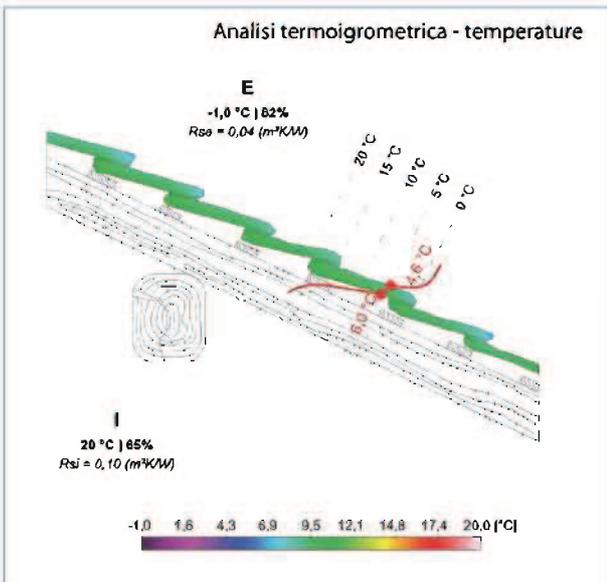
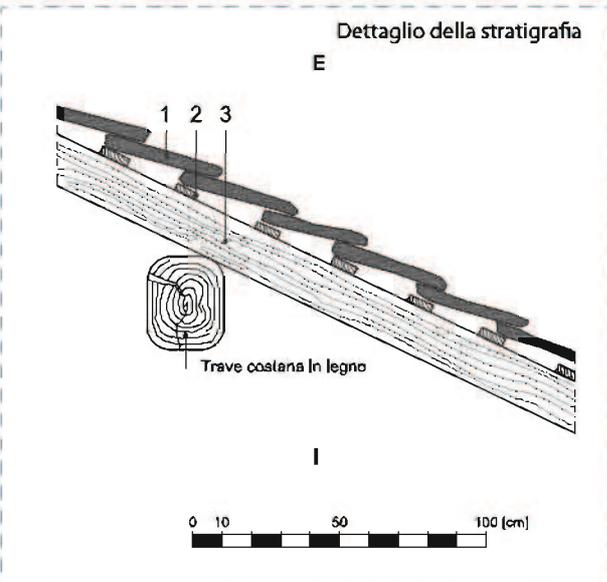
Durante la sostituzione e riparazione del manto di copertura si utilizzano le tecniche tradizionali di posa e si impiegano elementi di materiale analogo proveniente anche dal recupero di materiale da demolizioni di edifici dismessi nelle vicinanze. Si mantengono la forma, l'orientamento, la pendenza e la sporgenza delle falde esistenti.

C1

Copertura con travatura in legno e manto in lose

Area montana

2



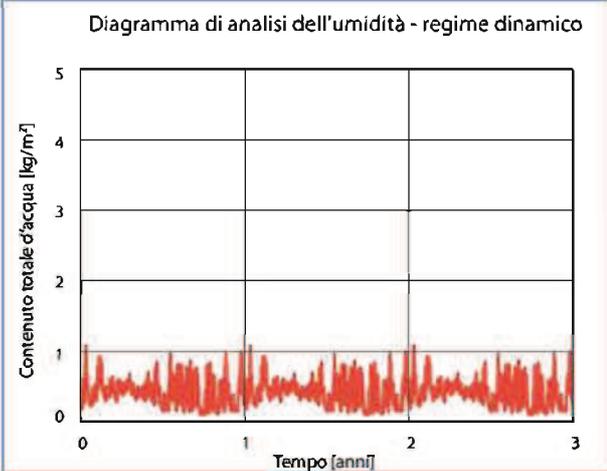
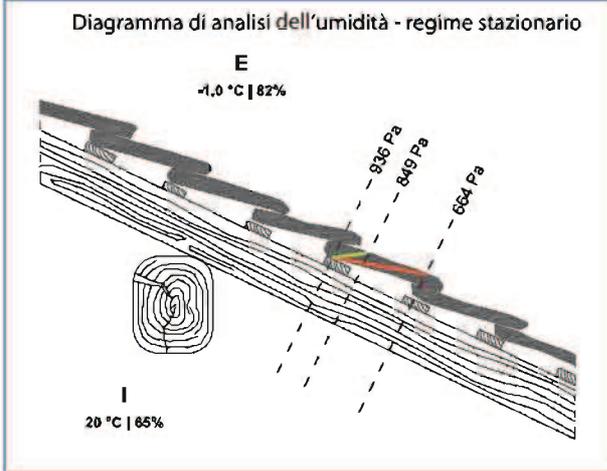
Trasmittanza termica	U	6,67	[W/m²K]
Resistenza termica	R _T	0,15	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	88	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _e	6,549	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	0,76	[h]
Fattore di attenuazione	f _s	0,982	[-]
Capacità termica interna	k _i	25,8	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	60,2	[kJ/m²K]

		d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Lose in pietra ⁽¹⁾	0,035	3,500	1000	2500	10000
2	Listellatura porta lose ⁽²⁾	0,030	-	-	-	-
3	Puntone ⁽²⁾	0,160	-	-	-	-

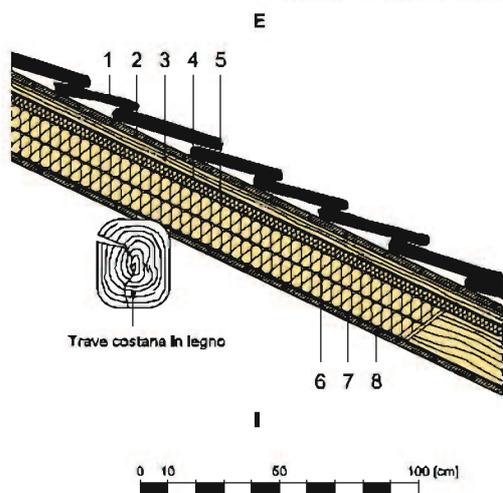
	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	0,035	3,500	1000	2500	10000
2	0,030	-	-	-	-
3	0,160	-	-	-	-

⁽¹⁾ Per il calcolo termico si considera la continuità del manto di copertura.
⁽²⁾ Lo strato non è considerato nel calcolo delle prestazioni termiche.

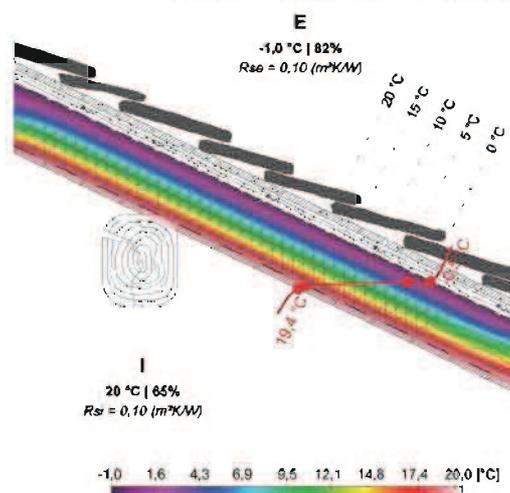


ANALISI STATO DI FATTO

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoisometrica - temperature



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Manto di copertura in lose di pietra ⁽¹⁾	0,035	-	-	-	-
2	Tavolato discontinuo porta lose ⁽¹⁾	0,025	-	-	-	-
3	Intercapedine di aria ventilata ⁽¹⁾	0,040	-	-	-	-
4	Telo sottomanto impermeabile e traspirante	-	-	-	-	$s_d = 0,95$ m
5	Pannello in fibra di legno standard	0,035	0,047	2100	240	5
6a	Puntoni ⁽²⁾ / materassino isolante in fibra di legno flessibile - WF	0,160 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 2100	500 / 55	50 / 2
6b	Puntoni ⁽²⁾ / materassino isolante in fibra di canapa - HW	0,160 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 1600	500 / 38	50 / 2
6c	Puntoni ⁽²⁾ / fiocchi di cellulosa insufflati - CE	0,160 ⁽³⁾	0,130 / 0,039	2100 / 2110	500 / 35	50 / 1
7	Freno al vapore a diffusione igrovariabile	-	-	-	-	$s_d = 0,25-10$ m
8	Assito maschiato	0,022	0,130	2100	500	50

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.
- ⁽¹⁾ Lo strato non è considerato nel calcolo delle prestazioni termiche.
- ⁽²⁾ Puntoni in legno con larghezza di 16 cm e interasse di 68 cm.
- ⁽³⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica F.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

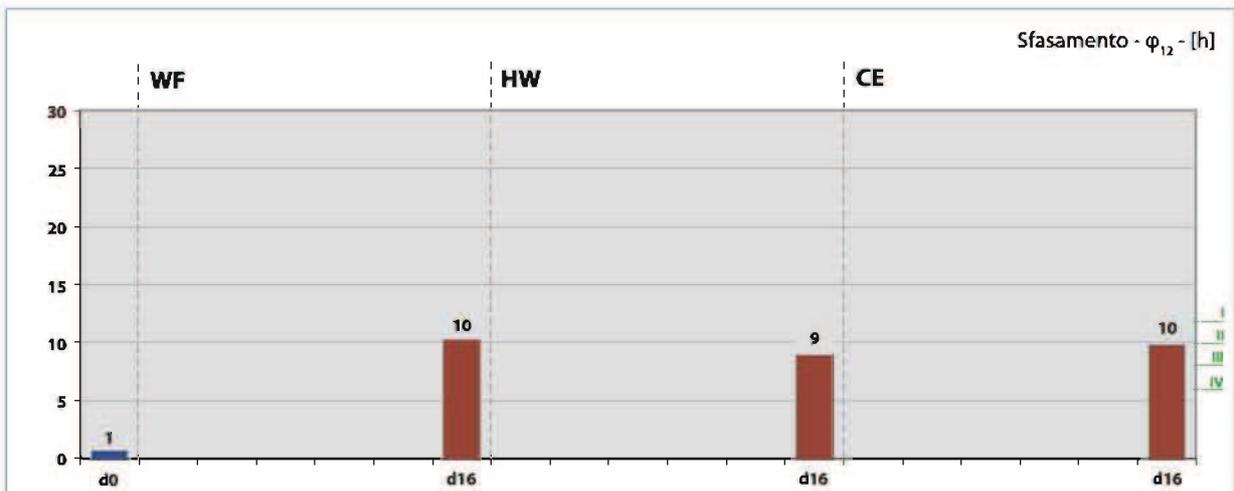
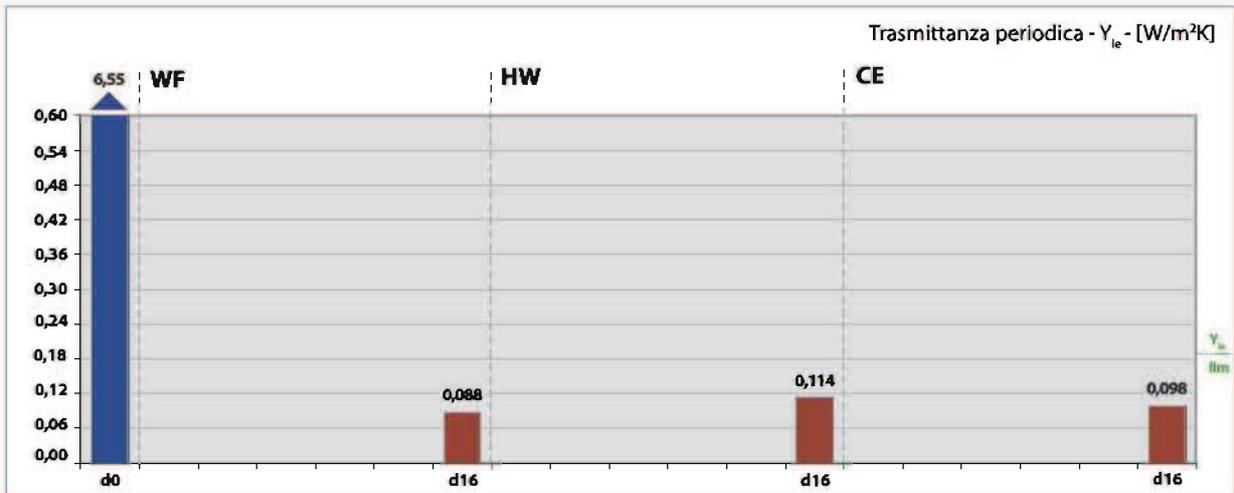
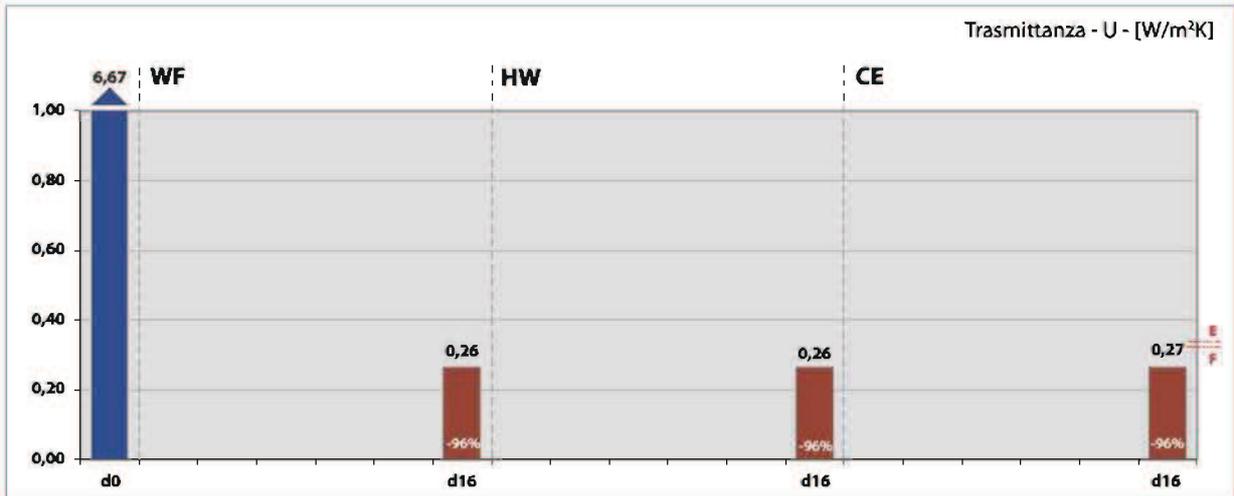
Intervento di isolamento all'intradosso

- Dopo aver eseguito gli interventi per il risanamento conservativo della copertura si fissa, al di sotto dei puntoni in legno esistenti, un assito maschiato sul quale si posa un freno al vapore a diffusione igrovariabile che limita la diffusione del vapore nel periodo invernale e favorisce la traspirabilità nel periodo estivo.
- Si mettono in opera i pannelli isolanti di materiale flessibile, inserendoli negli spazi vuoti ed irregolari presenti tra i puntoni.
- Al di sopra dell'isolamento discontinuo, si posa un pannello coibente in fibra di legno maschiato per garantire la continuità dello strato isolante.
- Si posa un telo sottomanto impermeabile e traspirante.
- Per rendere la copertura ventilata, si realizza un'intercapedine di aria con una listellatura in legno.
- Si realizza infine un tavolato discontinuo in legno su cui è posato il manto di copertura in lose di pietra.

Legenda

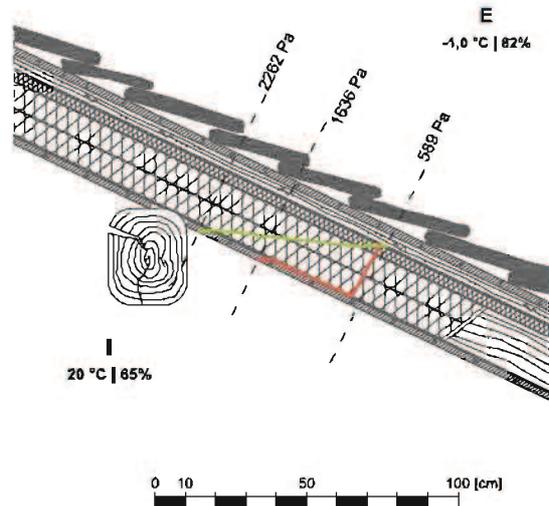
- d0 senza cappotto
- d16 strato isolante 16 cm

MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	HW pannello isolante in fibra di canapa	CE fiocchi di cellulosa sfusi insufflati
LIMITI DI LEGGE	■ limite trasmittanza per zona E	■ limite trasmittanza per zona F	■ Y_{le} lim limite trasmittanza periodica
	■ I prestazioni ottime	■ II prestazioni buone	■ III prestazioni medie
			■ IV prestazioni sufficienti



Analisi dell'umidità in regime stazionario

Diagramma delle pressioni



Verifica della quantità di condensa

WF

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	2290	-
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	2290	[g/m ²]

HW

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	2290	-
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	2290	[g/m ²]

CE

- Assenza di condensa interstiziale
- Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile
- Assenza di condensa superficiale
- Struttura regolamentare

Potenziale di asciugatura	2298	-
Condensa accumulata	0	=
Riserva di asciugatura	2298	[g/m ²]

Analisi dell'umidità in regime dinamico

Diagramma di analisi del contenuto di umidità nella stratigrafia

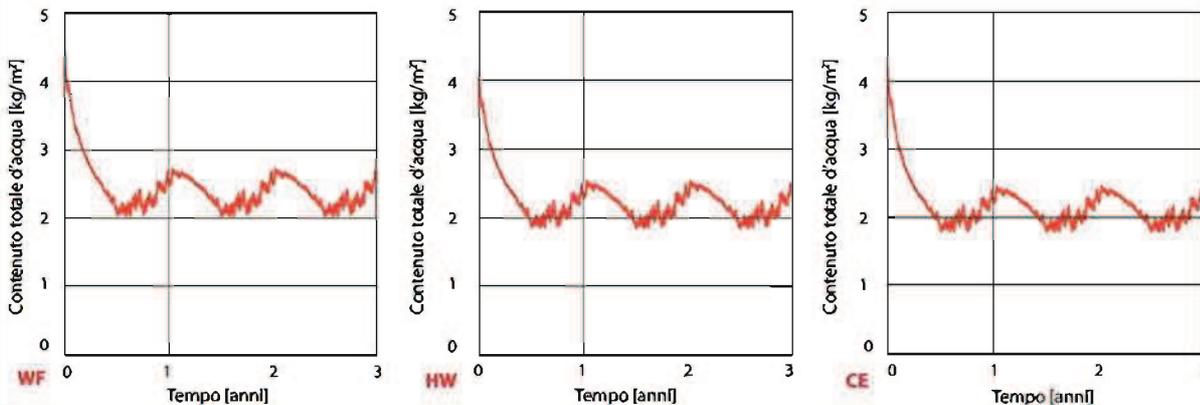
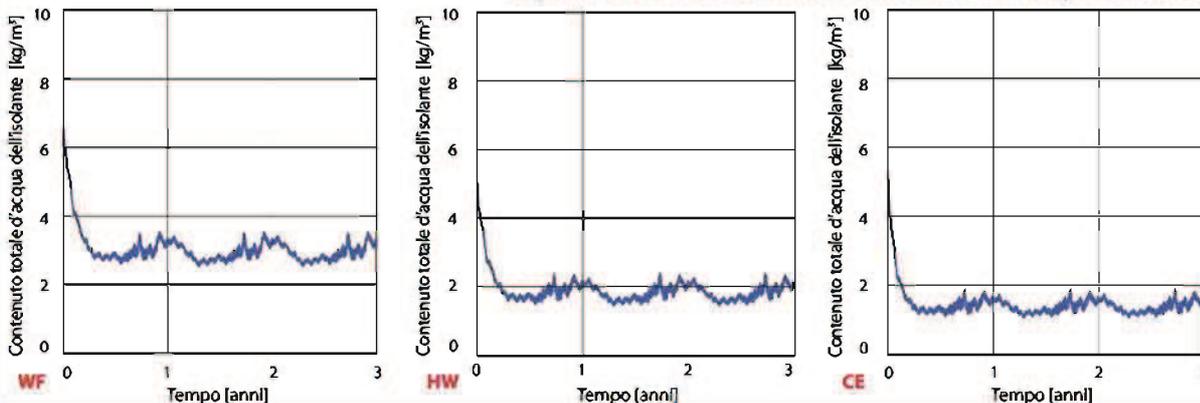


Diagramma di analisi del contenuto di umidità nel materiale più sollecitato



Descrizione del componente

L'elemento costruttivo preso in esame è costituito da una copertura a falda con assito in legno e manto di copertura in tegole di laterizio che poggiano su listelli in legno.

Intervento di riqualificazione energetica

Per migliorare le prestazioni energetiche dell'edificio risulta necessario prevedere un intervento di ottimizzazione energetica con l'applicazione di un isolamento all'estradosso e la realizzazione di un'intercapedine per la ventilazione della copertura.

Analisi del degrado e del dissesto

Per poter individuare gli interventi di risanamento conservativo e di consolidamento, si avvia l'analisi dello stato di conservazione del solaio. Si individuano la forma, l'estensione e le cause di eventuali lesioni e degradi.

Da questa analisi può emergere che il manto in tegole presenta localizzate rotture, lacune o sconessioni, che possono causare l'infiltrazione di acqua all'interno dell'edificio e provocare fenomeni di marcescenza e deformazione degli elementi lignei della struttura.

La struttura portante può presentare criticità, in particolare nelle teste delle travi direttamente alloggiato nelle pareti che subiscono l'azione dell'umidità presente nella muratura.

Cause principali del degrado possono essere la mancata manutenzione ordinaria e infiltrazioni di acqua.

Intervento di consolidamento

In caso di semplice consolidamento dei sistemi di copertura (coperture non danneggiate da sisma) si possono eseguire i seguenti interventi:

- consolidamento delle travi ammalorate mediante inserimento di elementi di rinforzo lineari o puntuali ai lati della trave o mediante affiancamento di nuovi elementi portanti;
- consolidamento delle teste delle travi con lamiere in acciaio inox o lamine metalliche piane saldate a passanti disposti ai due lati della testa della trave assicurati con bulloni di collegamento tra le lamine piane ed il legno sano.

Intervento di risanamento conservativo

Dopo l'attento esame dello stato di conservazione della copertura, si procede con l'eliminazione delle cause che hanno provocato i degradi presenti.

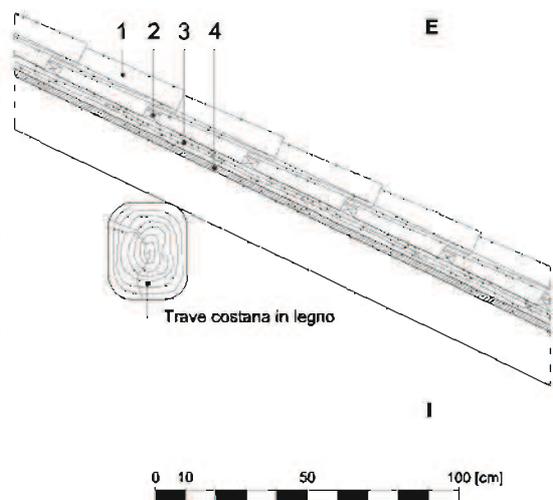
Per gli elementi che hanno necessità di riparazione, sostituzione o integrazione si rispettano i materiali, le tecniche di lavorazione ed il rapporto della copertura con le strutture murarie esistenti. Le porzioni di struttura di sostegno e di manto di copertura che presentano un limitato stato di degrado sono conservate.

Per la conservazione delle parti più degradate si prevedono i seguenti interventi:

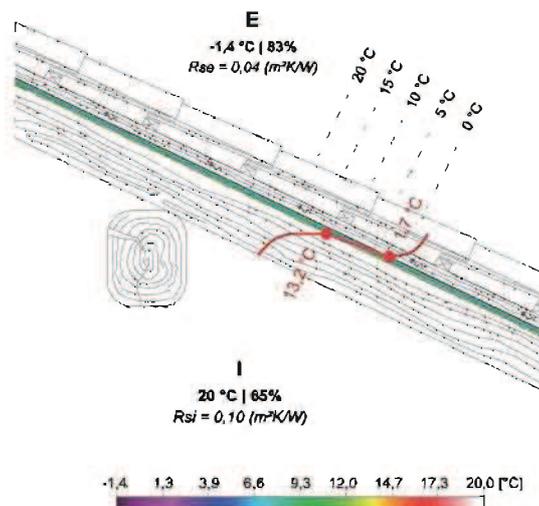
- smontaggio della copertura e sostituzione di singoli elementi della struttura di sostegno del tetto nel caso in cui presentano un elevato stato di degrado;
- ripristino del manto di copertura con l'uso delle tegole recuperate ed eventuale integrazione con tegole nuove.

Durante la sostituzione e riparazione del manto di copertura si utilizzano le tecniche tradizionali di posa e si impiegano elementi di materiale analogo proveniente anche dal recupero di materiale da demolizioni di edifici dismessi nelle vicinanze. Si mantengono la forma, l'orientamento, la pendenza e la sporgenza delle falde esistenti.

Dettaglio della stratigrafia



Analisi termoigrometrica - temperature



Trasmittanza termica	U	3,23	[W/m²K]
Resistenza termica	R _t	0,31	[m²K/W]
Massa superficiale	M _s	23	[kg/m²]
Trasmittanza periodica	Y _{ie}	3,223	[W/m²K]

Sfasamento	φ ₁₂	0,43	[h]
Fattore di attenuazione	f _a	0,997	[-]
Capacità termica interna	k _i	9,3	[kJ/m²K]
Capacità termica esterna	k _e	13,7	[kJ/m²K]

	d [m]	λ [W/mK]	C _p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1 Tegole ⁽¹⁾	0,010	-	-	-	-
2 Listelli per supporto tegole ⁽¹⁾	0,030	-	-	-	-
3 Listelli per ventilazione ⁽¹⁾	0,040	-	-	-	-
4 Assito in legno	0,022	0,130	2100	500	50

⁽¹⁾ Lo strato non è considerato nel calcolo delle prestazioni termiche.

Diagramma di analisi dell'umidità - regime stazionario

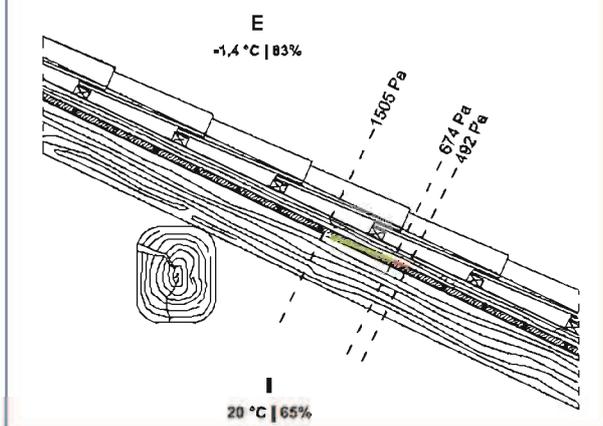
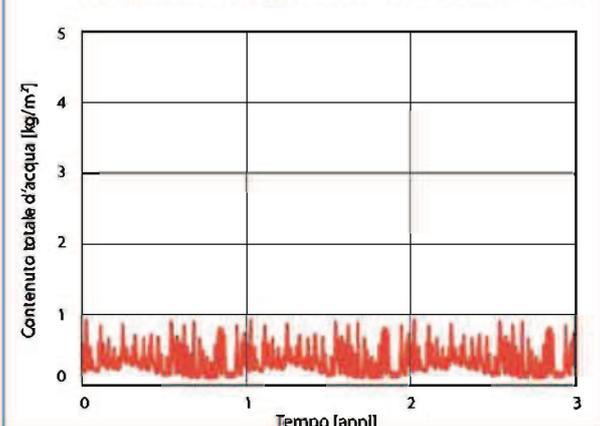


Diagramma di analisi dell'umidità - regime dinamico



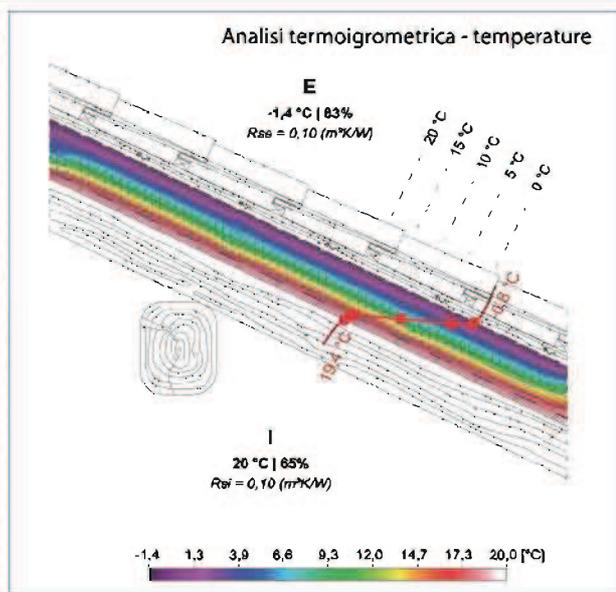
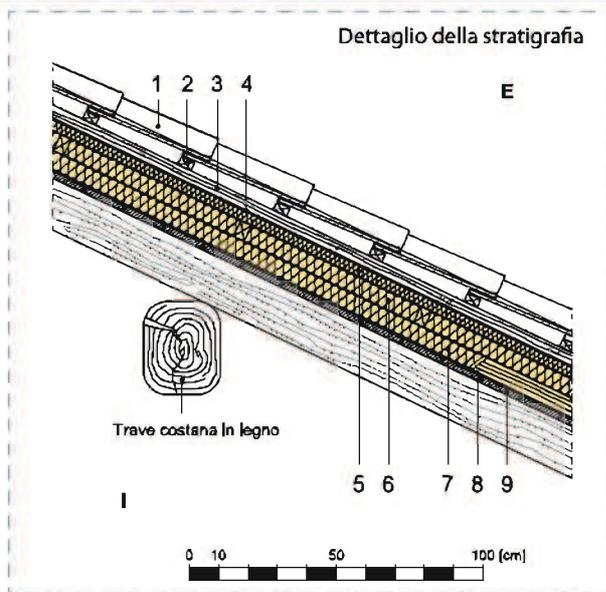
ANALISI STATO DI FATTO

C2e

Copertura con travatura in legno e manto in tegole

Area collinare

3



		d [m]	λ [W/mK]	C_p [J/kgK]	ρ [kg/m³]	μ [-]
1	Manto di copertura in tegole ⁽¹⁾	0,010	-	-	-	-
2	Listelli per supporto tegole ⁽¹⁾	0,030	-	-	-	-
3	Listelli per ventilazione ⁽¹⁾	0,040	-	-	-	-
4	Telo sottomanto impermeabile e traspirante	-	-	-	-	$s_d = 0,95 \text{ m}$
5	Pannello in fibra di legno standard	0,035	0,047	2100	240	5
6a	Listelli ⁽²⁾ / materassino isolante in fibra di legno flessibile - WF	0,050 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 2100	500 / 55	50 / 2
6b	Listelli ⁽²⁾ / materassino isolante in fibra di canapa - HW	0,050 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 1600	500 / 38	50 / 2
6c	Listelli ⁽²⁾ / fiocchi di cellulosa insufflati - CE	0,050 ⁽³⁾	0,130 / 0,039	2100 / 2110	500 / 35	50 / 1
7a	Listelli ⁽⁴⁾ / materassino isolante in fibra di legno flessibile - WF	0,050 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 2100	500 / 55	50 / 2
7b	Listelli ⁽⁴⁾ / materassino isolante in fibra di canapa - HW	0,050 ⁽³⁾	0,130 / 0,038	2100 / 1600	500 / 38	50 / 2
7c	Listelli ⁽⁴⁾ / fiocchi di cellulosa insufflati - CE	0,050 ⁽³⁾	0,130 / 0,039	2100 / 2110	500 / 35	50 / 1
8	Freno al vapore a diffusione igrovariabile	-	-	-	-	$s_d = 0,25-10 \text{ m}$
9	Assito in legno	0,022	0,130	2100	500	50

- Nel dettaglio della stratigrafia è riportato lo spessore minimo di isolante in fibra di legno che permette il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E.
- ⁽¹⁾ Lo strato non è considerato nel calcolo delle prestazioni termiche
- ⁽²⁾ Listelli in legno con larghezza di 4 cm e interasse di 68 cm.
- ⁽³⁾ Nella tabella sono indicati gli spessori minimi di isolante che consentono il raggiungimento del valore limite di trasmittanza (U) per la zona climatica E.
- ⁽⁴⁾ Listelli in legno con larghezza di 4 cm e interasse di 60,5 cm.

Indicazioni per la realizzazione dell'intervento di ottimizzazione energetica

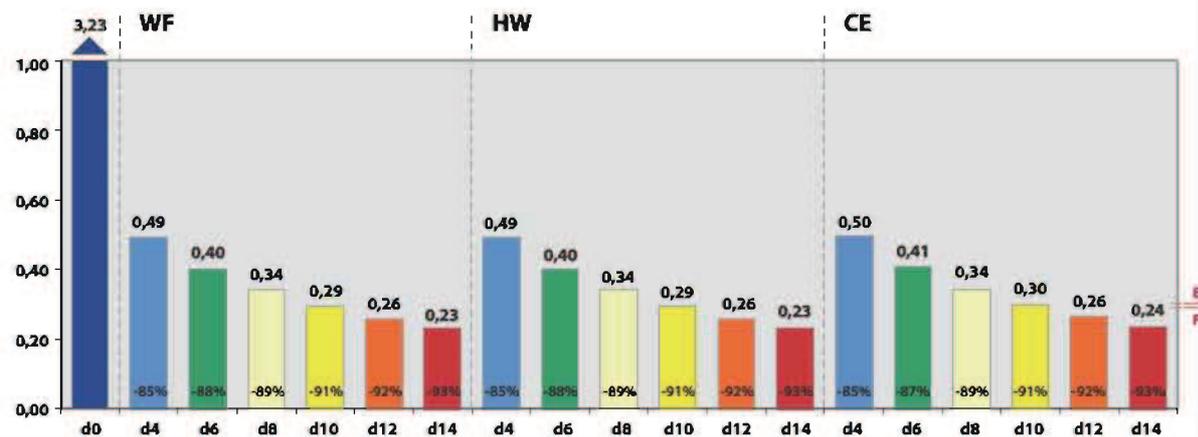
Intervento di isolamento all'estradosso

- Dopo aver eseguito gli interventi per il risanamento conservativo della copertura si posa, al di sopra dell'assito in legno esistente, un freno al vapore a diffusione igrovariabile che limita la diffusione del vapore nel periodo invernale e favorisce la traspirabilità nel periodo estivo.
- Si mettono in opera i pannelli isolanti di materiale flessibile, utilizzando una listellatura in legno.
- Si posa un secondo strato coibente con listellatura perpendicolare a quella inferiore.
- Al di sopra di questo pacchetto, si posa uno strato isolante continuo in fibra di legno maschiato sul quale si stende un telo sottomanto impermeabile e traspirante.
- Per rendere la copertura ventilata, si realizza un'intercapedine di aria con una listellatura in legno e si posano infine i listelli di supporto per le tegole ed il manto di copertura.

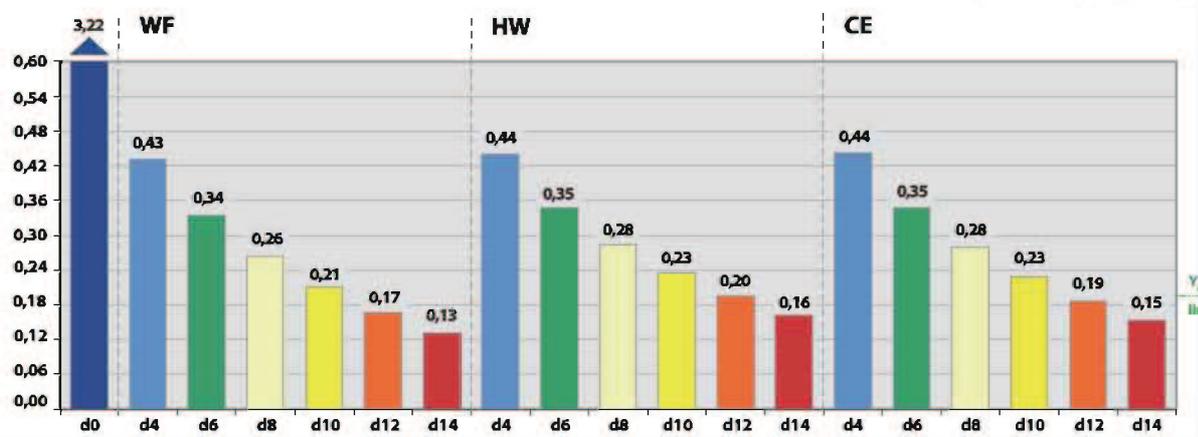
Legenda

d0 senza cappotto	d4 strato isolante 4 cm	d8 strato isolante 8 cm	d12 strato isolante 12 cm
	d6 strato isolante 6 cm	d10 strato isolante 10 cm	d14 strato isolante 14 cm
MATERIALI ISOLANTI	WF pannello isolante in fibra di legno	HW pannello isolante in fibra di canapa	CE fiocchi di cellulosa sfusi insufflati
LIMITI DI LEGGE	E limite trasmittanza per zona E	F limite trasmittanza per zona F	Y _{lim} limite trasmittanza periodica
prestazioni ottime	prestazioni buone	prestazioni medie	prestazioni sufficienti

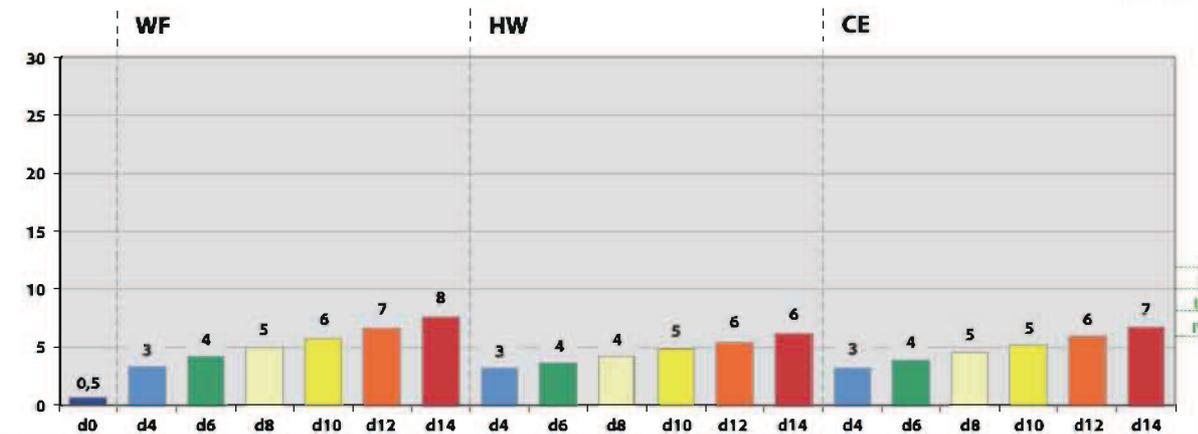
Trasmittanza - U - [W/m²K]



Trasmittanza periodica - Y_{ie} - [W/m²K]



Sfasamento - φ₁₂ - [h]



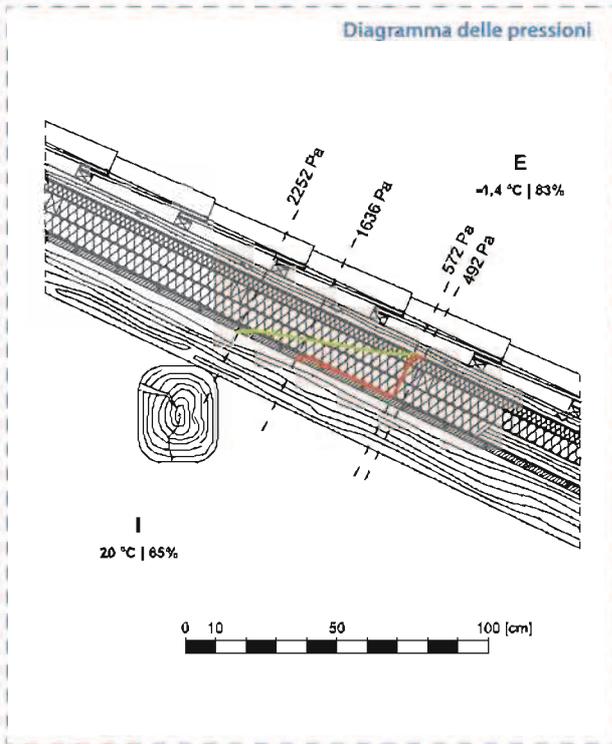
C2e

Copertura con travatura in legno e manto in tegole

Area collinare

5

Analisi dell'umidità in regime stazionario



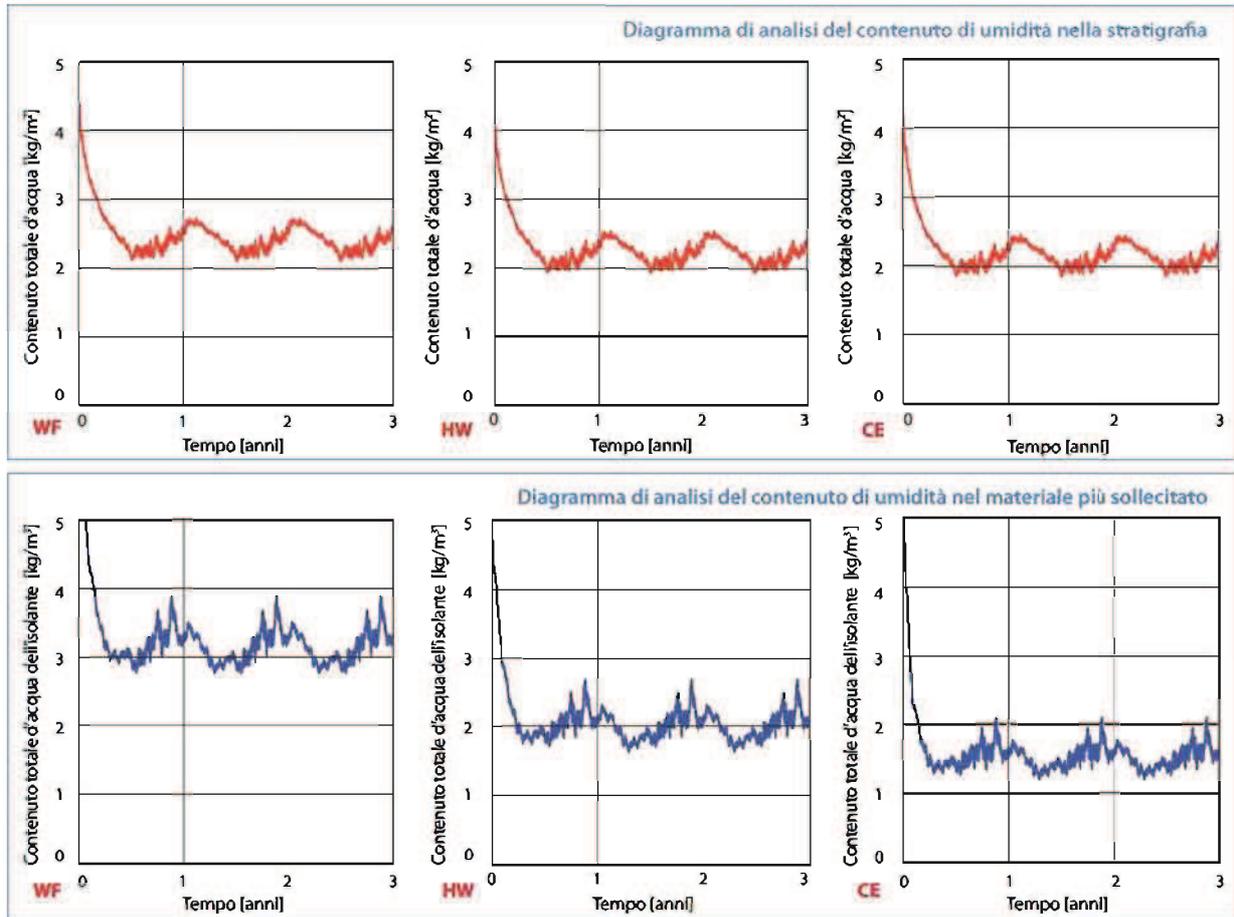
Verifica della quantità di condensa

WF	<input checked="" type="checkbox"/> Assenza di condensa interstiziale <input type="checkbox"/> Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile <input checked="" type="checkbox"/> Assenza di condensa superficiale <input checked="" type="checkbox"/> Struttura regolamentare		
Potenziale di asciugatura	2783	—	
Condensa accumulata	0	=	
Riserva di asciugatura	2783		(g/m ²)

HW	<input checked="" type="checkbox"/> Assenza di condensa interstiziale <input type="checkbox"/> Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile <input checked="" type="checkbox"/> Assenza di condensa superficiale <input checked="" type="checkbox"/> Struttura regolamentare		
Potenziale di asciugatura	2783	—	
Condensa accumulata	0	=	
Riserva di asciugatura	2783		(g/m ²)

CE	<input checked="" type="checkbox"/> Assenza di condensa interstiziale <input type="checkbox"/> Condensa interstiziale minore della quantità ammissibile <input checked="" type="checkbox"/> Assenza di condensa superficiale <input checked="" type="checkbox"/> Struttura regolamentare		
Potenziale di asciugatura	2815	—	
Condensa accumulata	0	=	
Riserva di asciugatura	2815		(g/m ²)

Analisi dell'umidità in regime dinamico



ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO

Schede nodi costruttivi

Guida alla lettura

SCHEDA 1

Descrizione del nodo

Dettaglio 3D

Legenda

	ELEMENTO 1		ELEMENTO 2		NODO	
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	U [W/m ² K]	U_{lim} [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U_{lim} [W/m ² K]		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					Ψ_l [W/mK]	Ψ_{lim} [W/mK]
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y_{tot} [W/m ² K]	$Y_{lim,tot}$ [W/m ² K]	Y_{tot} [W/m ² K]	$Y_{lim,tot}$ [W/m ² K]		
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	$T_{s,i}$ [°C]	$T_{s,i,min}$ [°C]	$T_{s,i}$ [°C]	$T_{s,i,min}$ [°C]	$T_{s,i}$ [°C]	$T_{s,i,min}$ [°C]
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15626)	esito verifica		esito verifica			

ANALISI STATO DI FATTO

Il documento è relativo all'analisi dello stato di fatto e contiene le seguenti informazioni:

Scheda 1

A. Codice scheda.

Identifica ogni nodo costruttivo analizzato.

B. Nome del nodo costruttivo.

Riporta la descrizione sintetica del nodo costruttivo analizzato allo stato di fatto, con l'indicazione degli elementi costruttivi che lo compongono.

C. Ambito territoriale.

Indica l'ambito territoriale in cui il componente è presente.

La regione oggetto di studio comprende territori caratterizzati da altitudini, morfologie e tipologie insediative differenti.

Sono previsti i seguenti ambiti territoriali:

- area montana - altitudine superiore a 600 m s.l.m.
- area collinare (e di pianura) - altitudine fino a 600 m s.l.m.

D. Descrizione del nodo.

Riporta la descrizione del nodo costruttivo, con riferimento ai materiali, alla tecnica costruttiva e agli aspetti bioclimatici che lo caratterizzano.

E. Modello tridimensionale.

E' la rappresentazione grafica tridimensionale del nodo costruttivo, con indicazione degli elementi costruttivi che lo compongono.

F. Schema di riferimento.

Riporta lo schema di un modello edilizio tipo con l'evidenza della posizione del nodo costruttivo analizzato.

G. Legenda.

Riporta il codice ed il nome degli elementi costruttivi di cui è composto il nodo in esame. Fornisce un supporto alla lettura del modello tridimensionale, specificando i materiali utilizzati negli elementi costruttivi.

H. Verifiche termoigrometriche.

La tabella riporta i valori ottenuti a seguito dell'analisi termica e igrometrica sugli elementi costruttivi che compongono il nodo e sul nodo stesso allo stato di fatto.

Sono riportate le seguenti informazioni:

- trasmittanza termica U [W/m^2K] - è la quantità di calore che, in regime stazionario, passa attraverso un metro quadrato di superficie tra le due facce opposte e parallele del componente edilizio analizzato; la trasmittanza termica è calcolata come l'inverso della resistenza termica totale, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 6946.
- trasmittanza termica lineica Ψ [W/mK] - è il flusso termico disperso in regime stazionario per ogni metro di lunghezza e per una differenza

di temperatura unitaria tra interno ed esterno, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 14683. Quantifica le dispersioni di energia termica attraverso i ponti termici lineari. La tabella riporta sia il valore di Ψ_l , basato sulle dimensioni nette interne, sia il valore di Ψ_e , basato sulle dimensioni esterne. Non esistono limiti normativi sul valore di Ψ .

- **trasmissione termica periodica Y_{ie} [W/m^2K]** - è il parametro rappresentativo del comportamento nel periodo estivo di un elemento di involucro; valuta la capacità dell'elemento opaco di sfasare ed attenuare il flusso termico che lo attraversa nell'arco delle 24 ore, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13786.
- **temperatura superficiale interna T_{si} [$^{\circ}C$]** - è il parametro che permette di verificare il rischio di formazione di fenomeni di condensazione superficiale. La temperatura superficiale interna dipende dalle condizioni di temperatura e umidità interne ed esterne e dalle caratteristiche termiche dell'elemento costruttivo. Per evitare il rischio di formazione di condensa superficiale il valore di T_{si} deve essere superiore alla temperatura superficiale minima di condensazione $T_{s, min}$.
- **esito della verifica sulla condensa interstiziale** - indica la conformità alle prescrizioni del D.P.R. 59/09 relative alla quantità di condensa interstiziale ammissibile. La verifica è effettuata secondo il metodo semplificato di calcolo in regime stazionario indicato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 o secondo il metodo di calcolo in regime dinamico indicato nella norma tecnica UNI EN 15026.

Sono indicati i valori limite definiti dalla normativa di riferimento per la trasmissione termica, la trasmissione termica periodica e la condensa superficiale.

I valori calcolati che non rispettano i valori limite sono riportati in rosso.

I. Note.

Riporta le motivazioni dei valori riportati nella tabella ed indica la normativa di riferimento secondo cui sono stati eseguiti i calcoli ed effettuate le verifiche.

SCHEDA 2

		2	
Dettaglio del nodo		Legenda	
Analisi termolgiometrica - temperature		Note	
		ANALISI STATO DI FATTO	

Scheda 2

Il documento è relativo all'analisi dello stato di fatto e contiene le seguenti informazioni:

A. Codice scheda.

Identifica ogni nodo costruttivo analizzato.

B. Nome del nodo costruttivo.

Riporta la descrizione sintetica del nodo costruttivo analizzato allo stato di fatto, con l'indicazione degli elementi costruttivi che lo compongono.

C. Ambito territoriale.

Indica l'ambito territoriale in cui il componente è presente.

La regione oggetto di studio comprende territori caratterizzati da altitudini, morfologie e tipologie insediative differenti.

Sono previsti i seguenti ambiti territoriali:

- area montana - altitudine superiore a 600 m s.l.m.
- area collinare (e di pianura) - altitudine fino a 600 m s.l.m.

D. Dettaglio del nodo.

E' la rappresentazione grafica bidimensionale del nodo costruttivo.

Sono riportate le indicazioni relative alle condizioni al contorno del nodo preso in esame:

- E - ambiente esterno;
- I - ambiente interno riscaldato;
- U - ambiente interno non riscaldato;
- G - terreno.

E. Legenda.

Riporta il codice ed il nome degli elementi costruttivi di cui è composto il nodo in esame. Fornisce un supporto alla lettura del modello bidimensionale, specificando i materiali che compongono la stratigrafia degli elementi costruttivi.

F. Analisi termoigrometrica.

E' la rappresentazione grafica che riporta l'andamento delle temperature all'interno del nodo costruttivo allo stato di fatto, evidenziando le isoterme di condensazione (13,2 °C) con il colore grigio e le isoterme critiche per la crescita di muffa (16,7 °C) con il colore blu.

Sono riportati i dati delle condizioni al contorno:

- temperatura;
- umidità relativa;
- resistenza superficiale.

E' indicato il punto critico in cui si raggiunge la temperatura superficiale interna più bassa, nell'ipotesi di calcolo bidimensionale agli elementi finiti.

Per tale punto sono riportati i valori di:

- temperatura superficiale interna T_u [°C];
- fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} -

rappresenta lo scostamento percentuale della differenza tra la temperatura superficiale interna e la temperatura esterna, rispetto alla differenza tra la temperatura interna e la temperatura esterna;

- trasmittanza termica lineica interna Ψ_i [W/mK] - quantifica il flusso termico incrementale dovuto al ponte termico, calcolato con riferimento alle dimensioni interne;
- trasmittanza termica lineica esterna Ψ_e [W/mK] - quantifica il flusso termico incrementale dovuto al ponte termico, calcolato con riferimento alle dimensioni esterne.

G. Note

Specifica le criticità presenti nel nodo costruttivo per la crescita di muffa e la formazione di condensa superficiale.

Riporta la normativa di riferimento secondo cui sono stati eseguiti i calcoli. E' di supporto alla lettura dell'analisi termo-igrometrica.

SCHEDA 3

Descrizione dell'intervento

Dettaglio 3D

Legenda

	ELEMENTO 1		ELEMENTO 2		NODO	
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	U [W/m ² K]	U_{lim} [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U_{lim} [W/m ² K]		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					Ψ_l [W/mK]	$\Psi_{l,lim}$ [W/m ² K]
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y_{tot} [W/m ² K]	$Y_{tot,lim}$ [W/m ² K]	Y_{tot} [W/m ² K]	$Y_{tot,lim}$ [W/m ² K]		
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	$T_{s,i}$ [°C]	$T_{s,i,min}$ [°C]	$T_{s,i}$ [°C]	$T_{s,i,min}$ [°C]	$T_{s,i}$ [°C]	$T_{s,i,min}$ [°C]
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788, UNI EN 15626)	esito verifica		esito verifica			

ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO

Il documento è relativo all'analisi dell'intervento di risanamento energetico e contiene le seguenti informazioni:

Scheda 3

A. Codice scheda.

Identifica ogni nodo costruttivo analizzato.

B. Nome del nodo costruttivo.

Riporta la descrizione sintetica del nodo costruttivo analizzato in seguito all'intervento di risanamento, con l'indicazione degli elementi costruttivi che lo compongono.

C. Ambito territoriale.

Indica l'ambito territoriale in cui il componente è presente.

La regione oggetto di studio comprende territori caratterizzati da altitudini, morfologie e tipologie insediative differenti.

Sono previsti i seguenti ambiti territoriali:

- area montana - altitudine superiore a 600 m s.l.m.
- area collinare (e di pianura) - altitudine fino a 600 m s.l.m.

D. Descrizione dell'intervento.

Riporta la descrizione delle fasi dell'intervento energetico, con riferimento ai materiali, alle modalità di posa e agli accorgimenti da adottare.

E. Modello tridimensionale.

E' la rappresentazione grafica tridimensionale del nodo costruttivo in seguito all'intervento di recupero energetico, con indicazione degli elementi costruttivi che lo compongono.

F. Schema di riferimento.

Riporta lo schema di un modello edilizio tipo con l'evidenza della posizione del nodo costruttivo analizzato.

G. Legenda.

Riporta il codice ed il nome degli elementi costruttivi di cui è composto il nodo in esame. Fornisce un supporto alla lettura del modello tridimensionale, specificando i materiali utilizzati negli elementi costruttivi.

H. Verifiche termoigrometriche.

La tabella riporta i valori ottenuti a seguito dell'analisi termica e igrometrica sugli elementi costruttivi che compongono il nodo e sul nodo stesso dopo l'intervento di riqualificazione energetica.

Sono riportate le seguenti informazioni:

- **trasmittanza termica U** [W/m^2K] - è la quantità di calore che, in regime stazionario, passa attraverso un metro quadrato di superficie tra le due facce opposte e parallele del componente edilizio analizzato; la trasmittanza termica è calcolata come l'inverso della resistenza termica totale, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 6946.

- **trasmissione termica lineica Ψ [W/mK]** - è il flusso termico disperso in regime stazionario per ogni metro di lunghezza e per una differenza di temperatura unitaria tra interno ed esterno, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 14683. Quantifica le dispersioni di energia termica attraverso i ponti termici lineari. La tabella riporta sia il valore di Ψ_i , basato sulle dimensioni nette interne, sia il valore di Ψ_e , basato sulle dimensioni esterne. Non esistono limiti normativi sul valore di Ψ .
- **trasmissione termica periodica Y_{ie} [W/m²K]** - è il parametro rappresentativo del comportamento nel periodo estivo di un elemento di involucro; valuta la capacità dell'elemento opaco di sfasare ed attenuare il flusso termico che lo attraversa nell'arco delle 24 ore, come definito nella norma tecnica UNI EN ISO 13786.
- **temperatura superficiale interna T_{si} [°C]** - è il parametro che permette di verificare il rischio di formazione di fenomeni di condensazione superficiale. La temperatura superficiale interna dipende dalle condizioni di temperatura e umidità interne ed esterne e dalle caratteristiche termiche dell'elemento costruttivo. Per evitare il rischio di formazione di condensa superficiale il valore di T_{si} deve essere superiore alla temperatura superficiale minima di condensazione T_{sm} .
- **esito della verifica sulla condensa interstiziale** - indica la conformità alle prescrizioni del D.P.R. 59/09 relative alla quantità di condensa interstiziale ammissibile. La verifica è effettuata secondo il metodo semplificato di calcolo in regime stazionario indicato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788 o secondo il metodo di calcolo in regime dinamico indicato nella norma tecnica UNI EN 15026.

Sono indicati i valori limite definiti dalla normativa di riferimento per la trasmissione termica, la trasmissione termica periodica e la condensa superficiale.

I valori calcolati che non rispettano i valori limite sono riportati in rosso.

I. Note.

Riporta le motivazioni dei valori riportati nella tabella ed indica la normativa di riferimento secondo cui sono stati eseguiti i calcoli ed effettuate le verifiche.

SCHEDA 4

		4	
Dettaglio del nodo		Legenda	
Analisi termolgiometrica - temperature		Note	
		ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO	

Scheda 4

Il documento è relativo all'analisi dell'intervento di riqualificazione energetica e contiene le seguenti informazioni:

A. Codice scheda.

Riprende il codice del nodo costruttivo in seguito all'intervento di ottimizzazione energetica, come indicato nella scheda 3.

B. Nome del nodo costruttivo.

Riprende il nome del nodo costruttivo in seguito all'intervento di ottimizzazione energetica, come indicato nella scheda 3.

C. Ambito territoriale.

Riprende l'ambito territoriale in cui il componente è presente, riportato nelle schede precedenti.

D. Dettaglio del nodo.

È la rappresentazione grafica bidimensionale del nodo costruttivo. La parte del disegno in bianco e nero si riferisce agli strati presenti prima dell'intervento di riqualificazione; la parte del disegno evidenziata in giallo indica gli strati inseriti in seguito all'intervento di ottimizzazione energetica.

Sono riportate le indicazioni relative alle condizioni al contorno del nodo preso in esame:

- E - ambiente esterno;
- I - ambiente interno riscaldato;
- U - ambiente interno non riscaldato;
- G - terreno.

E. Legenda.

Riporta il codice ed il nome degli elementi costruttivi di cui è composto il nodo in esame. Fornisce un supporto alla lettura del modello bidimensionale, specificando i materiali che compongono la stratigrafia degli elementi costruttivi.

F. Analisi termoigrometrica.

È la rappresentazione grafica che riporta l'andamento delle temperature all'interno del nodo costruttivo in seguito all'intervento di risanamento energetico, evidenziando le isoterme di condensazione (13,2 °C) con il colore grigio e le isoterme critiche per la crescita di muffa (16,7 °C) con il colore blu. Sono riportati i dati delle condizioni al contorno:

- temperatura;
- umidità relativa;
- resistenza superficiale.

È indicato il punto critico in cui si raggiunge la temperatura superficiale interna più bassa, nell'ipotesi di calcolo bidimensionale agli elementi finiti. Per tale punto sono riportati i valori di:

- temperatura superficiale interna T_u [°C];
- fattore di temperatura in corrispondenza della superficie interna f_{Rsi} -

rappresenta lo scostamento percentuale della differenza tra la temperatura superficiale interna e la temperatura esterna, rispetto alla differenza tra la temperatura interna e la temperatura esterna;

- trasmittanza termica lineica interna Ψ_i [W/mK] - quantifica il flusso termico incrementale dovuto al ponte termico, calcolato con riferimento alle dimensioni interne;
- trasmittanza termica lineica esterna Ψ_e [W/mK] - quantifica il flusso termico incrementale dovuto al ponte termico, calcolato con riferimento alle dimensioni esterne.

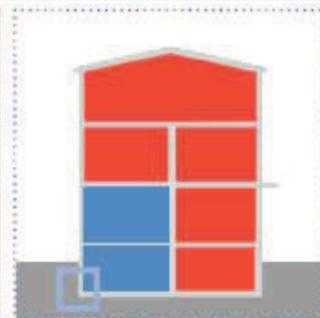
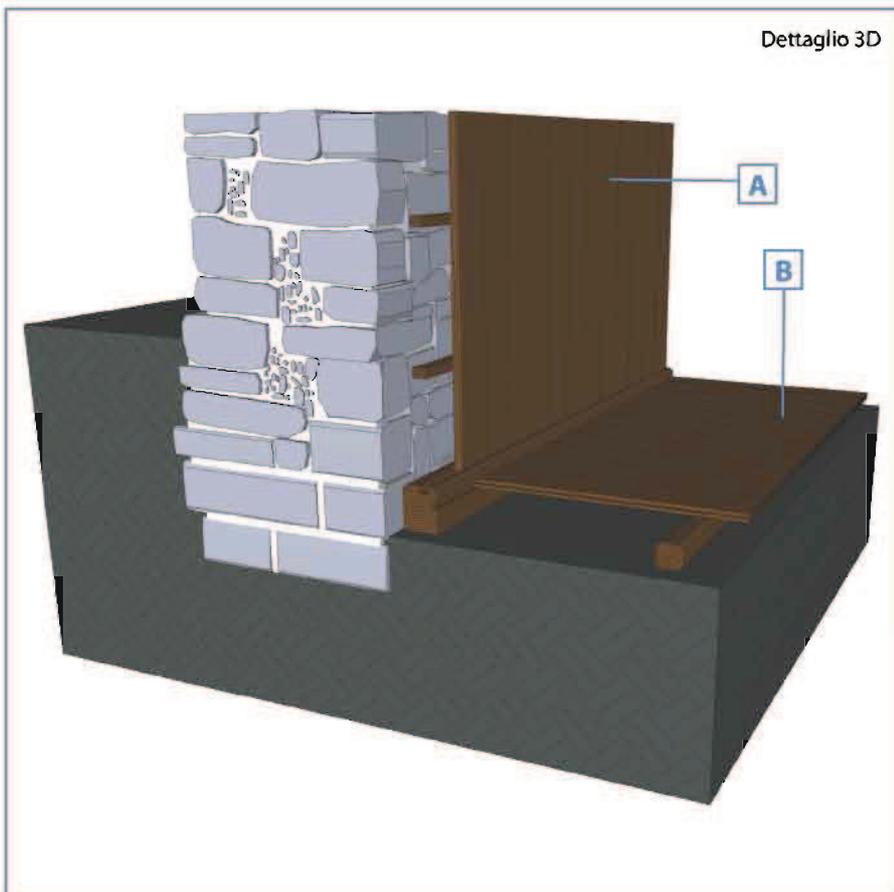
G. Note

Specifica le criticità presenti nel nodo costruttivo per la crescita di muffa e la formazione di condensa superficiale.

Riporta la normativa di riferimento secondo cui sono stati eseguiti i calcoli.
E' di supporto alla lettura dell'analisi termo-igrometrica.

Descrizione del nodo

Il nodo costruttivo preso in esame è collocato in corrispondenza di un attacco a terra e costituisce l'intersezione tra un solaio contro terra con intercapedine e tavolato in legno (S5) e una parete in pietra e malta con rivestimento interno in legno (P3). Le travi in legno appoggiate al suolo separano la pavimentazione in legno dal terreno e la proteggono dall'umidità.



Legenda

- A. Chiusura verticale opaca**
Parete in pietra e malta con rivestimento interno in legno (P3)
- B. Solaio contro terra**
Solaio contro terra con intercapedine e tavolato in legno (S5)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P3)		SOLAIO CONTRO TERRA (S5)		NODO (P3 - S5)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	1,03 ⁽¹⁾	0,33 ⁽²⁾	0,77 ⁽³⁾	0,32 ⁽²⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					0,44	0,67
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie,lim} [W/m²K]				
	0,015	0,12 ⁽⁴⁾				
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]
	17,2	13,2	17,3	13,2	15,8	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁵⁾		conforme ⁽⁵⁾			

⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica F.
⁽³⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 13370, perché la struttura confina con il terreno.
⁽⁴⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

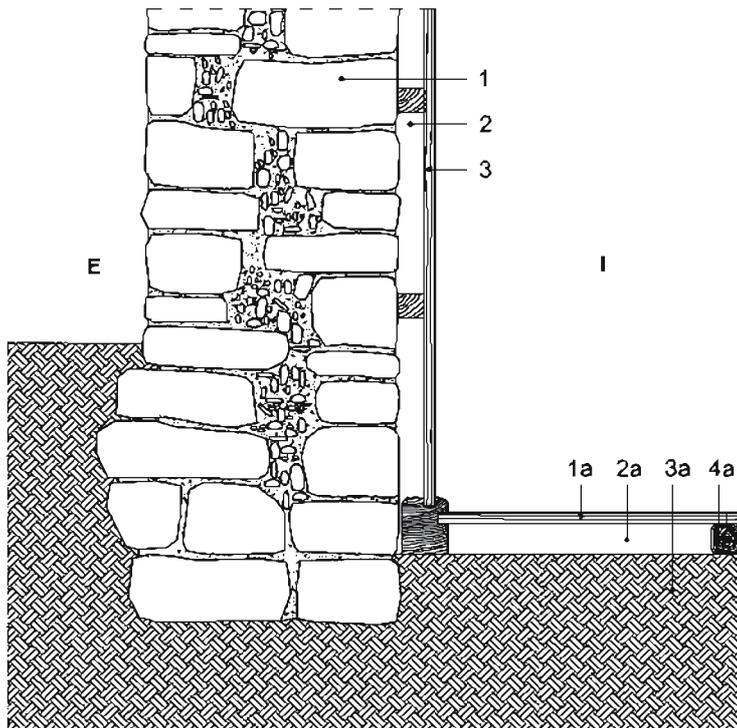
N1

Chiusura verticale (P3) - Solaio contro terra (S5)

Area montana

2

Dettaglio del nodo



0 10 50 100 [cm]

Legenda

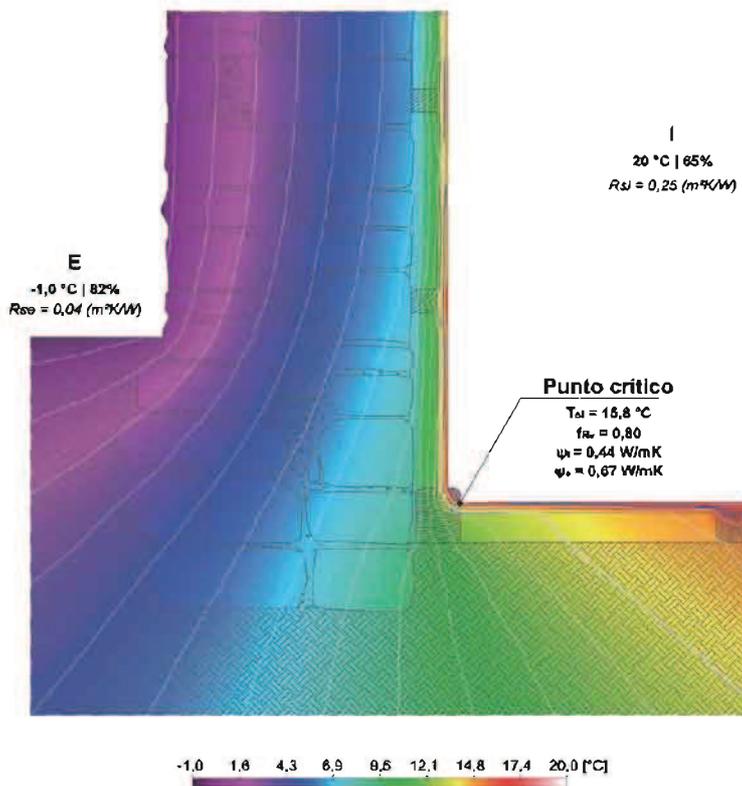
Parete in pietra e malta con rivestimento interno in legno (P3)

1. Muratura in pietra e malta
2. Listelli / aria
3. Rivestimento con tavole verticali in legno

Solaio contro terra con intercapedine e tavolato in legno (S5)

- 1a. Assito in legno
- 2a. Intercapedine d'aria
- 3a. Terreno
- 4a. Travi in legno

Analisi termoigrometrica - temperature



Note

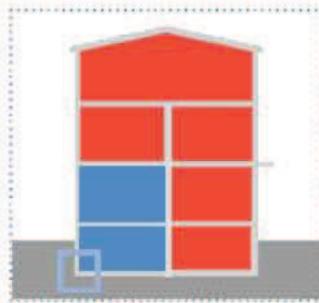
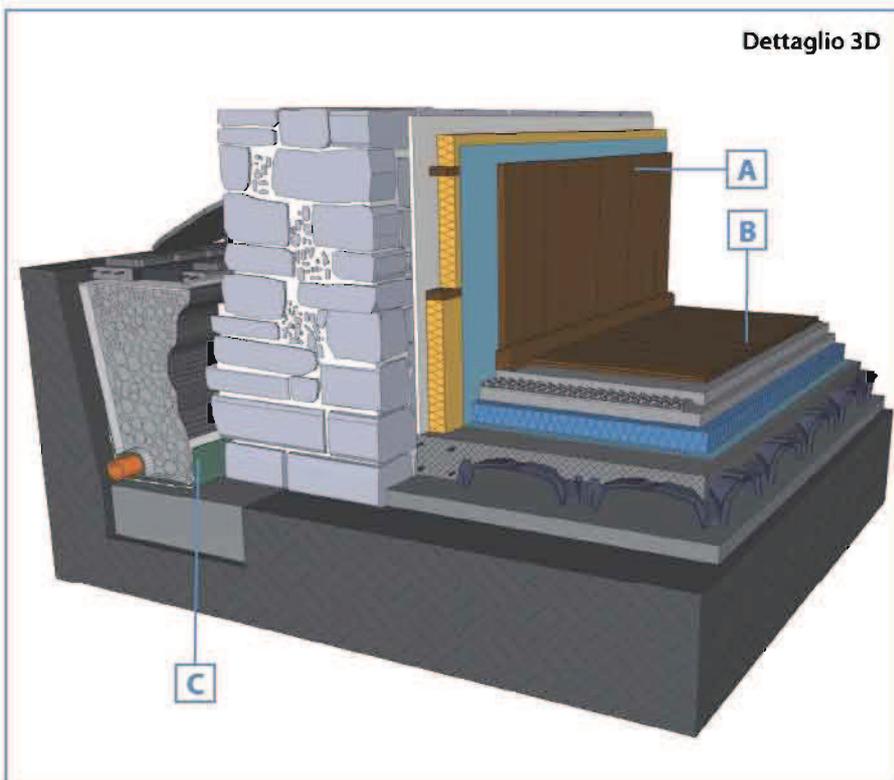
- A. La temperatura superficiale nell'angolo è superiore alla temperatura limite per la formazione di condensa superficiale.
- B. Il nodo risulta critico per la crescita di muffa: nel caso di umidità relativa in prossimità delle superfici superiori all'80% per periodi prolungati, si possono creare le condizioni favorevoli per lo sviluppo di spore.
- C. L'andamento delle isoterme nelle stratigrafie di parete perimetrale e di solaio contro terra sono calcolate alla distanza di 1 m dal nodo, in corrispondenza di un tratto indisturbato dell'elemento costruttivo.
- D. La trasmittanza termica U del solaio contro terra è calcolata secondo la norma UNI EN ISO 13370.

Descrizione dell'intervento

Parete perimetrale: l'intervento di risanamento energetico prevede l'applicazione di materiale isolante nell'intercapedine presente tra la muratura in pietra e il rivestimento interno in legno, con la conservazione della pietra a vista all'esterno. Come materiali isolanti si utilizzano fibra di legno e polistirene estruso, nella porzione di parete a contatto con il terreno, per evitare fenomeni di risalita di umidità e degrado del materiale.

Solaio contro terra: si prevede la realizzazione di un vespaio con casseri a perdere, strato coibente, riscaldamento a pannelli radianti a bassa temperatura e pavimentazione in parquet.

Esterno: nella porzione di muratura contro terra si realizza un'intercapedine con granulato sfuso di vetro cellulare, con funzione di isolamento e di difesa dall'umidità del terreno. L'intercapedine è impermeabilizzata e dotata di tubo drenante. Sulla superficie della muratura verso l'intercapedine si applica una guaina bugnata per riparare la superficie da eventuali infiltrazioni di acqua e consentire alla parete di traspirare e rilasciare l'eventuale umidità accumulata.



Legenda

A. Chiusura verticale opaca
Parete in pietra e malta con rivestimento interno in legno con isolamento nell'intercapedine (P3m)

B. Solaio contro terra
Solaio contro terra con vespaio aerato e isolamento dall'interno (S5i)

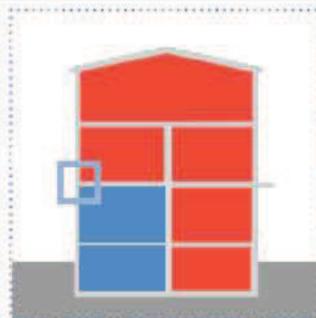
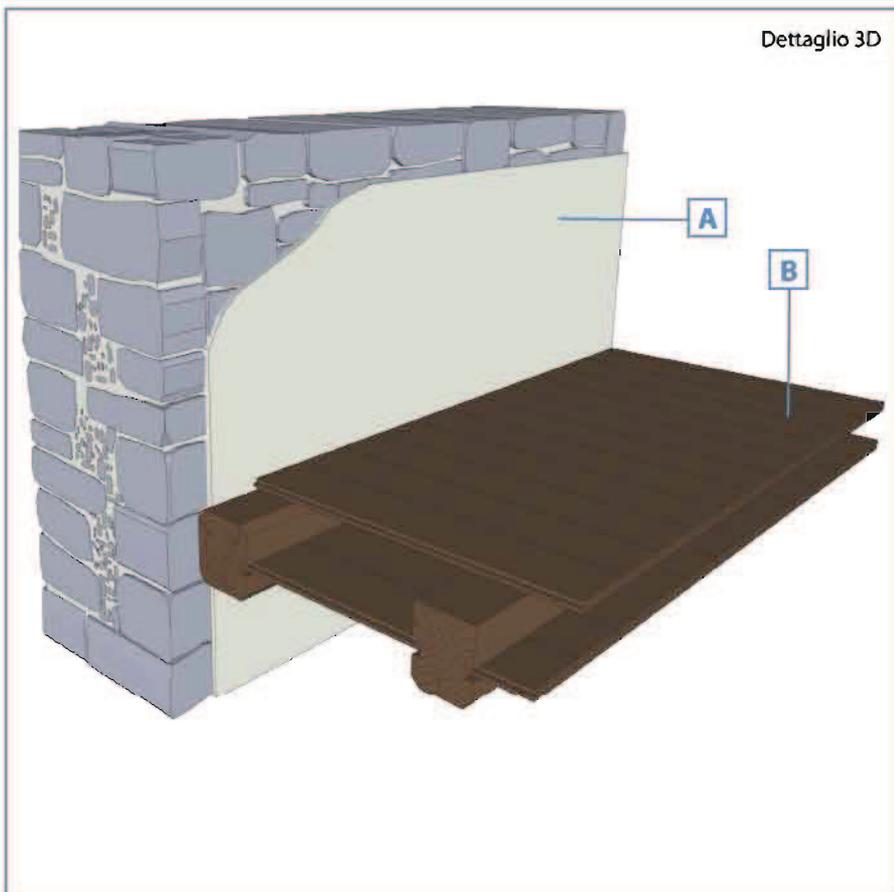
C. Vespaio
Vespaio drenante

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P3m)		SOLAIO CONTRO TERRA (S5i)		NODO (P3m - S5i)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	0,38 ^{(1) (2)}	0,33 ⁽³⁾	0,31 ⁽¹⁾	0,32 ⁽³⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					0,42	0,47
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie,lim} [W/m²K]				
	0,003	0,12 ⁽⁴⁾				
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]
	19,0	13,2	18,9	13,2	17,1	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁵⁾		conforme ⁽⁵⁾			

⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946. Per il vespaio aerato si prende in considerazione una temperatura dello strato d'aria nei casseri a perdere pari a quella esterna.
⁽²⁾ Lo spessore isolante inserito nell'intercapedine non consente di raggiungere il valore limite di trasmittanza.
⁽³⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica F.
⁽⁴⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

Descrizione del nodo

Il nodo costruttivo preso in esame costituisce l'intersezione tra una parete in pietra e malta con intonaco interno (P2) e un solaio intermedio in legno con doppio tavolato (S3) che separa un ambiente riscaldato da un ambiente non riscaldato. Le travi in legno sono fissate di testa all'interno della muratura.



Legenda

- A. Chiusura verticale opaca**
Parete in pietra e malta a vista (P2)
- B. Solaio verso spazio non riscaldato**
Solaio interpiano in legno con doppio tavolato (S2)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P2)		SOLAIO VERSO SPAZIO NON RISCALDATO (S2)		NODO (P2 - S2)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	1,86 ⁽¹⁾	0,33 ⁽²⁾	0,99 ⁽¹⁾	0,32 ⁽²⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					0,69	-0,48
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie,lim} [W/m²K]				
	0,049	0,12 ⁽³⁾				
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]
	15,0	13,2	16,5	13,2	9,6 ⁽⁴⁾	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁵⁾		conforme ⁽⁵⁾			

⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica F.
⁽³⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁴⁾ Si evidenzia il rischio di formazione di condensa superficiale, date le condizioni di calcolo relative a T_e, T_{si}, UR_e, UR_{si}.
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

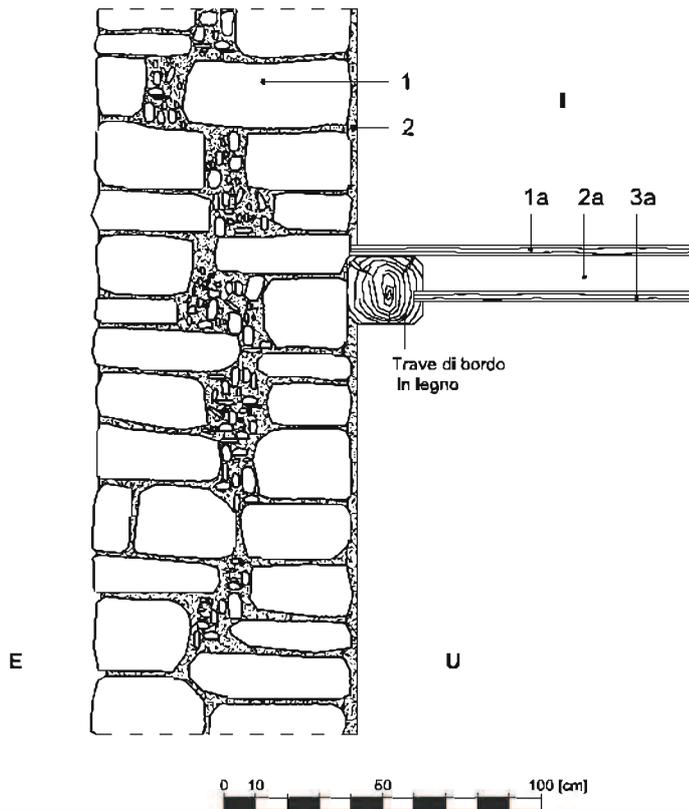
N2

Chiusura verticale (P2) - Solaio verso spazio non riscaldato (S2)

Area montana

2

Dettaglio del nodo



Legenda

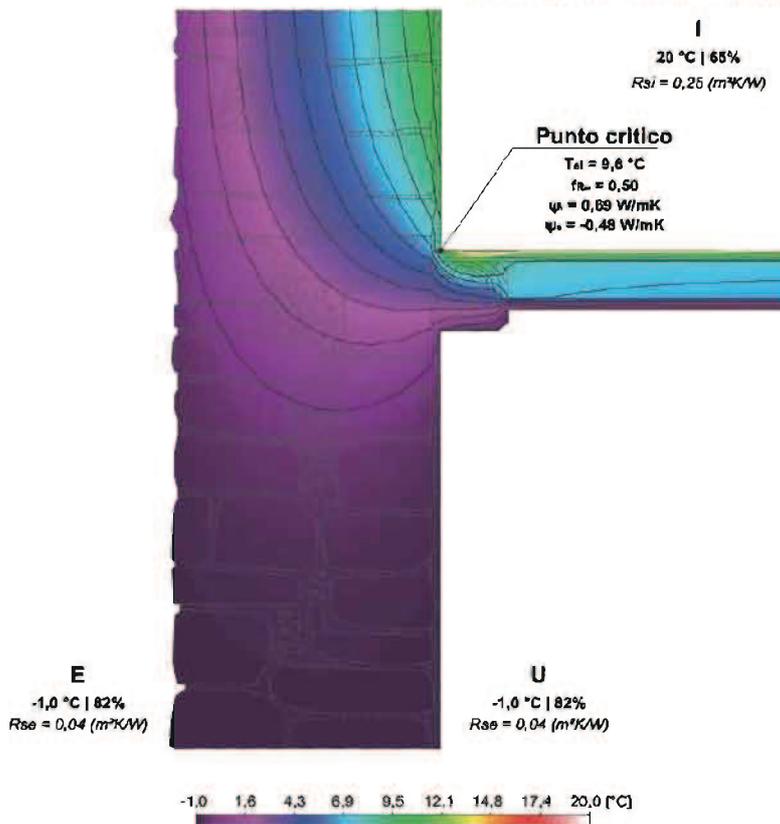
Parete in pietra e malta a vista (P2)

1. Muratura in pietra e malta
2. Intonaco a base di calce

Solaio interpiano in legno con doppio tavolato (S2)

- 1a. Assito in legno
- 2a. Intercapedine d'aria
- 3a. Assito in legno

Analisi termoigrometrica - temperature



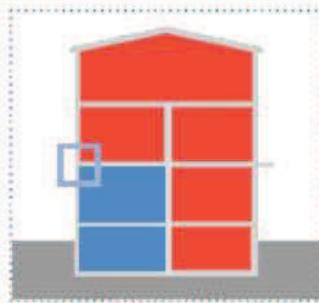
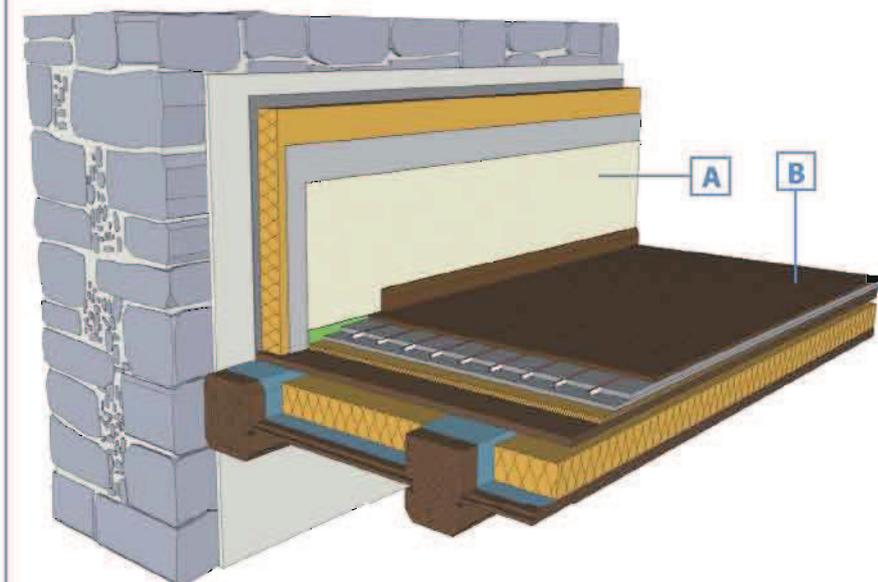
Note

- A. La temperatura superficiale nell'angolo è inferiore alla temperatura limite per la formazione di condensa superficiale.
- B. Il nodo risulta critico per la crescita di muffa: nel caso di umidità relativa in prossimità delle superfici superiore all'80% per periodi prolungati, si possono generare le condizioni favorevoli per lo sviluppo di spore.
- C. L'andamento delle isoterme nelle stratigrafie di parete perimetrale e di solaio interpiano sono calcolate alla distanza di 1 m dal nodo, in corrispondenza di un tratto indisturbato dell'elemento costruttivo.

Descrizione dell'intervento

Parete perimetrale: l'intervento di risanamento energetico prevede l'applicazione di materiale isolante sulla faccia interna della muratura, con la conservazione della pietra a vista all'esterno.
 Solaio verso spazio non riscaldato: si realizza la coibentazione con l'inserimento dello strato isolante all'interno dell'intercapedine esistente tra il doppio tavolato in legno. Si prevede l'installazione di un sistema radiante a bassa temperatura e di una pavimentazione a parquet.
 L'intervento di ottimizzazione energetica garantisce la continuità tra gli strati isolanti orizzontali e verticali al fine di ottenere una sufficiente attenuazione del ponte termico.
 E' necessario garantire la perfetta tenuta all'aria del nodo costruttivo.

Dettaglio 3D



Legenda

- A. Chiusura verticale opaca**
Parete in pietra e malta a vista con isolamento interno (P2i)
- B. Solaio verso spazio non riscaldato**
Solaio interpiano in legno a doppio tavolato con isolamento nell'intercapedine (S2m)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P2i)		SOLAIO VERSO SPAZIO NON RISCALDATO (S2m)		NODO (P2i - S2m)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	0,33 ⁽¹⁾	0,33 ⁽²⁾	0,31 ⁽¹⁾	0,32 ⁽²⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					0,01	-0,36
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie,lim} [W/m²K]				
	0,003	0,12 ⁽³⁾				
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si, min} [°C]
	19,1	13,2	18,9	13,2	16,4	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁴⁾		conforme ⁽⁵⁾			

⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica F.
⁽³⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradianza sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁴⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN 15026.
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

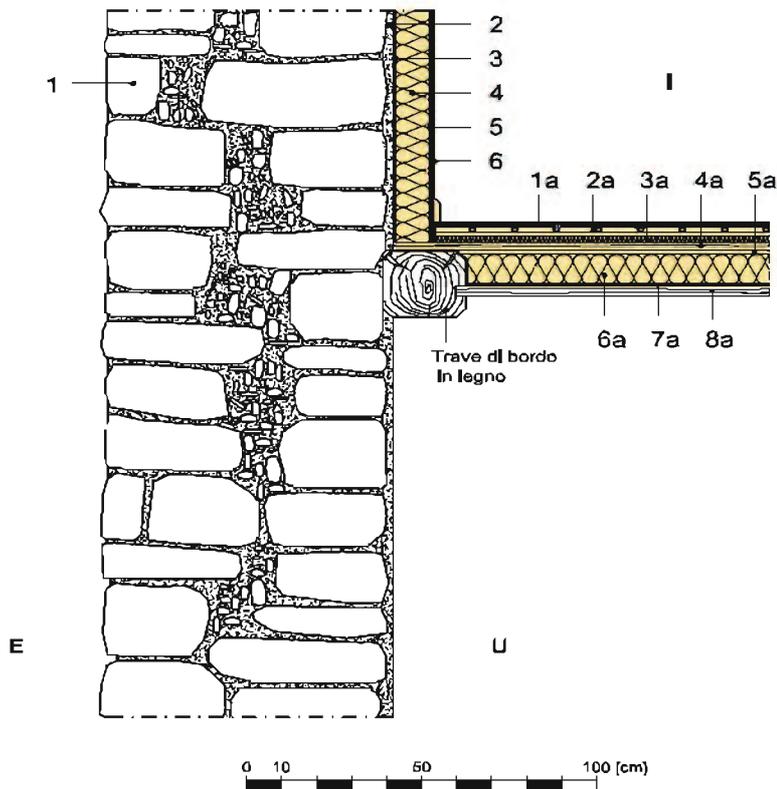
N2

Chiusura verticale (P2i) - Solaio verso spazio non riscaldato (S2m)

Area montana

4

Dettaglio del nodo



Legenda

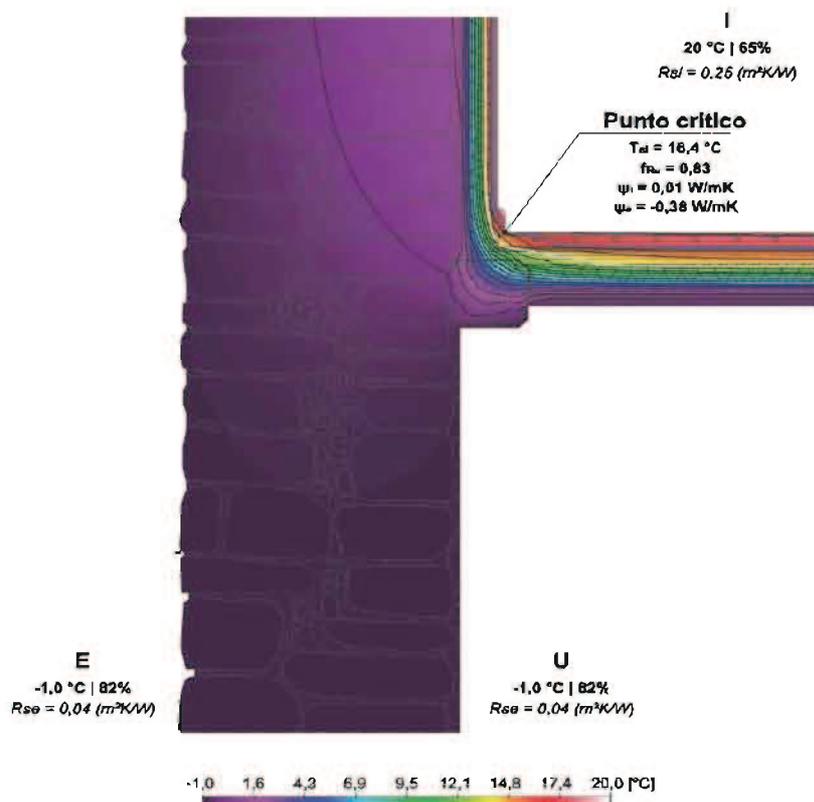
Parete in pietra e malta a vista con isolamento interno (P2i)

1. Muratura in pietra e malta
2. Intonaco a base di calce
3. Collante minerale
4. Pannello isolante in fibra di legno
5. Rasatura armata
6. Finitura superficiale interna

Solaio interpiano in legno con doppio tavolato con isolamento nell'intercapedine (S2m)

- 1a. Parquet incollato
- 2a. Massetto a secco con/ senza sistema radiante integrato
- 3a. Pannello in fibra di legno standard
- 4a. Assito
- 5a. Travi / aria
- 6a. Travi / materassino isolante in fibra di legno flessibile
- 7a. Guaina antipolvere traspirante
- 8a. Assito in legno

Analisi termoigrometrica - temperature

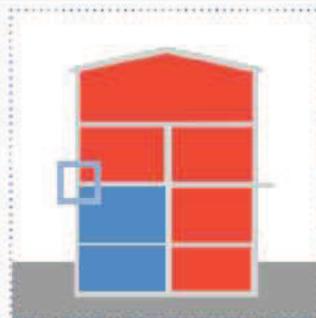
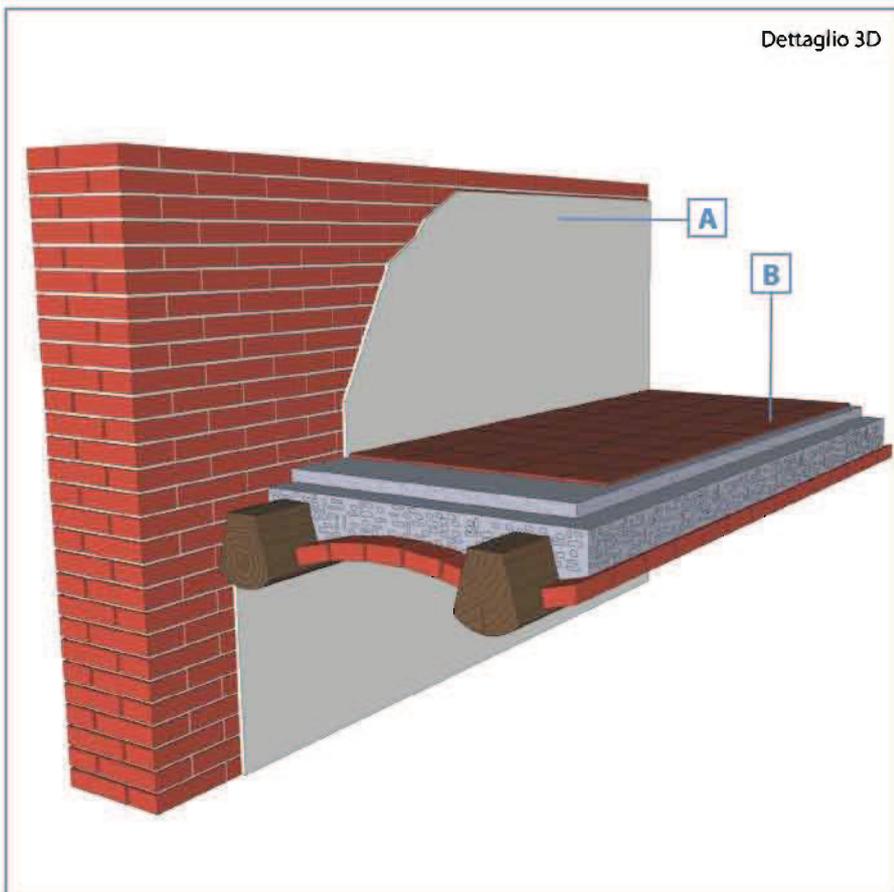


Note

- A. La temperatura superficiale nell'angolo è superiore alla temperatura limite per la formazione di condensa superficiale.
- B. Il nodo risulta critico per la crescita di muffa: nel caso di umidità relativa in prossimità delle superfici superiore all'80% per diversi giorni, si possono creare le condizioni favorevoli per lo sviluppo di spore. Tale situazione può essere accettata temporaneamente se si adottano misure adeguate al fine di prevenire il contatto con materiali adiacenti sensibili.
- C. L'andamento delle isoterme nelle stratigrafie di parete e di solaio sono calcolate alla distanza di 1 m dal nodo, in corrispondenza di un tratto indisturbato dell'elemento costruttivo.

Descrizione del nodo

Il nodo costruttivo preso in esame costituisce l'intersezione tra una parete in mattoni pieni con intonaco interno (P5) e un solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio (S3) che separa un ambiente riscaldato da un ambiente non riscaldato. Le travi portanti in legno sono fissate di testa all'interno della muratura.



Legenda

- A. Chiusura verticale opaca**
Parete in mattoni pieni a vista (P5)
- B. Solaio verso spazio non riscaldato**
Solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio (S3)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P5)		SOLAIO VERSO VANO NON RISCALDATO (S3)		NODO (P5 - S3)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	1,46 ⁽¹⁾	0,34 ⁽²⁾	2,36 ⁽¹⁾	0,33 ⁽²⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					-0,10	-1,35
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie,lim} [W/m²K]				
	0,224	0,12 ⁽³⁾				
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]
	15,9	13,2	11,4 ⁽⁴⁾	13,2	9,7 ⁽⁴⁾	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁵⁾		conforme ⁽⁵⁾			

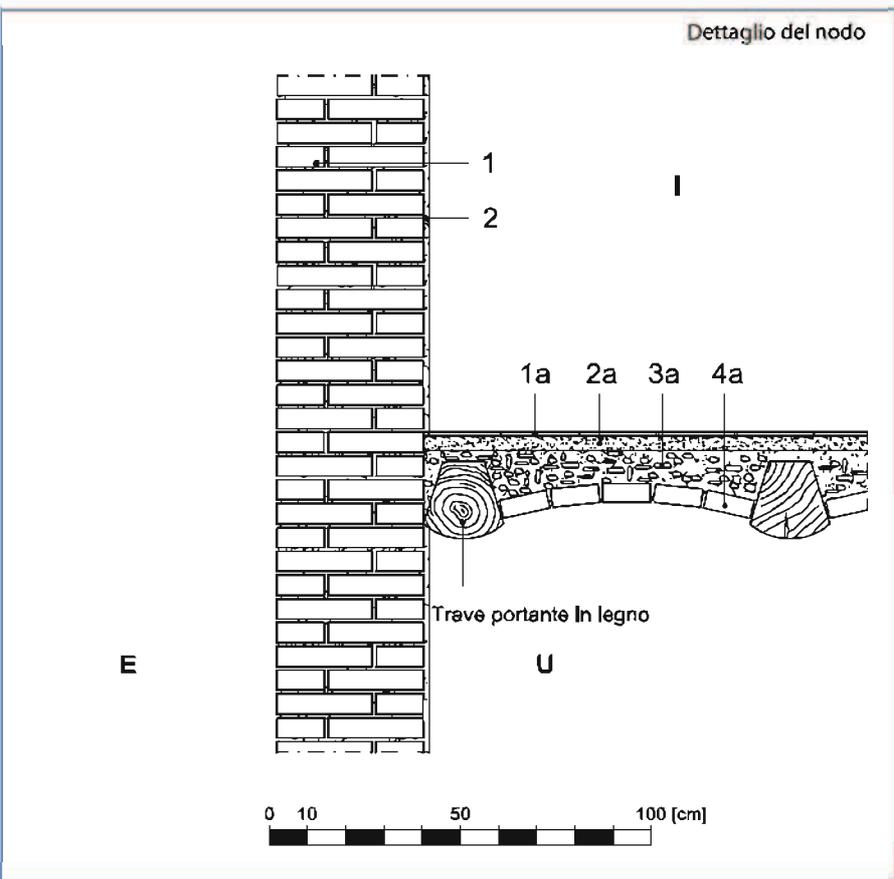
⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica E.
⁽³⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁴⁾ Si evidenzia il rischio di formazione di condensa superficiale, date le condizioni di calcolo relative a T_{si}, T_{se}, UR_{si}, UR_{se}.
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

N3

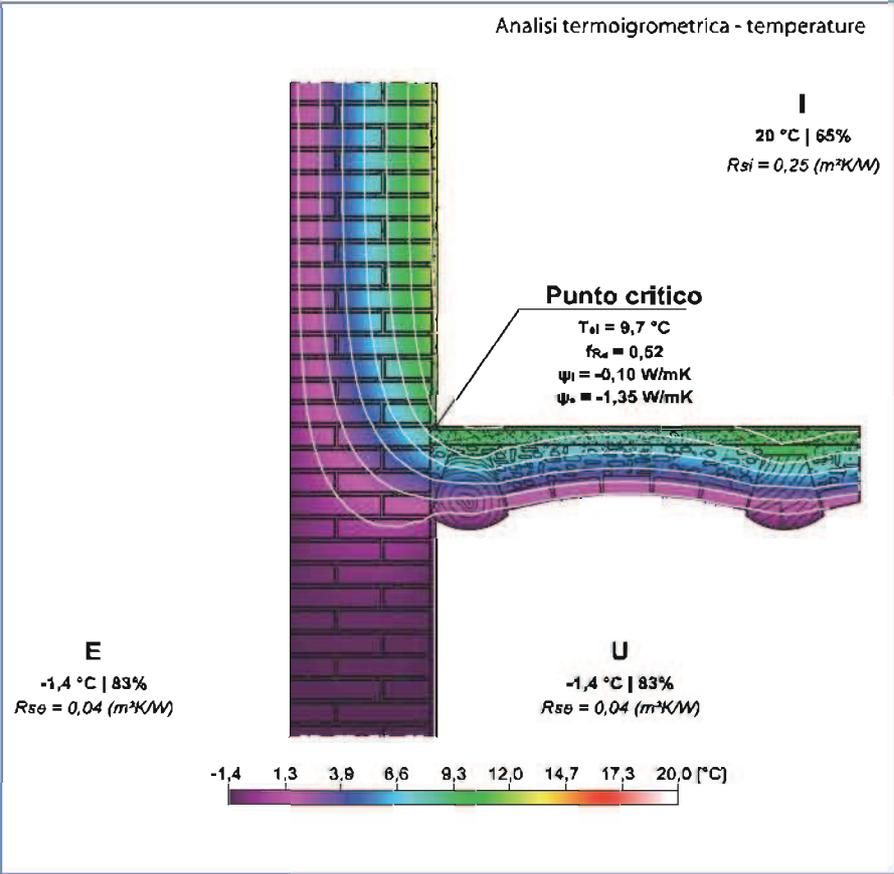
Chiusura verticale (P5) - Solaio verso spazio non riscaldato (S3)

Area collinare

2



- Legenda**
- Parete in mattoni pieni a vista (P5)**
1. Muratura in mattoni pieni
 2. Intonaco a base di calce
- Solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio (S3)**
- 1a. Piastrelle
 - 2a. Massetto sabbia-cemento
 - 3a. Materiale lapideo e terra
 - 4a. Mattone pieno in laterizio



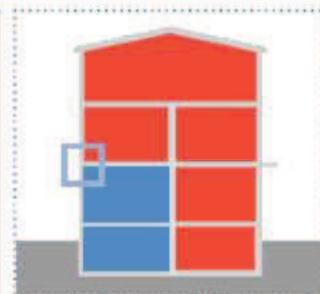
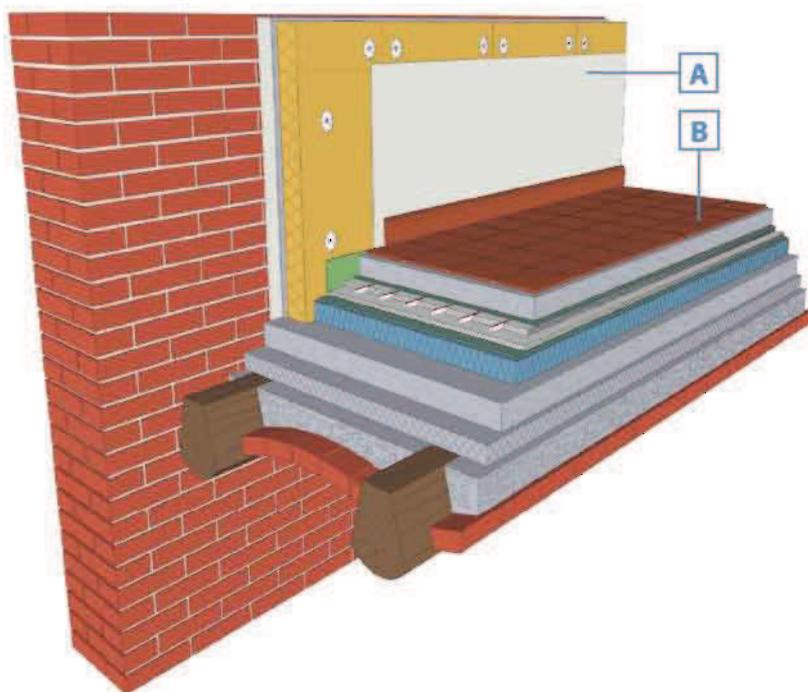
- Note**
- A. La temperatura superficiale nell'angolo è inferiore alla temperatura limite per la formazione di condensa superficiale.
 - B. Il nodo risulta critico per la crescita di muffa: nel caso di umidità relativa in prossimità delle superfici superiori all'80% per periodi prolungati, si possono creare le condizioni favorevoli per lo sviluppo di spore.
 - C. L'andamento delle isoterme nelle stratigrafie di parete perimetrale e di solaio interpiano sono calcolate alla distanza di 1 m dal nodo, in corrispondenza di un tratto indisturbato dell'elemento costruttivo.

ANALISI STATO DI FATTO

Descrizione dell'intervento

Parete perimetrale: l'intervento di risanamento energetico prevede l'applicazione di materiale isolante sulla faccia interna della muratura, con la conservazione dei mattoni a vista all'esterno.
 Solaio verso spazio non riscaldato: dopo aver rimosso parte dello strato di materiale lapideo e terra e realizzato un getto di calcestruzzo armato per consolidare la struttura, si realizza la coibentazione con la posa dei pannelli isolanti su un massetto alleggerito in cui è possibile il passaggio degli impianti. Si prevede l'installazione di un sistema radiante a bassa temperatura.
 L'intervento di ottimizzazione energetica garantisce la continuità tra gli strati isolanti orizzontali e verticali al fine di ottenere una sufficiente attenuazione del ponte termico.
 E' necessario garantire la perfetta tenuta all'aria del nodo costruttivo.

Dettaglio 3D



Legenda

- A. Chiusura verticale opaca**
Parete in mattoni pieni a vista con isolamento dall'interno (P5i)
- B. Solaio verso spazio non riscaldato**
Solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio con isolamento dall'interno (S3i)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P5i)		SOLAIO VERSO VANO NON RISCALDATO (S3i)		NODO (P5i - S3i)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	0,31 ⁽¹⁾	0,34 ⁽²⁾	0,29 ⁽¹⁾	0,33 ⁽²⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					0,01	-0,27
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie,lim} [W/m²K]				
	0,003	0,12 ⁽³⁾				
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si,min} [°C]
	19,1	13,2	18,9	13,2	17,6	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁴⁾		conforme ⁽⁵⁾			

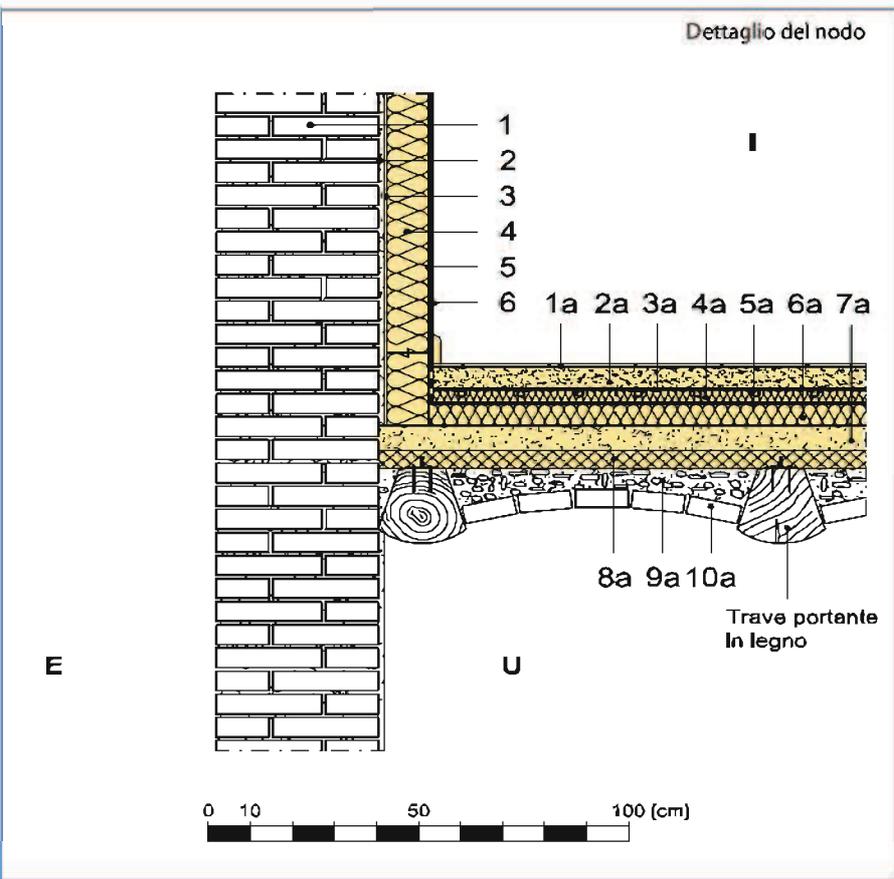
⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica E.
⁽³⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁴⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN 15026.
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

N3

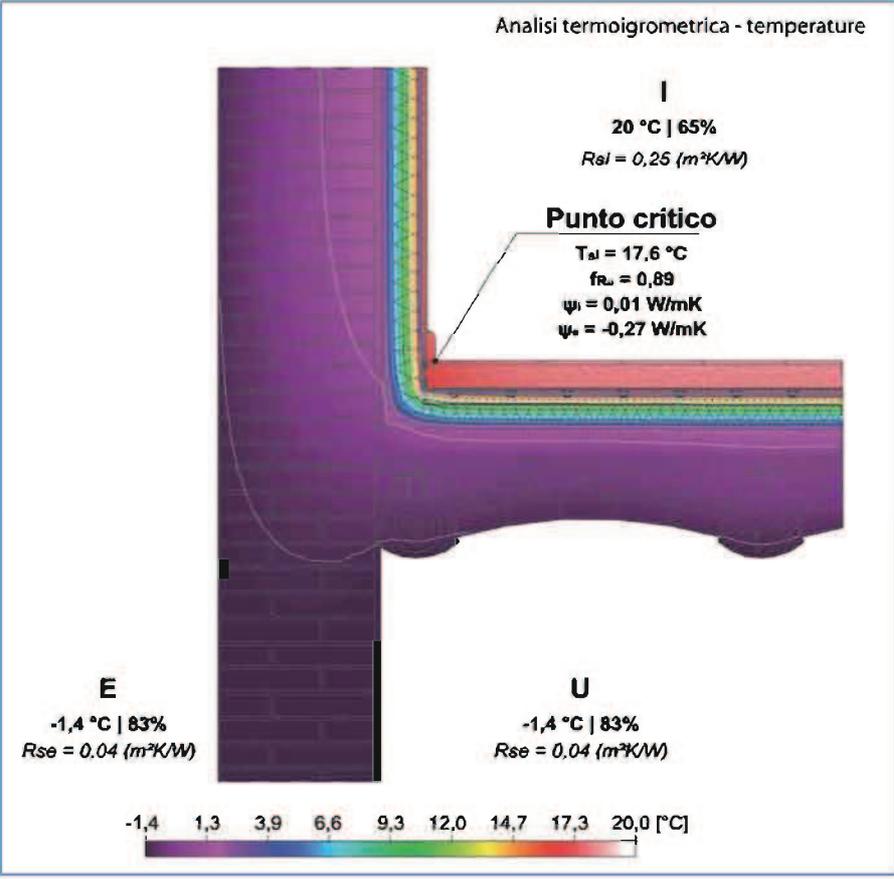
Chiusura verticale (P5i) - Solaio verso spazio non riscaldato (S3i)

Area collinare

4



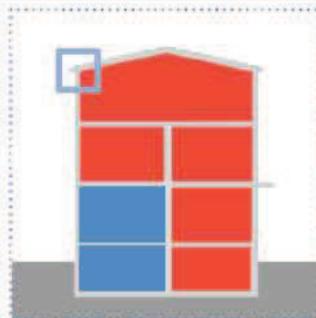
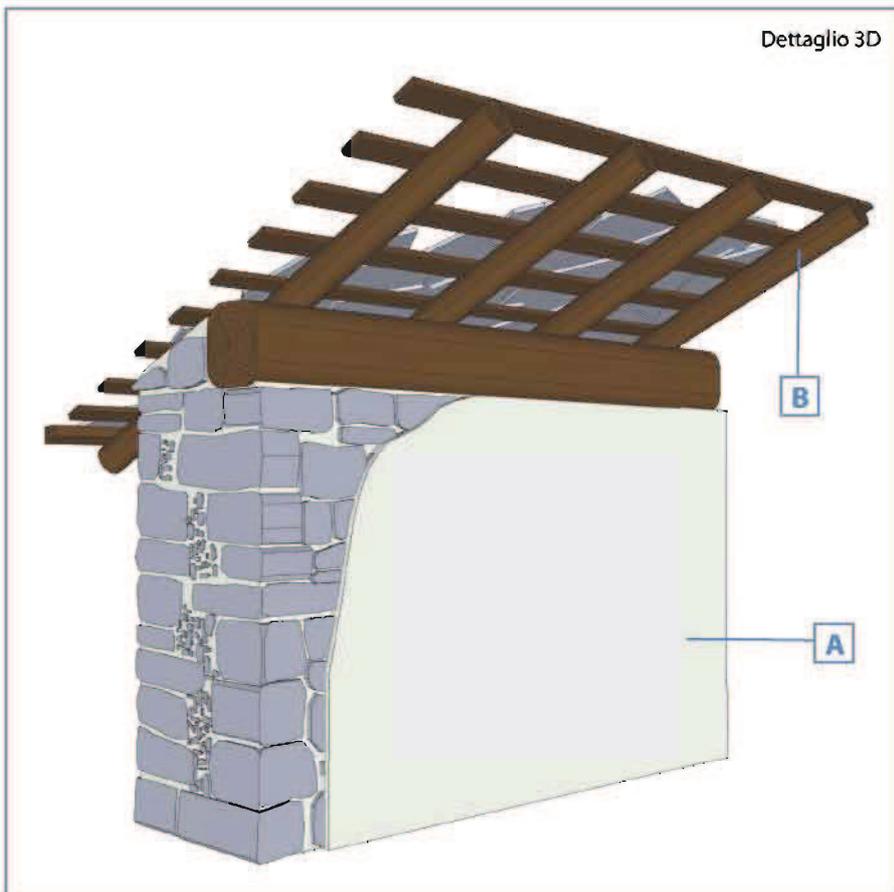
- Legenda**
- Parete in mattoni pieni a vista con isolamento interno (P5i)**
1. Muratura in pietra e malta
 2. Intonaco a base di calce
 3. Collante minerale
 4. Pannello isolante in fibra di legno
 5. Rasatura armata
 6. Finitura superficiale interna
- Solaio interpiano con voltine di mattoni pieni in foglio con isolamento dall'interno (S3i)**
- 1a. Piastrelle
 - 2a. Massetto sabbia-cemento
 - 3a. Strato di separazione
 - 4a. Sistema radiante
 - 5a. Strato di separazione
 - 6a. Pannello isolante in polistirene estruso XPS
 - 7a. Massetto alleggerito
 - 8a. Getto di consolidamento in cls armato
 - 9a. Materiale lapideo e terra
 - 10a. Mattone pieno in laterizio



- Note**
- A. La temperatura superficiale nell'angolo è superiore alla temperatura limite per la formazione di condensa superficiale.
 - B. Il nodo non presenta criticità per la crescita di muffa.
 - C. L'andamento delle isoterme nelle stratigrafie di parete e di solaio sono calcolate alla distanza di 1 m dal nodo, in corrispondenza di un tratto indisturbato dell'elemento costruttivo.

Descrizione del nodo

Il nodo costruttivo preso in esame costituisce l'intersezione tra una parete in pietra e malta a vista (P2) e una copertura con orditura in legno e manto in lose (C1). La copertura presenta un assito discontinuo ed irregolare che sostiene il manto in lose di pietra; la trave dormiente è costituita da un tronco in legno alloggiato sulla muratura in pietra.



Legenda

- A. Chiusura verticale opaca**
Parete in pietra e malta a vista (P2)
- B. Copertura**
Copertura con travatura in legno e manto in lose (C1)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P2)		COPERTURA (C1)		NODO (P2 - C1)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	1,86 ⁽¹⁾	0,33 ⁽²⁾	6,77 ⁽¹⁾⁽³⁾	0,29 ⁽²⁾	- ⁽⁴⁾	- ⁽⁴⁾
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					- ⁽⁴⁾	- ⁽⁴⁾
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie lim} [W/m²K]	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie lim} [W/m²K]		
	0,049	0,12 ⁽⁵⁾	6,549 ⁽³⁾	0,20 ⁽⁵⁾		
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]
	15,0	13,2	6,0 ⁽³⁾⁽⁶⁾	13,2	- ⁽⁴⁾	- ⁽⁴⁾
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁷⁾		conforme ⁽⁷⁾			

- ⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
- ⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica F.
- ⁽³⁾ Nel calcolo termico si ipotizza la continuità del manto di copertura.
- ⁽⁴⁾ Non è possibile effettuare una simulazione agli elementi finiti in quanto non esiste continuità tra la parete perimetrale e la copertura.
- ⁽⁵⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
- ⁽⁶⁾ Si evidenzia il rischio di formazione di condensa superficiale, date le condizioni di calcolo relative a T_{si}, T_e, UR_e, UR_s.
- ⁽⁷⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

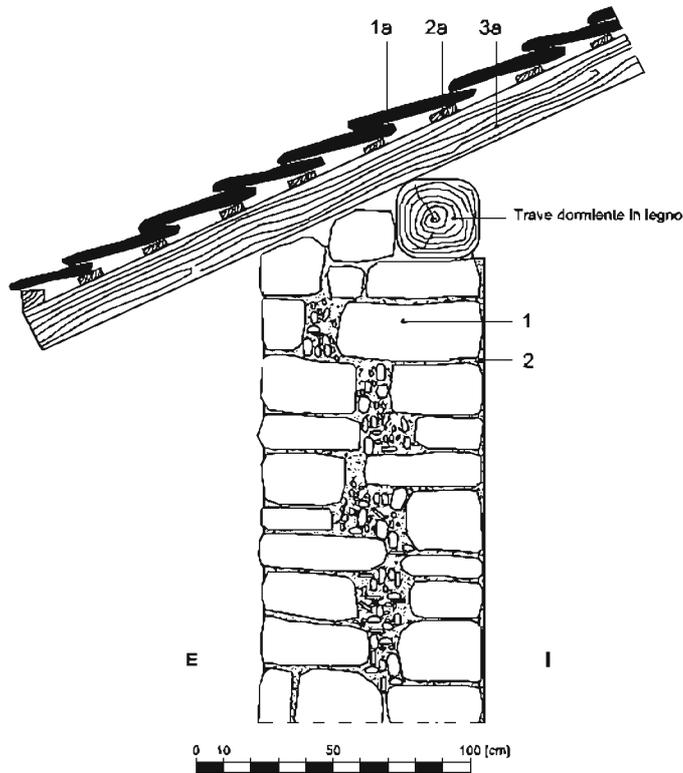
N4

Chiusura verticale (P2) - Copertura (C1)

Area montana

2

Dettaglio del nodo



Legenda

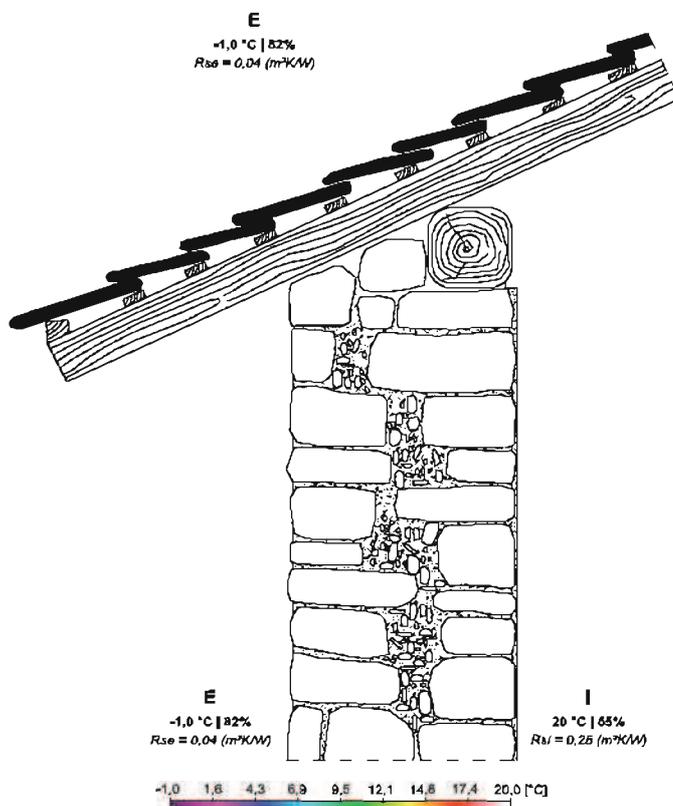
Parete in pietra e malta a vista (P2)

1. Muratura in pietra e malta
2. Intonaco a base di calce

Copertura con travatura in legno e manto in lose (C1)

- 1a. Lose in pietra
- 2a. Listellatura porta lose
- 3a. Puntone

Analisi termoigrometrica - temperature



Note

A. Non è possibile eseguire una simulazione agli elementi finiti perché non esiste continuità tra i pacchetti di parete perimetrale e di copertura.

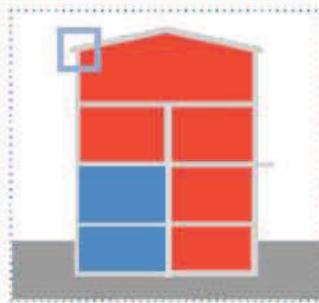
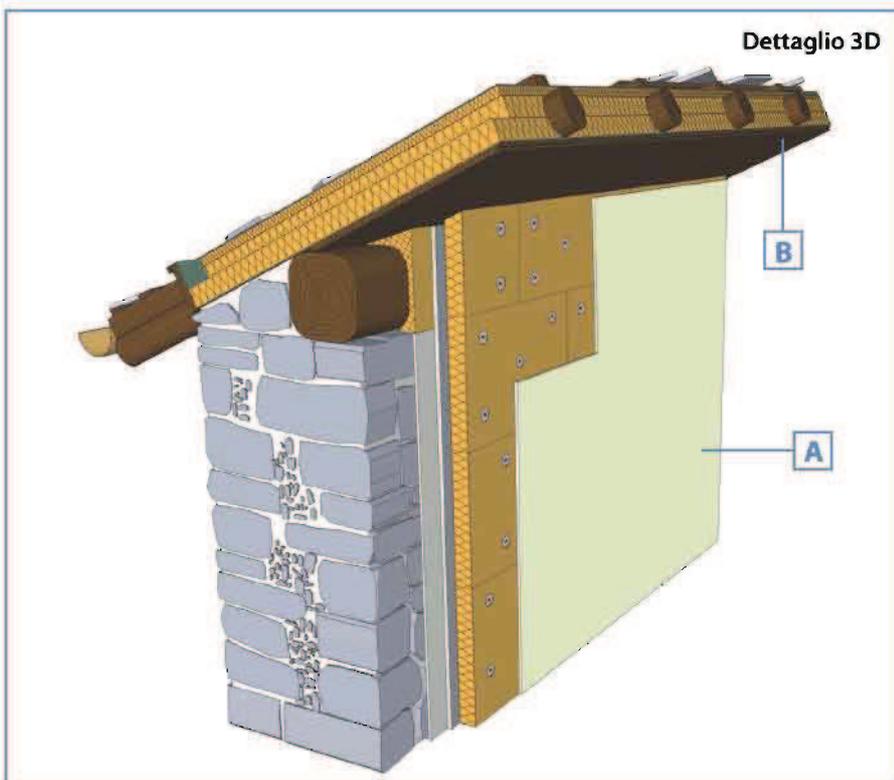
Descrizione dell'intervento

Parete perimetrale: l'intervento di risanamento energetico prevede l'applicazione di materiale isolante sulla faccia interna della muratura, con la conservazione della pietra a vista all'esterno.

Copertura: si prevede l'applicazione di un isolamento tra i puntoni in legno e la realizzazione di un'intercapedine al di sotto del tavolato porta manto per garantire la ventilazione della copertura. Si inserisce una grondaia per il corretto smaltimento delle acque piovane. In corrispondenza dello sporto di gronda si ripropone la soluzione esistente nello stato di fatto con la listellatura discontinua porta manto con le lose in pietra a vista dal basso.

Gli spazi vuoti tra la trave dormiente e l'isolante applicato sulla parete sono riempiti con materiale isolante naturale sfuso.

L'intervento di ottimizzazione energetica deve garantire la perfetta tenuta all'aria del nodo costruttivo e la continuità tra gli strati isolanti verticali e della copertura al fine di ottenere una sufficiente attenuazione del ponte termico.



Legenda

A. Chiusura verticale opaca
Parete in pietra e malta a vista con isolamento dall'interno (P2i)

B. Copertura
Copertura con travatura in legno e manto in lose con isolamento tra i puntoni (C1i)

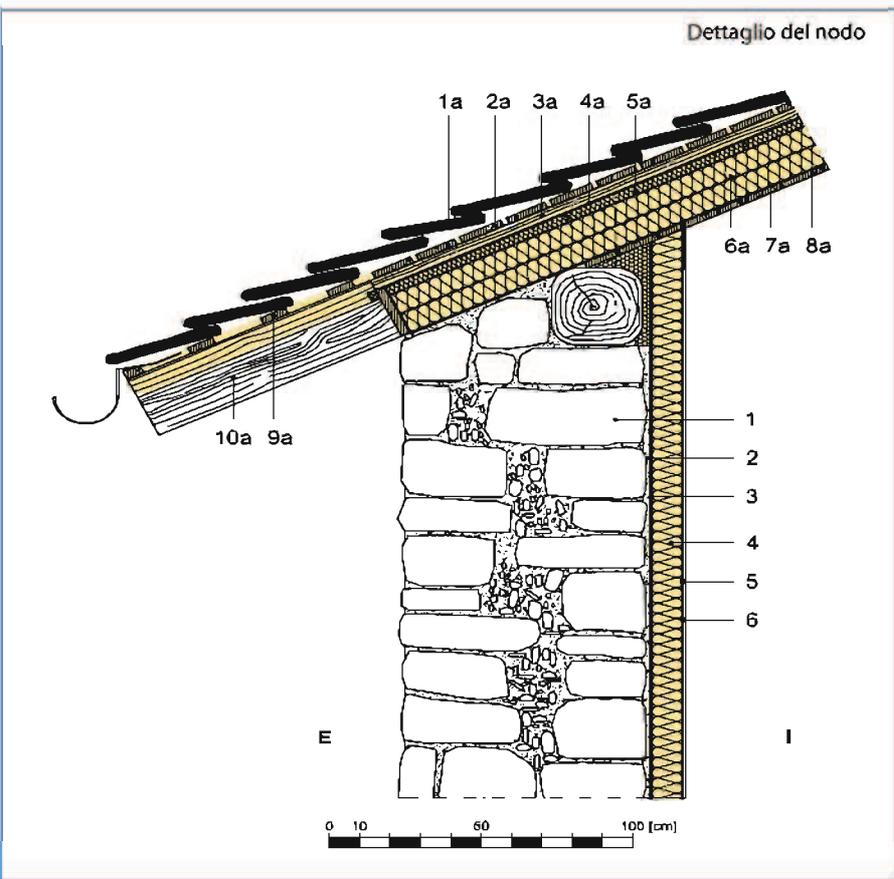
	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P2i)		COPERTURA (C1i)		NODO (P2i - C1i)	
	U [W/m ² K]	U _{lim} [W/m ² K]	U [W/m ² K]	U _{lim} [W/m ² K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m ² K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	0,33 ⁽¹⁾	0,33 ⁽²⁾	0,26 ⁽¹⁾	0,29 ⁽²⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					-0,12	-0,29
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m ² K]	Y _{ie lim} [W/m ² K]	Y _{ie} [W/m ² K]	Y _{ie lim} [W/m ² K]		
	0,003	0,12 ⁽³⁾	0,088	0,20 ⁽³⁾		
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]
	19,1	13,2	19,4	13,2	18,3	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁴⁾		conforme ⁽⁵⁾			

⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica F.
⁽³⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁴⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN 15026.
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

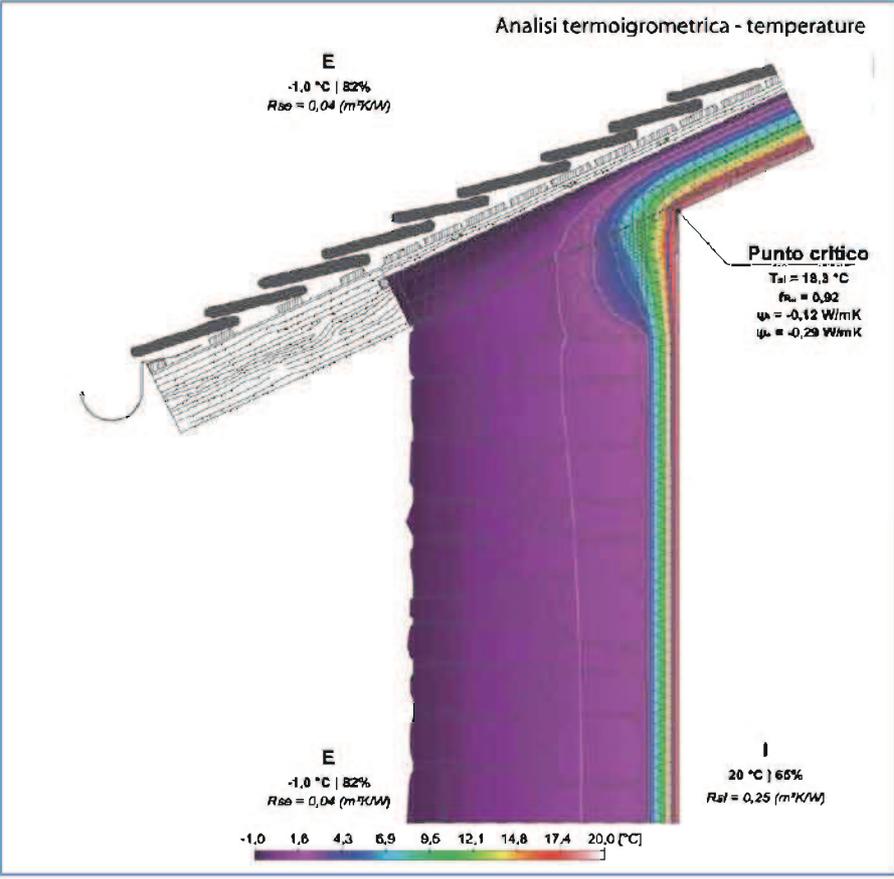
N4

Chiusura verticale (P2i) - Copertura (C1i)

Area montana



- Legenda**
- Parete in pietra e malta a vista con isolamento dall'interno (P2i)**
1. Muratura in pietra e malta
 2. Intonaco a base di calce
 3. Collante minerale
 4. Pannello isolante in fibra di legno
 5. Rasatura armata
 6. Finitura superficiale interna
- Copertura con travatura in legno e manto in lose con isolamento tra i puntoni (C1i)**
- 1a. Manto di copertura in lose
 - 2a. Tavolato discontinuo porta lose
 - 3a. Intercapedine di aria ventilata
 - 4a. Telo sottomanto impermeabile e traspirante
 - 5a. Pannello in fibra di legno standard
 - 6a. Puntoni/ materassino in fibra di legno flessibile
 - 7a. Freno al vapore a diffusione igrovariabile
 - 8a. Assito maschiato
 - 9a. Listellatura porta lose
 - 10a. Puntone esistente



- Note**
- A. Il nodo costruttivo tra parete perimetrale in pietra e copertura con orditura in legno e manto in lose non presenta criticità per la formazione di condensa superficiale e la crescita di muffa.
 - B. L'andamento delle isoterme nelle stratigrafie di parete e di copertura sono calcolate alla distanza di 1 m dal nodo, in corrispondenza di un tratto indisturbato dell'elemento costruttivo.

ANALISI RISANAMENTO ENERGETICO

N5

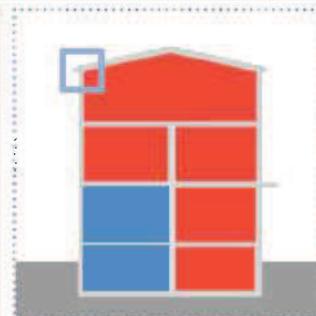
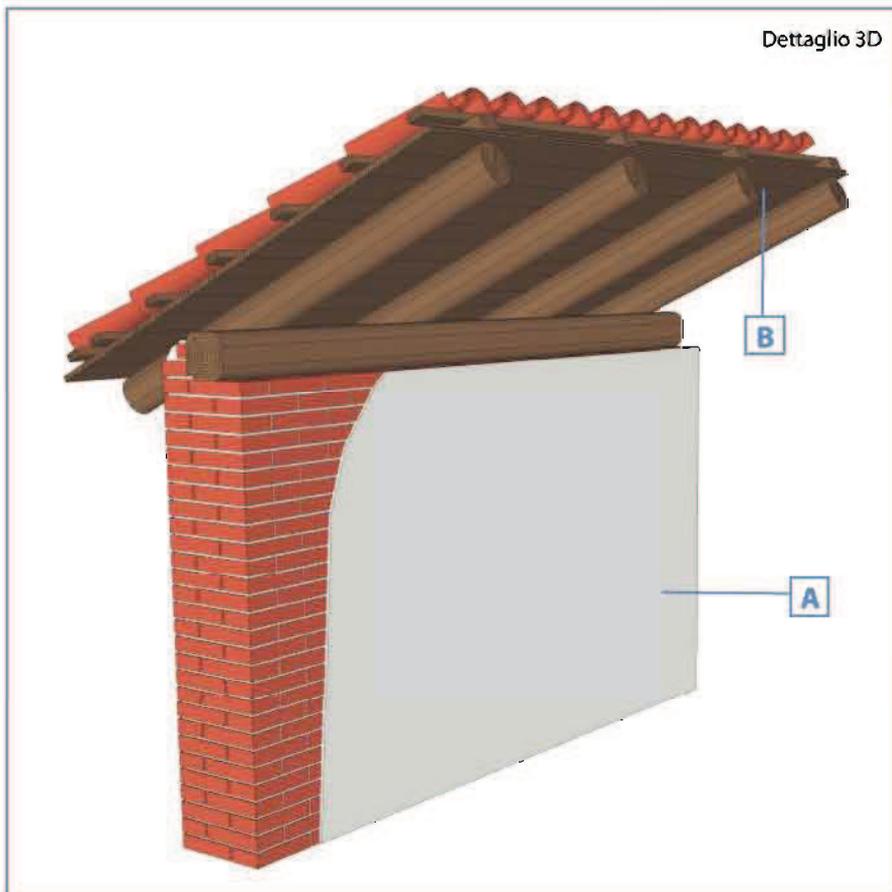
Chiusura verticale (P5) - Copertura (C2)

Area collinare

1

Descrizione del nodo

Il nodo costruttivo preso in esame costituisce l'intersezione tra una parete in mattoni pieni a vista (P5) e una copertura con orditura in legno e manto in tegole (C2). La copertura presenta un assito in legno che sostiene la listellatura di supporto per la posa del manto in tegole di laterizio; la trave dormiente è costituita da un tronco in legno alloggiato sulla muratura in mattoni.



Legenda

- A. Chiusura verticale opaca**
Parete in mattoni pieni a vista (P5)
- B. Copertura**
Copertura con travatura in legno e manto in tegole (C2)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P2)		COPERTURA (C1)		NODO (P2 - C1)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	1,46 ⁽¹⁾	0,34 ⁽²⁾	3,23 ⁽¹⁾	0,30 ⁽²⁾	- ⁽³⁾	- ⁽³⁾
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					- ⁽³⁾	- ⁽³⁾
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie lim} [W/m²K]	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie lim} [W/m²K]		
	0,224	0,12 ⁽⁴⁾	3,223	0,20 ⁽⁴⁾		
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]
	15,9	13,2	13,2	13,2	- ⁽³⁾	- ⁽³⁾
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁵⁾		conforme ⁽⁵⁾			

- ⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
- ⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica E.
- ⁽³⁾ Non è possibile effettuare una simulazione agli elementi finiti in quanto non esiste continuità tra la parete perimetrale e la copertura.
- ⁽⁴⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
- ⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

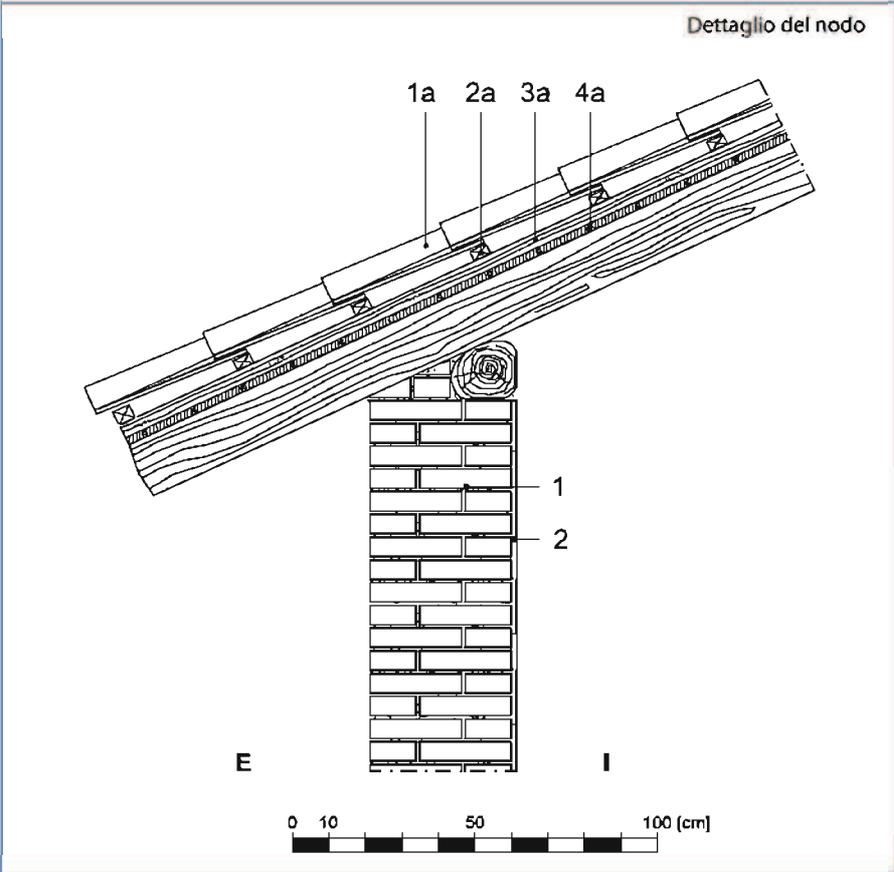
ANALISI STATO DI FATTO

N5

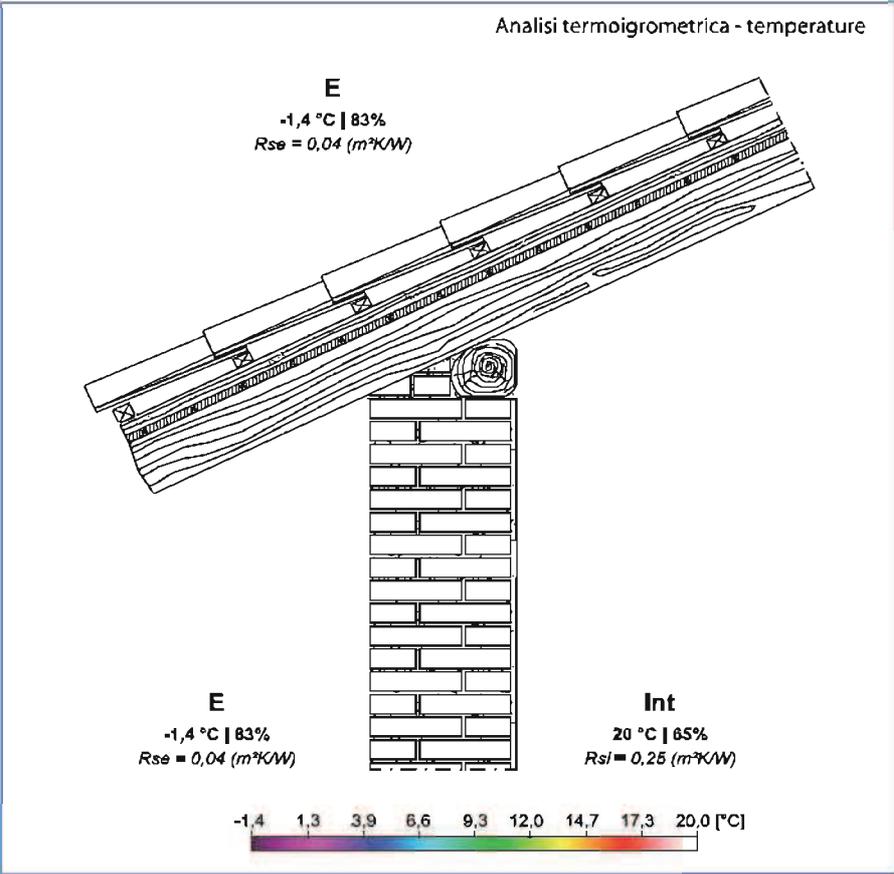
Chiusura verticale (P5) - Copertura (C2)

Area collinare

2



- Legenda**
- Parete in mattoni pieni a vista (P5)**
1. Muratura in mattoni pieni
 2. Intonaco a base di calce
- Copertura con travatura in legno e manto in tegole (C2)**
- 1a. Tegole
 - 2a. Listelli per supporto tegole
 - 3a. Listelli per ventilazione
 - 4a. Assito in legno



Note

A. Non è possibile eseguire una simulazione agli elementi finiti perché non esiste continuità tra i pacchetti di parete perimetrale e di copertura.

ANALISI STATO DI FATTO

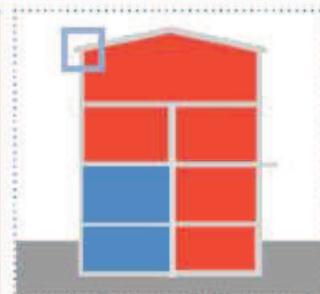
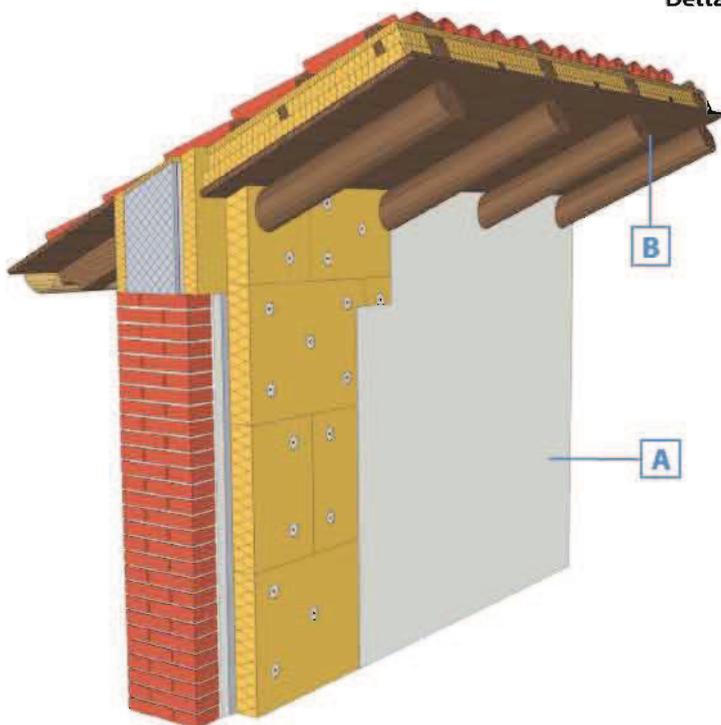
Descrizione dell'intervento

Parete perimetrale: l'intervento di risanamento energetico prevede l'applicazione di materiale isolante sulla faccia interna della muratura, con la conservazione dei mattoni a vista all'esterno.

Copertura: si prevede l'applicazione di un isolamento all'estradosso dei puntoni in legno. L'intervento prevede il taglio dei puntoni originari e la realizzazione di un cordolo in calcestruzzo armato. Le teste dei puntoni originari sono protette da un isolante in lana di legno mineralizzata, che garantisce la durabilità dell'elemento ligneo. In corrispondenza dello sporto di gronda si ripropone la soluzione esistente nello stato di fatto con l'inserimento dei passafuori e dell'assito su cui sono posizionati i listelli per la ventilazione ed il supporto delle tegole in laterizio. Si inserisce una grondaia per il corretto smaltimento delle acque piovane.

L'intervento di ottimizzazione energetica deve garantire la perfetta tenuta all'aria del nodo costruttivo e la continuità tra gli strati isolanti verticali e della copertura al fine di ottenere una sufficiente attenuazione del ponte termico.

Dettaglio 3D



Legenda

A. Chiusura verticale opaca
Parete in mattoni pieni a vista con isolamento dall'interno (P5i)

B. Copertura
Copertura con travatura in legno e manto in tegole con isolamento all'estradosso (C2e)

	PARETE PERIMETRALE VERTICALE (P5i)		COPERTURA (C2e)		NODO (P5i - C2e)	
	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	U [W/m²K]	U _{lim} [W/m²K]	Ψ _i [W/mK]	Ψ _e [W/m²K]
TRASMITTANZA TERMICA (UNI EN ISO 6946)	0,31 ⁽¹⁾	0,34 ⁽²⁾	0,29 ⁽¹⁾	0,30 ⁽²⁾		
TRASMITTANZA TERMICA LINEICA (UNI EN ISO 14683)					-0,04	-0,16
TRASMITTANZA TERMICA PERIODICA (UNI EN ISO 13786)	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie lim} [W/m²K]	Y _{ie} [W/m²K]	Y _{ie lim} [W/m²K]		
	0,003	0,12 ⁽³⁾	0,20	0,20 ⁽³⁾		
TEMPERATURA SUPERFICIALE INTERNA (UNI EN ISO 13788)	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]	T _{si} [°C]	T _{si min} [°C]
	19,1	13,2	19,4	13,2	17,4	13,2
CONDENSA INTERSTIZIALE (UNI EN ISO 13788 UNI EN 15026)	esito verifica		esito verifica			
	conforme ⁽⁴⁾		conforme ⁽⁵⁾			

⁽¹⁾ Il calcolo della trasmittanza è eseguito secondo la norma tecnica UNI EN ISO 6946.
⁽²⁾ I valori limite fanno riferimento ai dati riportati nel D.P.R. 59/09 per la zona climatica E.
⁽³⁾ La verifica non è obbligatoria per la zona climatica F e per le località in cui il valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione è minore di 290 W/m².
⁽⁴⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN 15026.
⁽⁵⁾ La verifica è eseguita secondo il metodo di calcolo riportato nella norma tecnica UNI EN ISO 13788.

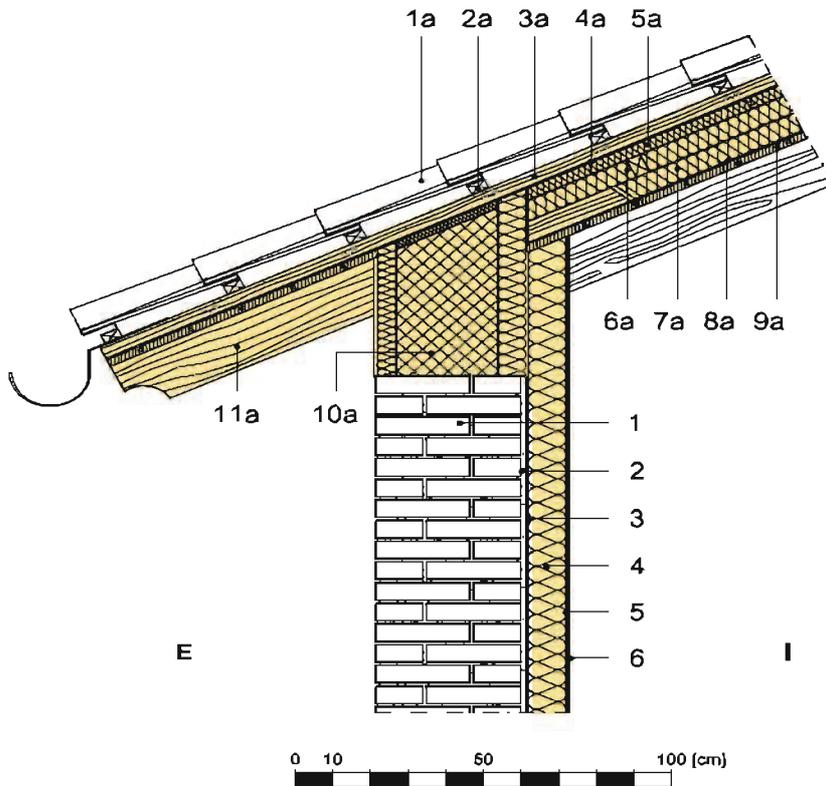
N5

Chiusura verticale (P5i) - Copertura (C2e)

Area collinare

4

Dettaglio del nodo



Legenda

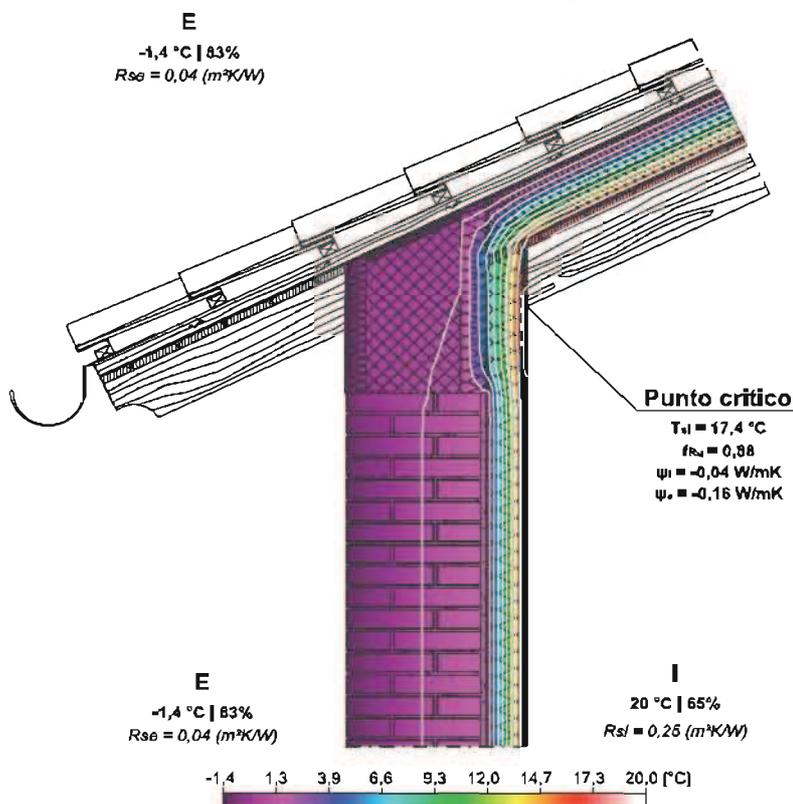
Parete in mattoni pieni a vista con isolamento dall'interno (P5i)

1. Muratura in mattoni pieni
2. Intonaco a base di calce
3. Collante minerale
4. Pannello isolante in fibra di legno
5. Rasatura armata
6. Finitura superficiale interna

Copertura con travatura in legno e manto in tegole con isolamento all'estradosso (C2e)

- 1a. Tegole
- 2a. Listelli supporto tegole
- 3a. Listelli per ventilazione
- 4a. Telo sottomanto impermeabile e traspirante
- 5a. Pannello in fibra di legno standard
- 6a. Listelli/ materassino in fibra di legno flessibile
- 7a. Listelli/ materassino in fibra di legno flessibile
- 8a. Freno al vapore a diffusione igrovariabile
- 9a. Assito maschiato
- 10a. Cordolo in cls armato
- 11a. Passafuori

Analisi termoigrometrica - temperature



Note

- A. Il nodo costruttivo tra parete perimetrale in mattoni pieni e copertura con orditura in legno e manto in tegole non presenta criticità per la formazione di condensa superficiale e la crescita di muffa.
- B. L'andamento delle isoterme nelle stratigrafie di parete e di copertura sono calcolate alla distanza di 1 m dal nodo, in corrispondenza di un tratto indisturbato dell'elemento costruttivo.





OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Osservazioni conclusive

Il patrimonio agricolo e le risorse legate all'agricoltura, settore primario dell'economia italiana fino agli anni '60, sono stati negli ultimi decenni trascurati e la conseguenza di tale fatto risulta essere un alto numero di terreni incolti, spesso a rischio di speculazioni. Questa realtà incide pesantemente sull'equilibrio un tempo esistente tra paesaggio naturale e paesaggio antropizzato basato sull'ecosistema della casa rurale che ha mantenuto la sua validità funzionale fino al secondo dopoguerra, periodo in cui la riduzione degli occupanti nel settore agricolo ha reso inutilizzati la maggior parte degli insediamenti rurali.

Consapevoli della unicità delle connotazioni paesistiche delle aree rurali del territorio italiano, per caratteristiche geomorfologiche, naturalistiche e storico-culturali e del fatto che l'assenza di interventi porterebbe in molti casi alla perdita di una testimonianza e al degrado della cultura radicata nei nostri luoghi, occorre focalizzare le problematiche presenti e individuare le iniziative più opportune da adottare per preservare il rilevante patrimonio naturale e culturale esistente, che rischia di essere snaturato in assenza di chiari indizi di tutela.

Si verifica oggi la necessità di una rivalutazione e di una rinascita delle aree rurali, determinata dalla qualità paesaggistica che esse rivestono nel contesto nazionale, grazie all'armonia tra la natura ed i fabbricati fatta di equilibrati rapporti dimensionali e percettivi. Ciò può essere realizzato tramite la riqualificazione delle antiche dimore contadine, la valorizzazione di territori spesso abbandonati e progetti tesi ad una attenta cura del paesaggio.

Il presente lavoro di ricerca nasce dall'osservazione della cultura costruttiva tradizionale ed evidenzia l'attualità delle soluzioni tecniche che essa ancora conserva: nell'edificio agricolo tradizionale è facilmente riconoscibile un modello estremamente valido in termini di impatto ambientale, di prestazioni e di costi.

Le finalità del recupero e riuso degli edifici rurali sono così inquadrare nella problematica molto più ampia della tutela e della valorizzazione del paesaggio nel suo complesso e qualsiasi intervento sugli organismi edilizi è pensato nel più totale rispetto delle tecnologie originarie, corrispondenti alle regole del buon costruire.

L'obiettivo prioritario è pertanto la salvaguardia del territorio e degli edifici tradizionali in esso inseriti: si deve tendere alla conservazione ed all'adeguamento dell'esistente con interventi attenti al recupero del manufatto edilizio agricolo quale risorsa economica e patrimonio ambientale irrinunciabile.

Le linee guida del lavoro svolto hanno determinato le modalità di intervento per il restauro, il recupero e la rifunzionalizzazione degli edifici agricoli esistenti, riconoscendone i valori e le caratteristiche tipologiche tradizionali caratterizzanti e prevedendone un corretto reinserimento nel paesaggio agrario e urbano, nell'ottica dell'affermazione di una maggiore coscienza ambientale.

Tutto ciò necessita l'ausilio di uno strumento tecnico pensato per incoraggiare

i processi di sviluppo della realtà agricola e la trasformazione funzionale del patrimonio edilizio rurale, della realtà contadina e del paesaggio agreste nel rispetto delle regole tipologiche fondamentali che hanno caratterizzato da sempre l'edilizia vernacolare.

Il presente lavoro di ricerca fornisce indicazioni di carattere metodologico, per affrontare in modo corretto il recupero dell'edilizia tradizionale del territorio piemontese. Esso costituisce uno strumento operativo di facile consultazione per supportare la progettazione e la realizzazione di interventi di consolidamento e risanamento energetico di edifici tradizionali. Si propone come guida per gli interventi edilizi sugli edifici esistenti, concepita allo scopo di contribuire ad un recupero coerente del vasto patrimonio rurale in armonia sia con i caratteri architettonici degli edifici sia con l'ambiente circostante.

Le indicazioni tecniche sono limitate e le linee guida proposte si prestano a future integrazioni ed approfondimenti. Il lavoro di ricerca, non potendo essere inteso come uno studio completo ed esaustivo, deve essere considerato una base di partenza per successivi studi specifici.

Il percorso metodologico e le linee guida possono essere considerate come uno strumento conoscitivo e metodologico di supporto sia alle Amministrazioni Pubbliche e ai loro settori tecnici, sia ai professionisti ed ai committenti nelle scelte che interessano il recupero dei manufatti rurali tradizionali, in un'ottica di rispetto e compatibilità con le preesistenze e con il contesto territoriale.

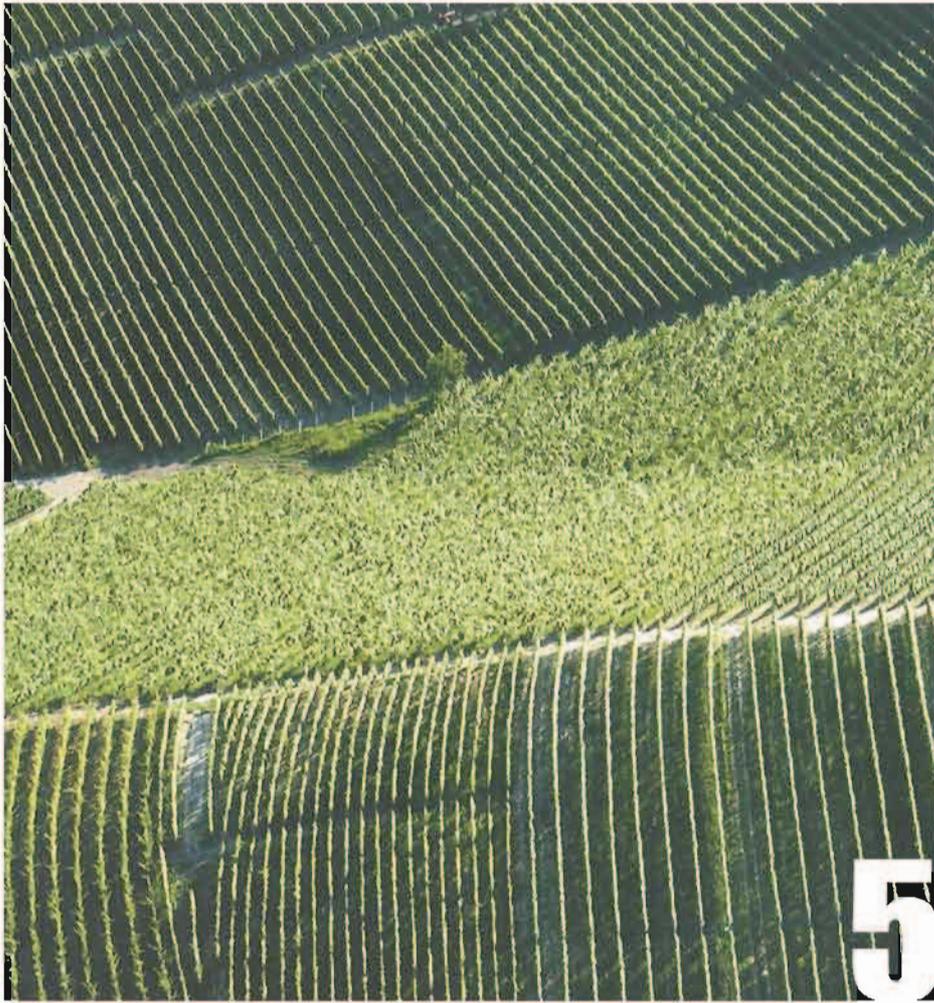
L'approccio adottato può essere esteso ad altri esempi presenti nell'edilizia rurale esistente ed ad altri contesti climatici, adeguando opportunamente le condizioni al contorno.

Data la rapidità che caratterizza l'evoluzione tecnologica e normativa, sarebbe interessante organizzare i contenuti elaborati in una base dati consultabile in rete al fine di poterne consentire l'integrazione in modo dinamico. Ciò può permettere di aumentare le casistiche analizzate ed approfondire lo studio delle soluzioni proposte fornendo una raccolta di riferimento, implementabile nel prossimo futuro.

La guida potrebbe così diventare uno strumento di sensibilizzazione culturale per imprenditori e cittadini che riconoscano l'esigenza di tutela del paesaggio come salvaguardia dell'identità di un ecosistema, permettendo al patrimonio edilizio tradizionale di emergere con un nuovo ruolo attraverso un continuo dialogo tra la necessità di conservazione e l'opportunità di innovazione.

Dal lavoro svolto è riconfermata la consapevolezza che la riconciliazione dell'uomo con il suo ambiente può avvenire con una presa di coscienza della ricchezza straordinaria del territorio e delle sue grandi potenzialità e può far emergere il forte rapporto con il paesaggio orientato ad affermare una vera rinascita del mondo rurale.





BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

BIBLIOGRAFIA

Agricoltura

PUBBLICAZIONI

- Bertocco, M.
2010. *Agricoltura di precisione*. Verona: L'Informatore Agrario
- Bertocco, M., L. Sartori, e B. Basso.
2010. *Agricoltura di precisione. Concetti teorici e applicazioni pratiche*. Verona: L'Informatore Agrario
- Dosso, P., e G. Spezia.
2006. *Viticultura di precisione grande risorsa per il futuro*, in L'Informatore Agrario, n. 24/2006
- Fabbri, P.
1997. *Natura e cultura del paesaggio agrario*. Torino: Città Studi
- Marenghi, M.
2005. *Manuale di viticoltura*. Bologna: Il Sole 24 Ore edagricole
- Pierce, F. J., e P. Nowak.
1999. *Aspects of precision agriculture*, in *Advances in Agronomy*, Academic Press, Volume 67

NORMATIVA REGIONALE (Regione Piemonte)

- Regolamento regionale 29 ottobre 2007, n. 10/R.
Regolamento regionale recante: Disciplina generale dell'utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici e delle acque reflue e programma di azione per le zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61).

Architettura rurale

PUBBLICAZIONI

- Agostini, S.
1999. *Architettura rurale: la via del recupero. Alternative di recupero sull'esistente*. Milano: Francoangeli
- Agostini, S.
2008. *Recupero e riuso degli edifici rurali*. Santarcangelo di Romagna (RN): Maggioli
- Barbieri, G., e L. Gambi (a cura di).
1970. *La casa rurale in Italia*. Firenze: CNR
- Boeri, A.
2001. *Tecnologie per il recupero degli edifici rurali*. San Giorgio di Piano (BO): Minerva
- Castellano, A.
1986. *La casa rurale in Italia*. Milano: Electra
- Ciribini, G.
1986. *Per un metodo nelle ricerche sull'architettura rustica*. Milano: Edizioni Polver

- Conti, G., e P. Tamburini.
1990. *Il recupero dell'edilizia rurale*. Bologna: Grafis
- Di Giulio, R., e T. Zaffagnini.
2010. *Case sparse. Paesaggi agrari tra Ferrara e Bologna: strategie per la valorizzazione e il riuso del patrimonio rurale*. Milano: Francoangeli
- Edallo, A.
1946. *Ruralistica e urbanistica rurale*. Milano. Hoepli
- Guidoni, E.
1980. *L'architettura popolare in Italia*. Bari: Laterza
- La Regina, F.
1980. *Architettura rurale: problemi di storia e conservazione della civiltà edilizia contadina in Italia*. Bologna: Calderini
- Musso, S., e G. Franco.
2000. *Guida alla manutenzione e al recupero dell'edilizia e dei manufatti rurali*. Venezia: Marsilio
- Remacle, C.
1986. *L'architettura rurale*. Quaderno n.3. Roma: Edizioni Lerma di Bretschneider
- Sereni, E.
1961. *Storia del paesaggio agrario italiano*. Bari: Laterza
- Storai De Rocchi, T.
1950. *Guida bibliografica allo studio dell'abitazione rurale in Italia*. Firenze: Centro di Studi per la Geografia Etnologica
- Zaffagnini, M.
1997. *La casa della grande pianura*. Firenze: Alinea

PUBBLICAZIONI

- AA.VV.
2004. *Recupero Edilizio e Prevenzione Sismica*. Roma: DEI s.r.l. Tipografia del Genio Civile
- AA.VV.
2007. *Il manuale del restauro architettonico*. Roma: Mancosu editore
- AA.VV.
2011. *Rilevamento danni negli edifici*. Roma: DEI s.r.l. Tipografia del Genio Civile
- Carbonara, G.
1996. *Trattato del restauro architettonico*. Torino: UTET
- Carbonara, G.
2004. *Atlante del restauro*. Torino: UTET
- Cicchiello, P.
2010. *Diagnostica strutturale – Dalla diagnosi all'intervento secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni*. Santarcangelo di Romagna (RN): Maggioli Editore

Consolidamento
e risanamento
conservativo

Giuffrè, A.
1991. *Lecture sulla Meccanica delle Murature Storiche*. Roma: Edizioni Kappa

Rocchi, P.
2007. *Trattato sul consolidamento*, Roma: Mancosu Editore

RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 9 febbraio 2011.
Valutazione e riduzione del Rischio Sismico del Patrimonio Culturale con riferimento alle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519.
Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.

Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 20 marzo 2003, n. 3274.
Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

NORMATIVA REGIONALE (Regione Piemonte)

Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058.
Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006).

Paesaggio rurale
in Piemonte

PUBBLICAZIONI

Ballone, E.
1979. *Cultura della cascina. Piemonte*. Torino: Franco Angeli / Istituto di Scienze Politiche "Gioele Solari" Università di Torino

Comoli Mandracci, V.
1988. *L'architettura popolare in Italia. Piemonte*. Bari: Laterza

Comune di Cuneo (a cura di).
2004. *Andar per ville e cascine. Le campagne di Cuneo*. Savigliano (CN): L'Artistica

Devecchi, M., e M. Volpiano.
2008. *Il paesaggio astigiano: identità, valori, prospettive*. Asti: Cassa di Risparmio di Asti

Provincia di Asti (a cura di).
2000. *Il recupero degli edifici rurali della Provincia di Asti*. Asti

Raspino, G.
1967. *L'edilizia rurale piemontese*. Torino

Rossi Gribaudo, E.
1989. *Cascine e ville della pianura torinese*. Torino: Piero Gribaudo Editore.

PUBBLICAZIONI**Prestazioni
energetiche**

Aghemo, C., e C. Azzolino.

1996. *Il progetto dell'elemento di involucro opaco: Materiali e tecniche per l'isolamento termico, ponti termici e analisi igrometrica*. Torino: Celid

Agnolotto, L.

1997. *Involucro edilizio e comportamento energetico*. Vicenza: Editore Studioemme

Beinhauer, P.

2009. *Elementi e parti dell'edificio*. Milanofiori Assago (MI): UTET Scienze Tecniche

Benedetti, C. (a cura di).

2011. *Risanare l'esistente. Soluzioni per il comfort e l'efficienza energetica*. Bolzano: Bozen-Bolzano University Press

Cappello, M.

2008. *Efficienza energetica degli edifici*. Palermo: Grafill

Erlacher, P.

2009. *Riqualficazione energetica edifici esistenti*. Cavaion Veronese (VR): Padovani Editrice

Fiorito, F.

2009. *Involucro edilizio e risparmio energetico*. Palermo: Dario Flaccovio Editore

Rinaldi, A. (a cura di).

2010. *Progettazione ed efficienza energetica*, Collana 72 – Ambiente Territorio Edilizia Urbanistica. Santarcangelo di Romagna (RN): Maggioli Editore

Trevisi, A. S., D. Laforgia, e F. Ruggiero.

2007. *Efficienza energetica in edilizia*. Santarcangelo di Romagna (RN): Maggioli Editore

RIFERIMENTI LEGISLATIVI

Decreto Legge 4 giugno 2013, n. 63.

Disposizioni per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia.

Decreto Legislativo 3 marzo 2011, n. 28.

Attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

Direttiva 2010/31/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010.

Direttiva sulla prestazione energetica nell'edilizia.

Decreto Legislativo 29 dicembre 2009, n. 311.

Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto Ministeriale 26 giugno 2009.

Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

Direttiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 aprile 2009.
Direttiva sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE.

Decreto del Presidente della Repubblica 2 aprile 2009, n. 59.
Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia.

Direttiva 2006/32/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 5 aprile 2006.
Direttiva concernente l'efficienza degli usi finali dell'energia e i servizi energetici e recante abrogazione della direttiva 93/76/CEE del Consiglio.

Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152.
Norme in materia ambientale.

Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192.
Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Direttiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002.
Direttiva concernente il rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto del Presidente della Repubblica 26 agosto 1993, n. 412.
Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4, della L. 9 gennaio 1991, n. 10.

Legge 9 gennaio 1991, n. 10.
Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia.

NORMATIVA REGIONALE (Regione Piemonte)

Deliberazione della Giunta Regione Piemonte 14 dicembre 2010, n. 3-1183.
Individuazione delle aree e dei siti non idonei all'installazione di impianti fotovoltaici a terra ai sensi del paragrafo 17.3. delle "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili" di cui al decreto ministeriale del 10 settembre 2010.

Deliberazione della Giunta Regionale 19 luglio 2010, n. 11-330.
Modifiche ai paragrafi 4.3 e 4.4 dell'Allegato alla deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 43-11965 in materia di certificazione energetica degli edifici e s.m.i.

Delibera del Consiglio Provinciale Torino 25 maggio 2010, n. 40-10467.
Linee Guida tecniche e procedurali per la promozione ed incentivazione delle fonti rinnovabili.

Deliberazione della Giunta Regionale 20 ottobre 2009, n. 1-12374.
Modifiche ai paragrafi 3.2, 4.1, 4.4 e 5.1 dell'Allegato alla deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 43-11965 in materia di certificazione energetica degli edifici.

Deliberazione della Giunta Regionale 4 agosto 2009, n. 46-11968.

Aggiornamento del Piano regionale per il risanamento e la tutela della qualità dell'aria – Stralcio di piano per il riscaldamento ambientale e il condizionamento e disposizioni attuative in materia di rendimento energetico nell'edilizia ai sensi dell'articolo 21, comma 1, lettere a), b) e c) della legge regionale 28 maggio 2007, n. 13 “Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia”.

Legge Regionale 28 maggio 2007, n. 13.

Disposizioni in materia di rendimento energetico nell'edilizia.

NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

UNI 10349:1994

Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.

UNI 10350:1999

Componenti edilizi e strutture edilizie. Prestazioni igrotermiche. Stima della temperatura superficiale interna per evitare umidità critica superficiale e valutazione del rischio di condensazione interstiziale.

UNI 10355:1994

Murature e solai. Valori della resistenza termica e metodo di calcolo.

UNI EN 1264-4:2003

Riscaldamento a pavimento – Impianti e componenti – Installazione.

UNI EN 15026:2008

Prestazione termoigrometrica dei componenti e degli elementi di edificio – Valutazione del trasferimento di umidità mediante una simulazione numerica.

UNI EN ISO 6946:2008

Componenti ed elementi per l'edilizia – Resistenza termica e trasmittanza termica – Metodo di calcolo.

UNI EN ISO 7345:1999

Isolamento termico - Grandezze fisiche e definizioni.

UNI EN ISO 10211-1:2008

Ponti termici in edilizia – Flussi termici e temperature superficiali – Metodi generali di calcolo.

UNI EN ISO 10456:2008

Materiali e prodotti per l'edilizia – Proprietà igrometriche – Valori tabulati di progetto e procedimenti per la determinazione dei valori termici dichiarati e di progetto.

UNI EN ISO 13370:2008

Prestazione termica degli edifici – Trasferimento di calore attraverso il terreno – Metodi di calcolo.

UNI EN ISO 13786:2008

Prestazione termica dei componenti per l'edilizia – Caratteristiche termiche dinamiche – Metodi di calcolo.

UNI EN ISO 13788:2004

Prestazione igrometrica dei componenti e degli elementi per l'edilizia – Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e condensazione interstiziale – Metodo di calcolo.

UNI EN ISO 14683:2008

Ponti termici nelle costruzioni edili – Trasmittanza termica lineare – Metodi semplificati e valori di progetto.

UNI/TS 11300-1-2008

Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva e invernale.