

Soluzioni per coperture inclinate isolate all'estradosso

Gamma 2019



4

Comportamento termico

8

Comportamento al fuoco

10

Resistenza meccanica

13

Comportamento acustico

14

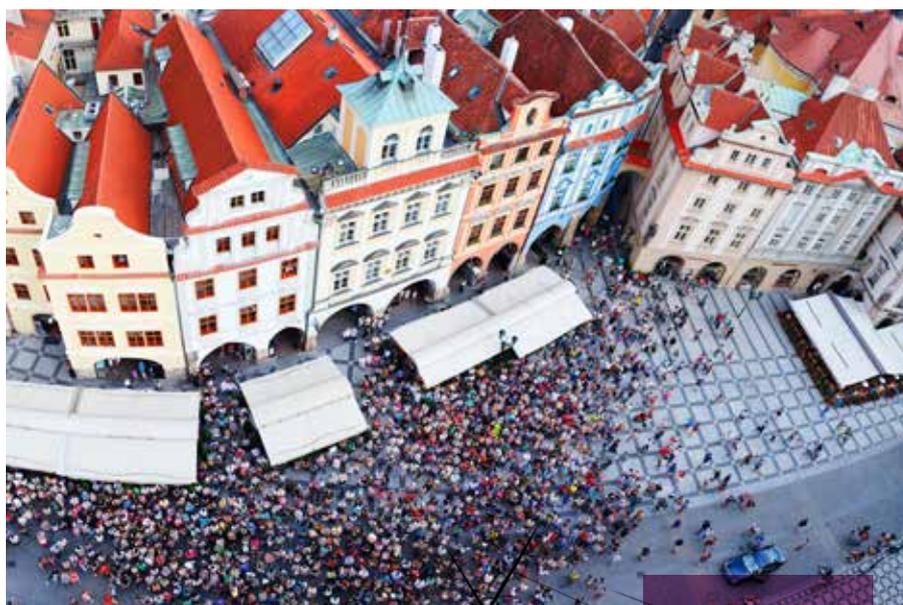
Accorgimenti in fase di progettazione e posa

15

Casi applicativi

22

Schede tecniche



Introduzione

La copertura a falde è una struttura ampiamente utilizzata e racchiude in sé molteplici tipologie di pacchetti e di supporti.

La scelta dell'isolamento di una copertura a falde dipende anche dalla possibilità di sfruttare o meno lo spazio che si va a creare nel sottotetto.

Le dispersioni di calore attraverso la copertura di un edificio rappresentano una parte significativa delle perdite per trasmissione attraverso l'involucro edilizio. L'isolamento delle coperture risulta pertanto fondamentale sia dal punto di vista del risparmio energetico sia del miglioramento del comfort abitativo. Il sistema tecnologico di copertura a falda basa il suo modello di funzionamento sui seguenti aspetti tecnici:

- controllo sull'impermeabilità all'acqua per mezzo dell'elemento di tenuta;
- controllo del flusso di calore attraverso la presenza di uno strato isolante;
- controllo della formazione di condensa interstiziale mediante la ventilazione e/o tramite l'aggiunta di uno strato di controllo alla diffusione del vapore.

Gli aspetti essenziali da considerare nella progettazione e realizzazione di coperture inclinate sono i seguenti:

- comportamento termico
- eventuale resistenza meccanica
- comportamento al fuoco
- comportamento acustico

I prodotti ROCKWOOL permettono di soddisfare i punti sopra elencati e conciliano i bisogni progettuali con quelli degli occupanti; sono quindi adatti per la realizzazione di pacchetti tecnologici in estradosso in abbinamento alle più svariate tipologie di supporti e materiali.

Comportamento termico

Nel sistema di copertura lo strato isolante assume un ruolo fondamentale sia dal punto di vista del risparmio energetico che del miglioramento del comfort abitativo estivo ed invernale.

Le coperture, così come ogni altro elemento di chiusura, sono interessate da un flusso di calore che determina le dispersioni termiche dell'edificio durante il periodo invernale. Questo aspetto può assumere notevole influenza soprattutto nel caso di edifici con un numero limitato di piani o nel caso dell'analisi degli ambienti immediatamente sottostanti la copertura, sia in termini di bilancio energetico, sia delle temperature di comfort.

Il parametro principale per determinare le dispersioni termiche invernali è la trasmittanza termica che rappresenta il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta ad una differenza di temperatura pari ad 1°C . Nella sezione dedicata ai casi applicativi (pag.15) sono riportati i calcoli di trasmittanza termica per alcune soluzioni.

Durante il periodo estivo, invece, risulta di primaria importanza limitare il surriscaldamento dei locali interni, grazie a opportuni strati isolanti. Risulta infatti importante considerare la capacità di un elemento opaco di sfasare ed attenuare il flusso termico che lo attraversa nell'arco di 24 ore (vedi figura sottostante su sfasamento e attenuazione), cioè il valore di trasmittanza termica periodica Y_{ie} .

Nel caso di coperture inclinate ventilate, lo strato di ventilazione migliora il funzionamento dinamico delle stesse ed è particolarmente utilizzato quando si ha la necessità di sottrarre una parte dell'energia termica data dall'irradiazione solare che incide sulla copertura (figure a e b).

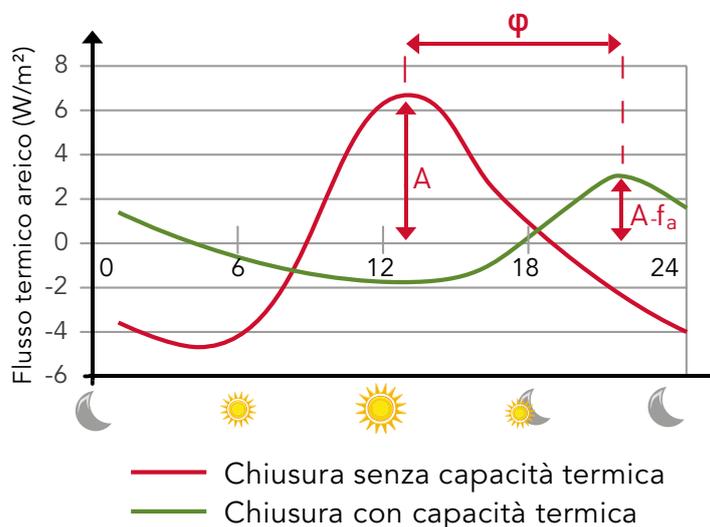
Nel caso di irraggiamento medio/elevato la sola microventilazione generata dal listello portategola non risulta sufficiente per sottrarre l'energia termica che incide sulla copertura, risulta però idonea per lo smaltimento dell'umidità in eccesso

che viene trasferita dagli ambienti riscaldati.

Durante la stagione invernale la ventilazione permette il trasferimento del vapore acqueo proveniente dagli ambienti sottostanti evitando la condensa o il ristagno del vapore stesso in corrispondenza dell'isolante (figure c e d).

Per questi motivi si capisce l'importanza di dimensionare correttamente l'intercapedine in base alle specifiche progettuali che possono variare a seconda delle condizioni climatiche ed atmosferiche.

Va inoltre detto che, quando si parla di intercapedine, si definisce in tal senso l'altezza netta della stessa. Qualsiasi variazione di forma o interruzione, data ad esempio dalla presenza di sottostrutture lignee, metalliche o dall'inserimento di lucernai, serramenti ecc. genera una perdita di carico che riduce l'efficacia dell'intercapedine stessa.



Grazie all'utilizzo dei pannelli ROCKWOOL è possibile ottenere pacchetti ad elevate prestazioni che consentono una sensibile riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione sia invernale sia estiva.

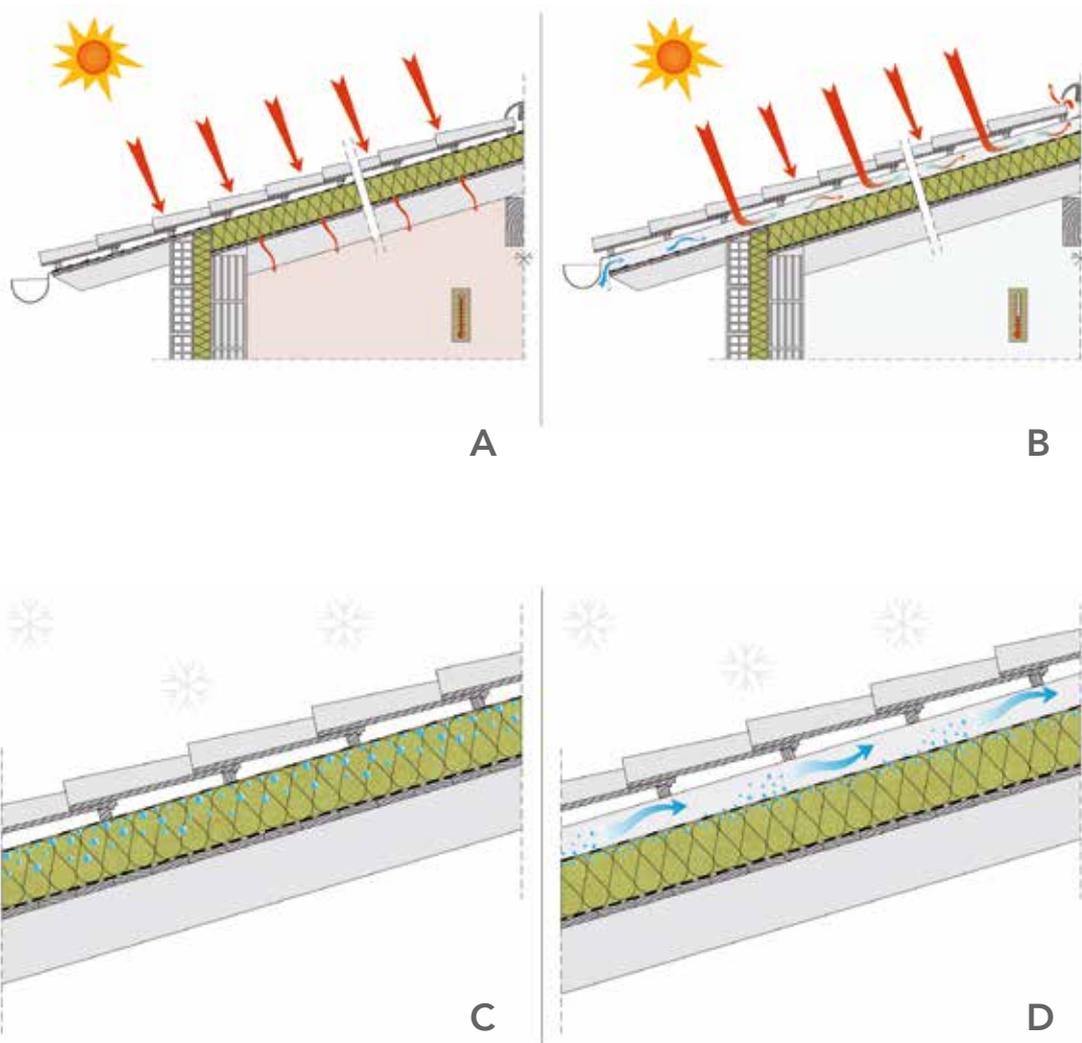
L'utilizzo dei pannelli in lana di roccia, e di strati con funzione di controllo al vapore correttamente dimensionati, permette di ottenere soluzioni

costruttive idonee anche dal punto di vista igrometrico.

Inoltre i pannelli in lana di roccia a doppia densità, grazie alle elevate prestazioni meccaniche, consentono di garantire, all'estradosso delle coperture a falda, la continuità dello strato di isolamento. Questo aspetto risulta particolarmente importante poiché permette di limitare e

correggere l'eventuale presenza di ponti termici e le conseguenti dispersioni di calore.

Il risultato finale è un sistema di copertura caratterizzato da un ottimo comportamento termico che garantisce un elevato livello di comfort interno.



APPROFONDIMENTO

Decreto Ministeriale sul calcolo della prestazione energetica e sui requisiti minimi degli edifici

Il 15 luglio 2015 nella Gazzetta Ufficiale n. 162, sono stati pubblicati tre decreti attuativi che completano l'iter di recepimento nazionale della Direttiva Europea 2010/31/UE (EPBD recast), iniziato due anni prima con il D.L. 63/2013 convertito in legge con la L. 90/13.

I tre decreti, nel loro insieme, danno vita ad una rivoluzione del quadro legislativo nazionale in materia di prestazione e certificazione energetica degli edifici, e rappresentano un pilastro importante per l'attuazione del Decreto legislativo 19 agosto 2005, n.192, e sue successive modificazioni.

I documenti legislativi pubblicati dal Ministero della Sviluppo Economico sono tre:

- Decreto 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.

- Decreto 26 giugno 2015 - Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.

- Decreto 26 giugno 2015 - Adeguamento del Decreto del Ministero dello sviluppo economico, 26 giugno 2009 - Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.

In termini di quadro legislativo, dal punto di vista dell'impatto sulla progettazione edilizia, il Decreto "Requisiti Minimi" ha introdotto i seguenti elementi:

- ridefinizione delle tipologie di intervento edilizio;

- metodologia di calcolo delle prestazioni energetiche globali degli edifici;

- parametri e requisiti per la valutazione delle prestazioni dell'involucro opaco e trasparente;

- definizione di edificio a energia quasi zero (nZEB).

Per aiutare a comprenderne meglio i contenuti e le implicazioni dal punto di vista progettuale, è possibile trovare un ampio approfondimento del Decreto in una pubblicazione, redatta in collaborazione con il prof. Vincenzo Corrado del Politecnico di Torino, scaricabile nella sezione Download e strumenti del sito www.rockwool.it

Parametri dell'edificio di riferimento e trasmittanza termica limite per le coperture

Per quanto riguarda il calcolo delle prestazioni termiche delle strutture di involucro, nelle appendici A e B del D.M. "Requisiti minimi", sono riportate delle tabelle con i valori di trasmittanza termica U di riferimento e trasmittanza termica U massima, da applicare a seconda della categoria di intervento:

1. Nuova costruzione, Demolizione e Ricostruzione
2. Ampliamento superiore al 15% di vol. esistente o di almeno 500 mc
3. Ristrutturazione importante - 1° livello (Impianto + Sup. Involucro > 50%)
4. Ristrutturazione importante - 2° livello (Sup. Involucro > 25%)
5. Riqualificazione energetica (Sup. Involucro ≤ 25%)

Tabella di riferimento per caso 1, 2, 3		U _{riferimento} * [W/m ² K]	
Zona Climatica	Coperture		
	Dal 1° Ottobre 2015	Dal 1° Gennaio 2019/2021**	
A e B	0,38	0,35	
C	0,36	0,33	
D	0,30	0,26	
E	0,25	0,22	
F	0,23	0,20	

Tabella di riferimento per caso 4, 5		U _{max} * [W/m ² K]	
Zona Climatica	Coperture		
	Dal 1° Ottobre 2015	Dal 1° Gennaio 2019/2021**	
A e B	0,34	0,32	
C	0,34	0,32	
D	0,28	0,26	
E	0,26	0,24	
F	0,24	0,22	

D.M. "Requisiti Minimi" 26 giugno 2015 Tabelle 1-2-3, Appendice B

*Trasmittanza termica U massima comprensiva dei ponti termici all'interno delle strutture oggetto di riqualificazione.

**Dal 1° gennaio 2019 per gli edifici pubblici e dal 1° gennaio 2021 per tutti gli altri edifici.

Il D.M. 11 ottobre 2017 aggiorna il D.M. 24 dicembre 2015 e il D.M. 11 gennaio 2017 dedicato ai "Criteri ambientali minimi per l'affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici". Con il nuovo aggiornamento per i casi 1,2 e 3 si prevede l'applicazione, fin d'ora, degli indici previsti dal D.M. 26 giugno 2015 per gli edifici pubblici a partire dal 2019. Per i casi 4 e 5 si indica di rispettare i valori minimi di trasmittanza termica previsti dal D.M. 26 giugno 2015 relativamente all'anno 2019 per gli edifici pubblici.

Per la regione Lombardia i valori previsti al 2019/2021 sono già in vigore dal 1° gennaio 2016.

Si rimanda comunque al testo integrale del D.M. e s.m.i. e alle disposizioni regionali.

Comportamento al fuoco

La progettazione di elementi costruttivi dotati di un buon comportamento in caso di incendio si basa sull'adozione di soluzioni di protezione passiva, caratterizzata da due differenti aspetti: la reazione al fuoco dei materiali e la resistenza al fuoco delle strutture.

La reazione al fuoco dei materiali determina il grado di partecipazione di un materiale al fuoco al quale è soggetto. I criteri adottati dall'Unione Europea sono l'infiammabilità, il potere calorifico, la propagazione di fiamma, l'opacità dei fumi e la formazione di gocce/particelle ardenti.

Per facilitare il confronto del comportamento al fuoco di differenti materiali utilizzati nel settore delle costruzioni, l'Unione Europea ha adottato uno standard denominato "UNI EN 13501-1 - Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi costruttivi. Parte 1: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco". Questo sistema di classificazione europeo identifica sette Euroclassi di reazione al fuoco: A1, A2, B, C, D, E e F.

La classe A1 è propria dei materiali incombustibili, dalla classe A2 alla F rientrano i materiali con un crescente grado di partecipazione all'incendio mentre, i materiali non testati vengono indicati con la dicitura NPD (Nessuna Prestazione Determinata). Dalla classe A2 alla E sono inoltre identificate delle sottoclassi supplementari per la classificazione relativa alla produzione di gocce incendiate e l'emissione di fumi.

Questi due parametri sono entrambi identificati da 3 livelli:

- Produzione di fumo: livelli s1, s2 e s3. Viene classificata l'opacità dei fumi ma non il grado di tossicità degli stessi.
- Produzione di gocce/particelle ardenti: livelli d0, d1 e d2.

La resistenza al fuoco di elementi strutturali indica invece la capacità di un elemento costruttivo di garantire la capacità portante in caso di incendio e il contenimento dei suoi effetti all'interno del compartimento interessato.

La classificazione di un sistema costruttivo, per quanto riguarda la resistenza al fuoco, definisce il tempo in cui essa è in grado di garantire, sotto l'azione del fuoco, le seguenti caratteristiche: capacità portante (R), tenuta (E) e isolamento termico (I). Le prove di resistenza al fuoco per le coperture vengono effettuate in laboratori autorizzati in accordo alla norma UNI EN 1365-2 "Prove di resistenza al fuoco per elementi portanti - Parte 2: Solai e coperture".

EUROCLASSI	A1	A2	B	C	D	E	F
Opacità dei fumi							
Gocce/particelle ardenti							
Classi di opacità dei fumi	s1 Bassa quantità e velocità di emissione		s2 Media quantità e velocità di emissione			s3 Elevata quantità e velocità di emissione	
Classi delle gocce/particelle ardenti	d0 Nessuna produzione nei primi dieci minuti		d1 Nessuna produzione di durata superiore a dieci secondi nei primi dieci minuti			d2 Prodotti non classificati in d0 o d1	

Il comportamento al fuoco delle coperture inclinate

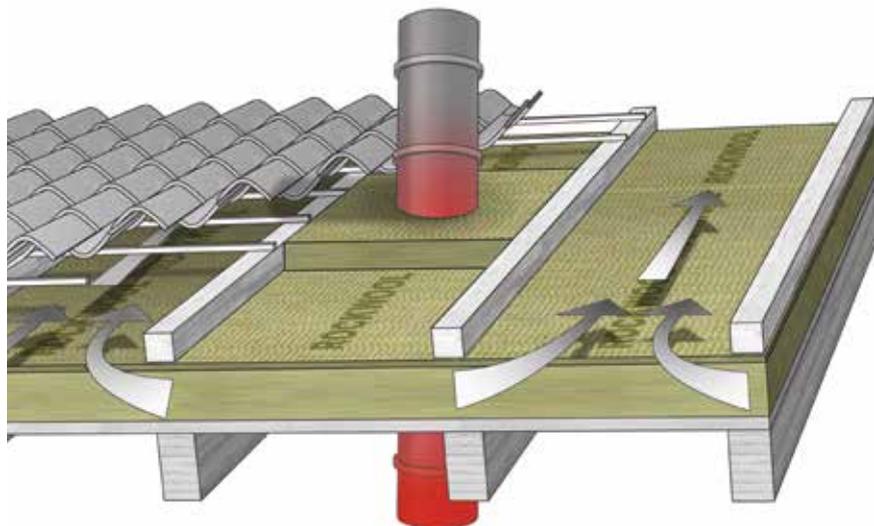
Le coperture degli edifici rappresentano un punto critico e spesso sottovalutato per quanto riguarda la protezione dal fuoco. Un incendio che si sviluppa su una copertura può risultare difficile da controllare a causa della specifica tipologia di edificio e della sua ubicazione. Inoltre, l'altezza e le dimensioni dell'edificio, nonché l'eventuale presenza di impianti, possono complicare maggiormente le operazioni di spegnimento e soccorso.

Particolare attenzione deve essere posta in caso di innesco dell'incendio sulle coperture ventilate, in quanto l'utilizzo di materiali combustibili può facilitare la propagazione del fuoco che, sviluppandosi con estrema facilità e rapidità, può addirittura evolvere in un incendio generalizzato della copertura.

Questo fenomeno è estremamente difficile e oneroso da estinguere per le squadre di soccorso e potenzialmente può causare la totale distruzione della copertura, con conseguente inagibilità del fabbricato.

Da un'indagine dei Vigili del Fuoco risulta che le cause principali di innesco sono legate a:

- mal realizzazione e non appropriata coibentazione della canna fumaria;
- lavori edili in copertura con l'utilizzo di fiamme libere



Da questa analisi emerge come la corretta manutenzione, la posa in opera a regola d'arte della canna fumaria, l'utilizzo di materiali non combustibili (certificati in Euroclasse A1 di reazione al fuoco) possano sensibilmente diminuire il rischio di incorrere in un incendio della copertura.

In particolare l'impiego di pannelli isolanti ROCKWOOL consente di limitare in modo consistente la propagazione del fuoco e, di conseguenza, i danni alla struttura. Inoltre, la drastica riduzione della presenza di fuoco e fumo consente alle squadre di soccorso di operare in condizioni di maggiore sicurezza e visibilità.

Con l'emanazione della "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici" edizione 2012 e successivi chiarimenti, il Ministero dell'Interno fornisce indicazioni, sia di tipo prescrittivo che prestazionale, ritenute adeguate ai fini della sicurezza antincendio che prevede anche un'adeguata valutazione del rischio.

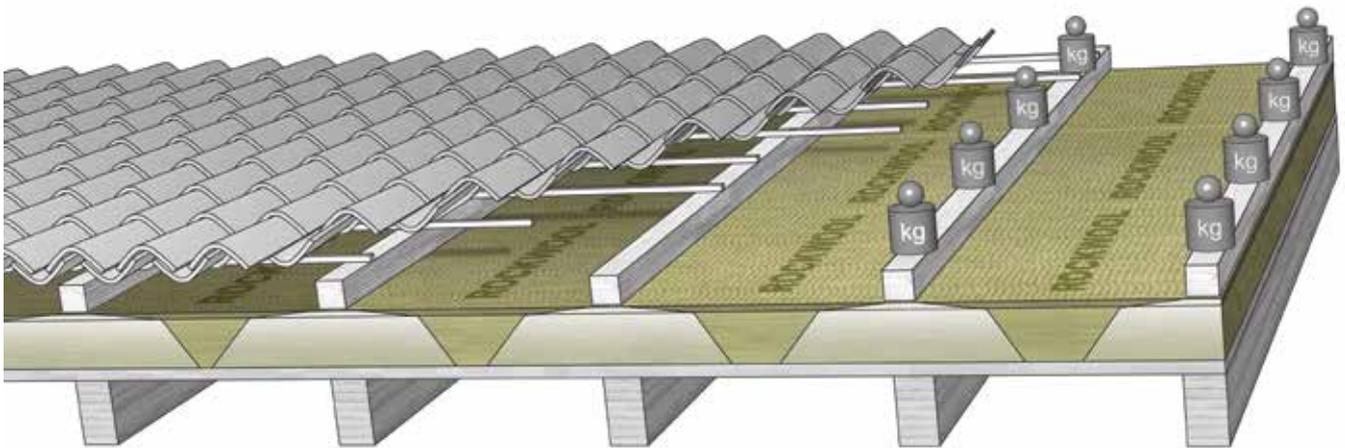
Sicurezza contro gli incendi

La sicurezza antincendio inizia durante la fase di progettazione dell'opera. Il progettista infatti è chiamato a scegliere tra una vasta gamma di prodotti da costruzione con differenti prestazioni di reazione al fuoco e si trova a

progettare sistemi costruttivi con diverse caratteristiche di resistenza al fuoco. Materiali incombustibili e adeguati sistemi costruttivi garantiscono la migliore protezione contro il fuoco per le persone, i beni e l'ambiente.

Resistenza meccanica

Le azioni che gravano sulla copertura sono generalmente costituite da carichi permanenti, dovuti al peso stesso della copertura e/o da componenti integrative installate stabilmente, e da sovraccarichi accidentali quando intervengono eventi esterni quali neve, vento o carichi antropici.



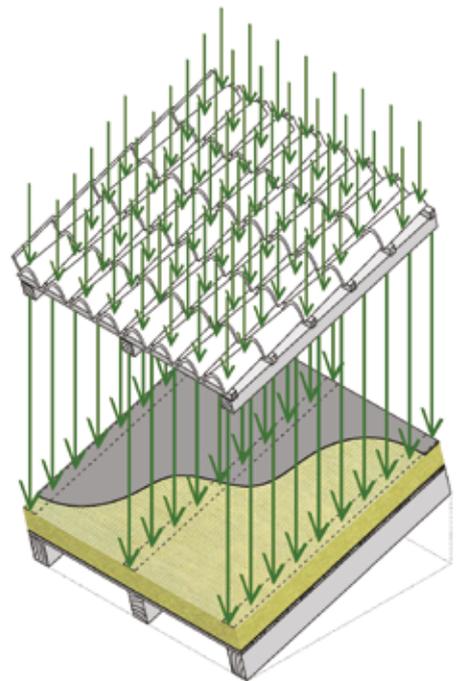
Nella fase progettuale si deve tener conto di entrambe le tipologie di carico cui la copertura sarà sottoposta, in modo da dimensionare correttamente gli elementi.

L'isolamento realizzato mediante pannelli ROCKWOOL a doppia densità, con idonee caratteristiche meccaniche, consente la posa in continuo all'estradosso della copertura permettendo la correzione dei ponti termici ed acustici: i listelli di ventilazione poggiano infatti direttamente sull'isolante, scaricando su di esso il peso degli strati sovrastanti e dei carichi accidentali.

Tali elementi svolgono quindi la funzione di ripartitori dei carichi, distribuendo le sollecitazioni sui pannelli isolanti sottostanti.

La caratteristica che meglio descrive il comportamento del pannello in questa situazione è la resistenza a carico concentrato.

Dal punto di vista meccanico i pannelli isolanti ROCKWOOL a doppia densità risultano caratterizzati principalmente da due proprietà: la resistenza a compressione (carico distribuito) e la resistenza a carico concentrato o puntuale.



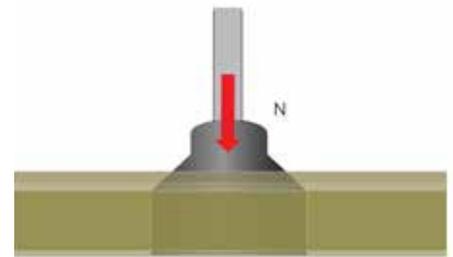
Carichi puntuali

I carichi puntuali (point load) sono definiti come la forza (espressa in N) che produce una deformazione sul pannello isolante pari a 5 mm. La prova viene condotta applicando un carico via via crescente su un'area circolare di carico di superficie pari a 50 cm² (diametro di circa 8 cm), secondo quanto indicato nella normativa UNI EN 12430.

La resistenza a carico concentrato caratterizza i pannelli isolanti per quanto riguarda la capacità di resistere al carico trasmesso attraverso i listelli di supporto all'elemento di tenuta.

I pannelli in lana di roccia ROCKWOOL a doppia densità sono caratterizzati da una crosta superficiale più compatta (e quindi più rigida) che, in presenza di un carico concentrato, migliora il comportamento meccanico del pannello ripartendo il carico su una porzione di superficie più ampia che quindi risulta meno sollecitata.

In caso di pannelli a doppia densità, il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



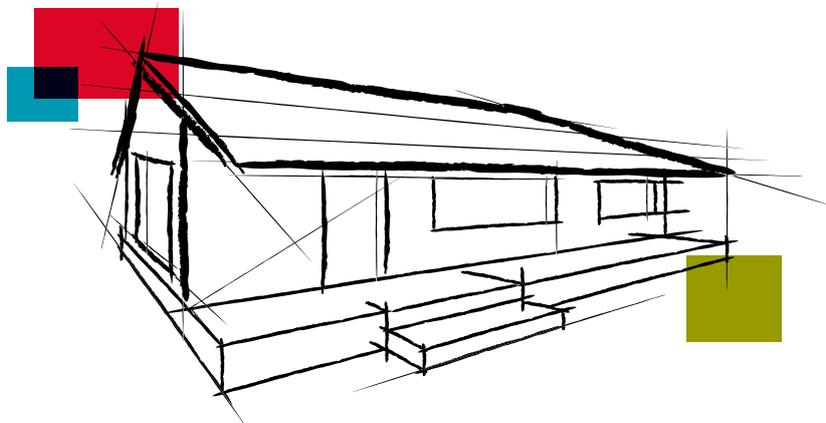
Carico puntuale (F_p)
Norma UNI EN 12430

Carichi distribuiti

La resistenza a compressione di un pannello isolante, rappresentata con σ_{10} o CS(10), è definita come la pressione (espressa in kPa) associata ad una deformazione del 10% del pannello stesso, in accordo alla norma UNI EN 826.



Carico distribuito (σ_{10})
Norma UNI EN 826





Esempi di calcolo

A titolo di esempio, si consideri la seguente configurazione di carico*:

- Permanente non strutturale: 1.0 kN/m^2
- Carico da neve: 1.2 kN/m^2

Ipotizzando listelli di ventilazione posti ad un interasse $i = 0.5 \text{ m}$, si ottiene il seguente carico lineare gravante sull'isolante*:

$$p = (1.0 + 1.2) \times 0.5 = 2.2 \times 0.5 = 1.1 \text{ kN/m} = 11.0 \text{ N/cm}$$

Considerando inoltre una larghezza minima del listello pari a 4 cm , si ottiene la seguente pressione di contatto fra il listello e il pannello isolante:

$$\sigma = 11.0/4 = 2.75 \text{ N/cm}^2$$

La resistenza nei confronti di carichi concentrati dei pannelli isolanti ROCKWOOL può essere ottenuta, a partire da quanto indicato nella normativa UNI EN 12340, dividendo il valore dichiarato del pannello per l'impronta di carico impiegata nelle prove, pari a 50 cm^2 (superficie circolare caratterizzata da un diametro di circa 8 cm).

In particolare, i prodotti ROCKWOOL indicati per l'applicazione, risultano caratterizzati dai seguenti valori di pressione limite di contatto:

Durock Energy Plus

Carico concentrato:
 $F_p = 550 \text{ N}$

Pressione limite di contatto:
 $\sigma_{lim} = 550/50 = 11 \text{ N/cm}^2$

Confrontando il carico agente con la pressione limite di contatto dei pannelli isolanti, si ottiene:

$$\sigma = 2.75 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{lim} = 11 \text{ N/cm}^2$$

Hardrock Energy Plus

Carico massimo ammissibile:
 $F_p = 450 \text{ N}$

Pressione limite di contatto:
 $\sigma_{lim} = 450/50 = 9 \text{ N/cm}^2$

Confrontando il carico agente con la pressione limite di contatto dei pannelli isolanti, si ottiene:

$$\sigma = 2.75 \text{ N/cm}^2 < \sigma_{lim} = 9 \text{ N/cm}^2$$

Negli esempi sopra riportati, la pressione di contatto fra il listello e il pannello isolante è ampiamente inferiore alla pressione limite di contatto. Tale margine, suggerito peraltro al fine di contenere le deformazioni del pannello, risulta inoltre facilmente incrementabile nel caso di impiego di listelli di maggiore larghezza ($6 \div 8 \text{ cm}$, comunemente utilizzati per la realizzazione delle coperture).

In presenza di carichi superiori a quanto sinteticamente riportato nell'esempio citato (generalmente dovuti ad una maggiore azione del carico da neve), la dimensione dei listelli ed il loro interasse dovrà essere opportunamente valutato al fine di individuare la configurazione più idonea**.

*La normativa vigente ("Norme Tecniche per le Costruzioni") non prevede una procedura specifica per la valutazione e la verifica della resistenza meccanica dell'isolante nelle coperture. Nell'esempio in oggetto, i carichi sono stati quindi considerati nella configurazione di esercizio rara, applicando pertanto coefficienti moltiplicativi unitari.

**Per soluzioni caratterizzate da carichi particolarmente gravosi (ad esempio coperture situate in alta montagna), è inoltre possibile prevedere l'utilizzo di pannelli con resistenza a carico puntuale più elevata, disponibili su richiesta.

Comportamento acustico

Le soluzioni costruttive per coperture con prodotti ROCKWOOL hanno un ruolo fondamentale nell'aumentare il livello di comfort acustico delle unità abitative poichè forniscono protezione dai rumori provenienti dall'esterno e assicurano adeguata privacy evitando la propagazione di rumori tra un ambiente e l'altro.

Il DPCM 5/12/1997 - "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" suddivide in sette categorie le destinazioni d'uso degli edifici, imponendo per ciascuna di esse dei limiti minimi che devono essere rispettati sia per le nuove costruzioni che per le ristrutturazioni.

Per l'involucro edilizio viene prevista una prestazione acustica minima espressa attraverso l'indice unico $D_{2m,nT,w}$. Tale requisito è applicabile all'intera "facciata", anche se tale termine non trova una vera e propria definizione all'interno del decreto ministeriale. La copertura a falda di sottotetti abitabili può certamente essere considerata la "facciata inclinata" dell'unità abitativa e quindi è soggetta al rispetto dei limiti riportati in tabella.

Destinazione d'uso	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
Ospedali	45
Residenza, alberghi	40
Attività scolastiche	48
Uffici, attività commerciali, attività ricreative	42

Acusticamente, una copertura inclinata, se non adeguatamente progettata e realizzata, può costituire il punto debole del sistema "facciata" per diversi motivi, ad esempio la leggera massa areica del pacchetto e la presenza di innumerevoli discontinuità tra gli elementi (es. assito in legno).

In generale, il manto di finitura esterno (tegole o coppi), non essendo un elemento continuo, dal punto di vista acustico non partecipa in modo significativo alle prestazioni.

Al fine di ottenere un'ideale prestazione acustica del sistema copertura è utile sfruttare il fenomeno noto in fisica acustica come "massa-molla-massa".

Alla struttura di partenza rappresentata dal supporto di base, come ad esempio un assito in legno o un solaio in calcestruzzo (massa), si aggiungono i pannelli in lana di roccia ROCKWOOL (molla). Sul lato rivolto verso l'esterno si posiziona uno strato continuo massivo (secondo tavolato in legno) al di sotto del manto di finitura.

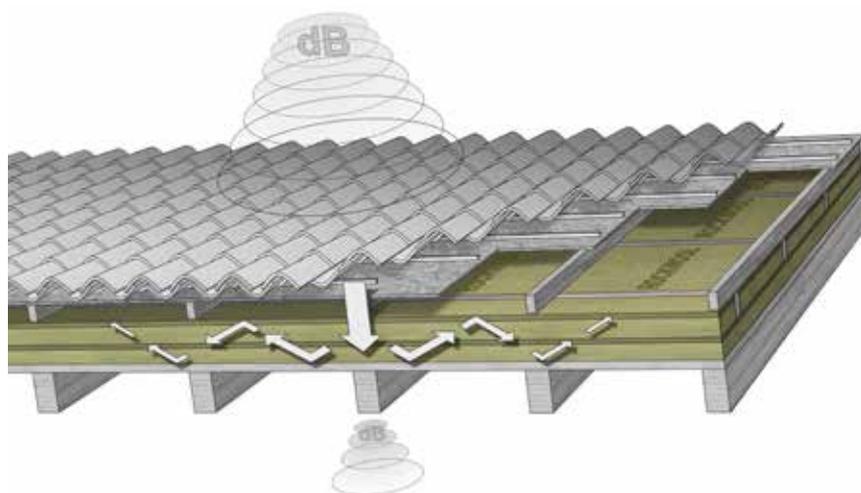
I pannelli in lana di roccia ROCKWOOL essendo caratterizzati da una struttura fibrosa a celle aperte, sono in grado di dissipare il

suono per attrito (o frizione); durante il passaggio del suono le molecole d'aria (che si muovono avanti ed indietro con il suono stesso) sfregano contro le fibre causando la "frizione" che converte il suono in calore.

Inoltre i pannelli a doppia densità, proprio grazie alle due densità costituenti il pannello, consentono un aumento dell'assorbimento alle diverse frequenze.

In particolare, il comportamento dei pannelli in lana di roccia genera un assorbimento elevato alle medie ed alte frequenze.

Un aumento dello spessore e della densità del pannello può produrre un aumento di assorbimento alle basse frequenze contribuendo ad incrementare il potere fonoisolante R_w dell'elemento edilizio.



Accorgimenti in fase di progettazione e posa

- Dopo aver opportunamente collocato sull'assito del tetto (o sul piano della falda) un materiale idoneo a svolgere la funzione di controllo al vapore e tenuta all'aria, posizionare in corrispondenza della linea di gronda un listello con funzione di fermo per i pannelli in lana di roccia.
- Realizzare in seguito l'isolamento termoacustico posando i pannelli ROCKWOOL Durock Energy Plus/ Hardrock Energy Plus a giunti sfalsati con il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno, avendo cura di accostarli perfettamente tra loro al fine di evitare l'insorgenza di ponti termici o acustici.
- Nel caso in cui il prodotto utilizzato per l'isolamento termoacustico sia in doppio strato, il secondo strato viene posato tra appositi listelli di contenimento, al fine di aumentare la performance termoacustica dell'intero pacchetto.
- Applicare sul lato superiore dell'isolante uno strato di tenuta all'acqua ad elevata permeabilità al vapore ("traspirabilità").
- Per la posa in opera di un tetto ventilato, realizzare un'orditura supplementare di listelli dello spessore di almeno 5 cm, posizionati perpendicolarmente rispetto alla linea di gronda, in corrispondenza delle travi strutturali sottostanti, alle quali devono essere fissati mediante viti di adeguata lunghezza (che attraversino lo strato isolante)
- Fissare meccanicamente, in direzione parallela alla linea di gronda, i listelli portategola, aventi dimensioni e passo idonei a supportare il manto di copertura sovrastante. I pannelli in lana di roccia possono essere utilizzati in pacchetti isolanti multistrato.

Di seguito vengono riportati 3 diversi casi applicativi. Per ciascun caso si analizza la stratigrafia utilizzata e si riportano analisi termica e prove acustiche di laboratorio (dove disponibili):

CASO 1

Copertura inclinata monoassito isolata in estradosso con ROCKWOOL Hardrock Energy Plus



CASO 2

Copertura inclinata doppio assito isolata in estradosso con ROCKWOOL Durock Energy Plus

CASO 3

Copertura inclinata doppio assito isolata in estradosso con ROCKWOOL Durock Energy Plus e ROCKWOOL Hardrock Energy Plus

Casi applicativi



Casi applicativi

La scelta del sistema di copertura dipende da differenti fattori strettamente correlati fra loro. La sequenza degli strati della copertura non può essere definita senza tener conto delle forzanti climatiche esterne, della destinazione d'uso dell'edificio, degli obiettivi di prestazione ambientale e tecnologica.

Ad ogni modello funzionale corrisponde una sequenza e una presenza di strati. Ogni elemento in una copertura a falde ha una specifica funzione, al fine di garantire una buona prestazione del pacchetto stratigrafico in termini di resistenza meccanica, isolamento termico e acustico, protezione dal fuoco e permeabilità al vapore.

Di seguito sono riportate caratteristiche e funzioni di ciascuno strato di cui sono composte le stratigrafie dei casi applicativi analizzati.



Elemento portante - travi in legno e strato di supporto - assito in legno.

L'elemento portante dovrà essere dimensionato valutando in maniera adeguata i carichi di progetto, compresa la freccia massima, nel rispetto della legislazione vigente. Deve essere definita anche la resistenza agli agenti biologici e all'acqua. E' importante anche indicare il tipo di essenza da impiegare, il trattamento di finitura, il tipo di incastro tra gli elementi.

Eventuale pannello OSB3 addizionale (caso 1 prova acustica 2, caso 2).

La presenza di pannelli OSB3, se opportunamente collegati tra loro, è funzionale alla ripartizione delle forze

orizzontali, dovute alla massa della copertura soggetta a sisma, sugli elementi perimetrali.

Elemento di tenuta all'aria/vapore.

La presenza di un elemento di tenuta all'aria è necessaria per evitare le infiltrazioni di aria all'interno della stratigrafia con conseguenti possibili fenomeni di condensazione; l'elemento deve essere in materiale idoneo a svolgere la funzione di controllo al vapore (in genere è sufficiente un foglio di polietilene o altra tipologia di spessore di pochi decimi di millimetro). I fogli devono essere incollati con nastro biadesivo. Deve essere garantita la continuità in tutti i nodi presenti.

Elemento termoisolante posato in mono strato (caso 1 – caso 2).

La copertura è isolata termicamente mediante la posa di pannelli in lana di roccia ROCKWOOL a doppia densità, posati in continuo. L'elevata resistenza a compressione (carico puntuale) del pannello lo rende un solido appoggio per l'orditura di supporto del manto di copertura e permette di realizzare l'isolamento con continuità (senza l'interposizione di listelli di contenimento), assicurando inoltre una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione delle coperture, che ai fini manutentivi.

Elemento termoisolante posato in doppio strato (caso 3).

La copertura è isolata termicamente mediante la posa di pannelli in lana di roccia ROCKWOOL, di cui lo strato inferiore a doppia densità (con elevata resistenza meccanica) è posato in continuo. Il secondo strato prevede pannelli interposti tra gli elementi di supporto in legno, che poggiano direttamente sull'elemento termoisolante sottostante e che devono essere ancorati all'elemento portante.

Elemento di tenuta all'acqua, telo geotessile non tessuto (in presenza di monoassito, caso 1).

Il materiale deve garantire la tenuta all'acqua. Il telo geotessile non tessuto garantisce una tenuta all'acqua, anche se non assoluta, assicurando, tuttavia, un'idonea permeabilità al vapore per evitare il rischio di condensazione.

Strato di ventilazione, listelli in legno/aria libera.

Lo strato di ventilazione ha, in genere, uno spessore di circa 6-8 cm. Gli elementi di supporto in legno, che poggiano direttamente sull'elemento termoisolante sottostante, devono essere ancorati direttamente all'elemento portante e posati perpendicolarmente alla linea di gronda in corrispondenza delle travi sottostanti.

Eventuale secondo strato di supporto, assito in legno (in presenza di doppio assito, caso 2, 3).

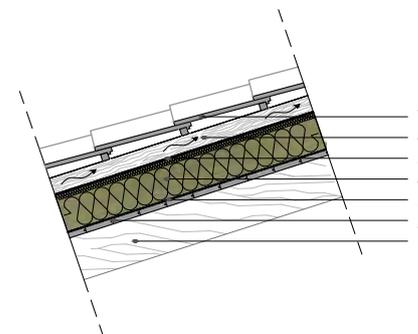
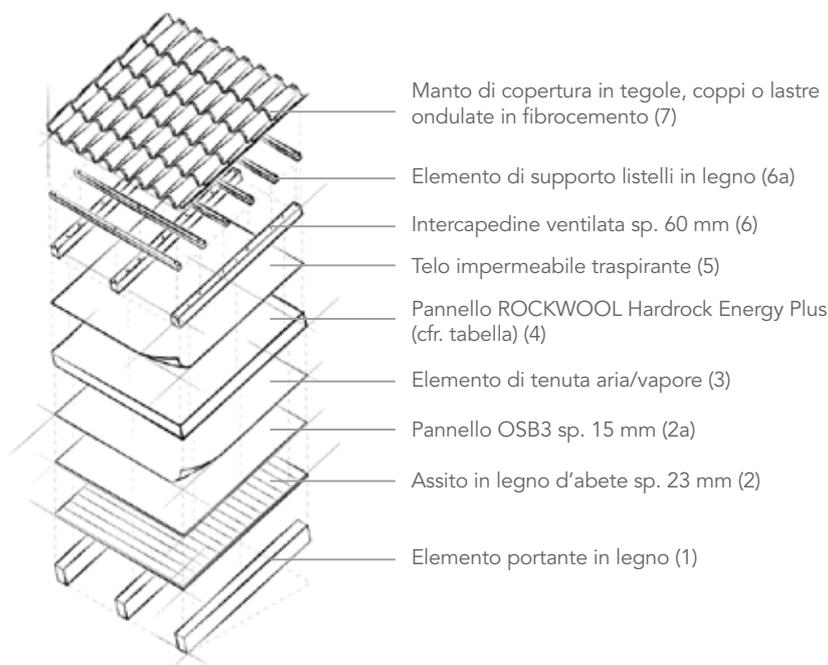
Dovrà essere dimensionato valutando in maniera adeguata i carichi di progetto, compresa la freccia massima, nel rispetto della legislazione vigente. Lo strato di assito deve essere rivestito con un elemento di tenuta all'acqua, quale ad esempio una membrana bituminosa.

Elemento di tenuta, tegole in laterizio, e strato di supporto, listelli in legno.

L'elemento di tenuta deve essere progettato in termini di resistenza all'acqua, d'impermeabilità all'acqua, di resistenza al gelo, di resistenza agli agenti chimici e biologici, di carico di rottura a flessione e di resistenza alla grandine. La distanza fra i listelli dipende dalla conformazione geometrica dell'elemento di tenuta. Il fissaggio dei listelli alla struttura portante deve essere effettuato in base al carico di vento, ai pesi permanenti e variabili ed alla tipologia di materiale utilizzato per i listelli e per il fissaggio. I listelli devono possedere varchi al fine di garantire il passaggio di acqua verso il canale di gronda, qualora vi fossero infiltrazioni accidentali di acqua sottotegola.

Copertura inclinata monoassito isolata in estradosso con ROCKWOOL Hardrock Energy Plus.

Valutazione termica



Spessore isolante [mm]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
100	0,31	0,27
120	0,26	0,22
140*	0,23	0,18
160**	0,20	0,15
180	0,18	0,12

*È presente prova acustica (Prova 1)

**È presente prova acustica (Prova 2)

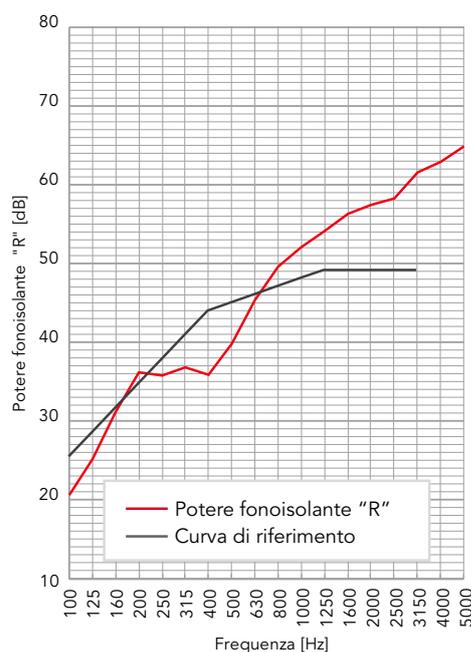
Calcolo termico riferito alla sola stratigrafia corrente. Per il rispetto dei limiti di legge si rimanda al Decreto Ministeriale sul calcolo della prestazione energetica e sui requisiti minimi degli edifici (vedi approfondimenti a pagg. 6-7) e alle disposizioni regionali.

Prove acustiche di laboratorio

Prova 1

Test eseguiti sulla seguente stratigrafia:

1. Travetto in legno lamellare di abete
2. Assito in legno: perlina di legno di abete
3. Schermo al vapore: strato di tessuto non tessuto in polipropilene
4. Strato di materiale isolante: pannello in lana di roccia a doppia densità ROCKWOOL Hardrock Energy Plus, spessore nominale 140 mm
5. Strato di tessuto non tessuto
6. Listello di ventilazione in legno di abete
- 6a. Listello di fissaggio in legno di abete
7. Lastra ondolata in fibrocemento



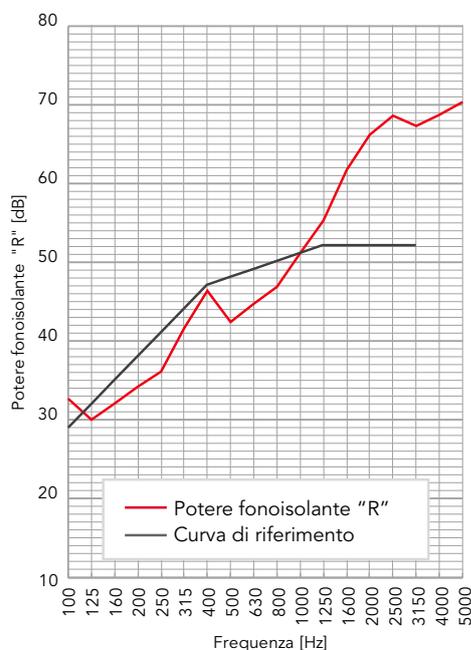
Frequenza [Hz]	Potere fonoisolante "R" [dB]
100	21,2
125	25,6
160	31,4
200	36,3
250	35,9
315	36,9
400	36,0
500	39,8
630	45,2
800	49,3
1000	51,7
1250	53,7
1600	55,8
2000	56,9
2500	57,7
3150	60,9
4000	62,2
5000	64,1

Prova 2

Prove acustiche di laboratorio

Test eseguiti sulla seguente stratigrafia:

1. Travetto in legno lamellare di abete
2. Assito in legno: perlina di legno di abete
- 2a. Pannelli tipo OSB3 in fibre di legno orientate ed incollate tra loro, spessore 15 mm
3. Schermo al vapore: strato di tessuto non tessuto in polipropilene
4. Strato di materiale isolante: pannello in lana di roccia a doppia densità ROCKWOOL Hardrock Energy Plus, spessore nominale 160 mm
5. Strato di tessuto non tessuto
6. Listello di ventilazione in legno di abete
- 6a. Listello di fissaggio in legno di abete
7. Lastra ondulata in fibrocemento



Indice di valutazione: $R_w (C, C_p) = 48 (-1; -5)$

Frequenza [Hz]	Potere fonoisolante "R" [dB]
100	33,2
125	30,6
160	32,6
200	34,7
250	36,6
315	42,0
400	46,7
500	42,8
630	45,1
800	47,2
1000	51,4
1250	55,5
1600	61,8
2000	66,2
2500	68,6
3150	67,3
4000	68,7
5000	70,3

Comportamento sismico delle coperture inclinate

Con l'entrata in vigore delle recenti normative italiane in materia di costruzioni, e la conseguente estensione della "Zona Sismica" a tutto il territorio italiano, l'attenzione verso il comportamento delle varie parti della struttura (fra cui le coperture) nei confronti delle azioni sismiche, ha assunto un ruolo sempre più centrale per una corretta progettazione.

In tale contesto, la capacità della copertura di costituire un piano rigido, capace di trasmettere uniformemente eventuali azioni orizzontali agli elementi perimetrali, assume particolare importanza.

Le coperture tradizionali in legno, largamente impiegate in passato e tuttora in parte utilizzate, sono generalmente costituite da capriate, travetti di ripartizione e assito in legno monodirezionale a sostegno dei coppi, ma non sono generalmente in grado di assolvere a tale funzione di piano rigido.

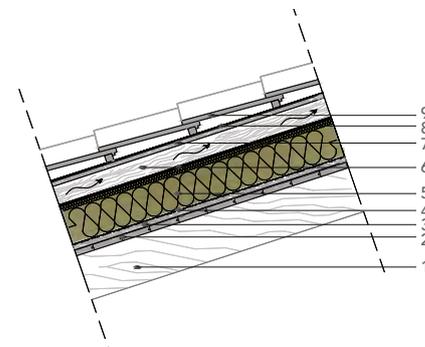
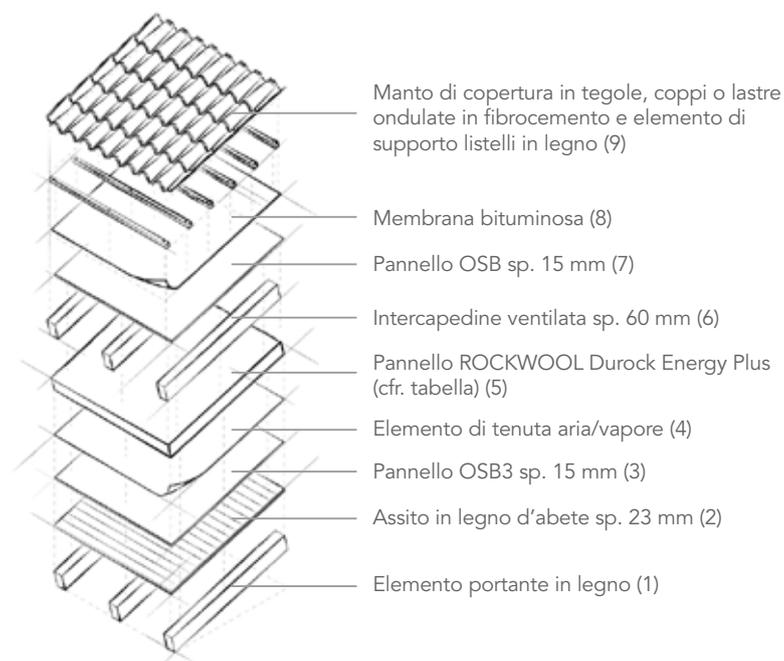
Nei casi applicativi caso 1 – prova 2 e caso 2 è prevista l'introduzione di uno strato aggiuntivo costituito da pannelli tipo OSB3 dello spessore di 15 mm, realizzati in fibre di legno orientate ed incollate ortogonalmente tra loro al fine di costituire un elemento bidirezionale.

La presenza di tali pannelli, se opportunamente legati tra loro, migliora notevolmente la rigidità di piano offerta dalla copertura in entrambe le direzioni, consentendo generalmente una buona redistribuzione delle azioni orizzontali, dovute alla massa della copertura soggetta a sisma, sugli elementi perimetrali.

Tale redistribuzione risulta di fondamentale importanza sia su strutture di nuova progettazione, sia su strutture esistenti, laddove l'assenza di un efficace vincolo in copertura è spesso punto di innesco di meccanismi di collasso locale.

Copertura inclinata doppio assito isolata in estradosso con ROCKWOOL Durock Energy Plus.

Valutazione termica



Spessore isolante [mm]	U [W/m²K]	Yie [W/m²K]
120	0,25	0,17
140	0,22	0,13
160*	0,20	0,11
180	0,18	0,08
200	0,16	0,07

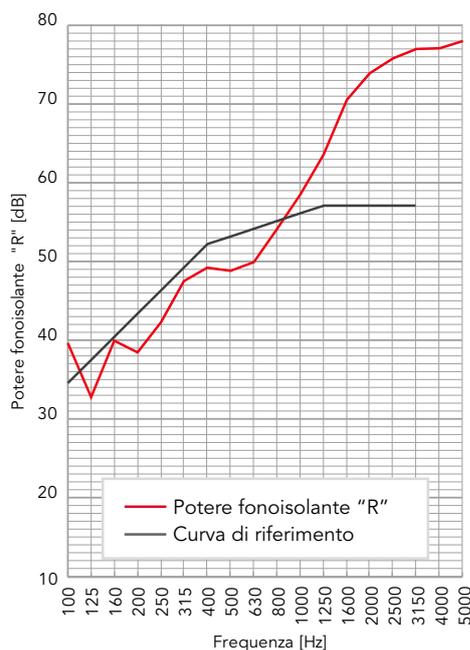
*È presente prova acustica

Calcolo termico riferito alla sola stratigrafia corrente. Per il rispetto dei limiti di legge si rimanda al Decreto Ministeriale sul calcolo della prestazione energetica e sui requisiti minimi degli edifici (vedi approfondimenti a pagg. 6-7) e alle disposizioni regionali.

Prove acustiche di laboratorio

Test eseguiti sulla seguente stratigrafia:

1. Travi in legno di abete
2. Assito composto da perline maschiate in legno di abete
3. Strato composto da pannelli tipo OSB3
4. Strato di tessuto non tessuto in polipropilene con funzione di elemento di controllo al vapore.
5. Strato di materiale isolante: pannelli in lana di roccia a doppia densità ROCKWOOL Durock Energy Plus di spessore nominale 160 mm
6. Listelli di ventilazione in legno di abete
7. Pannello tipo "OSB"
8. Membrana bituminosa ardesiata
9. Lastra ondolata in fibrocemento

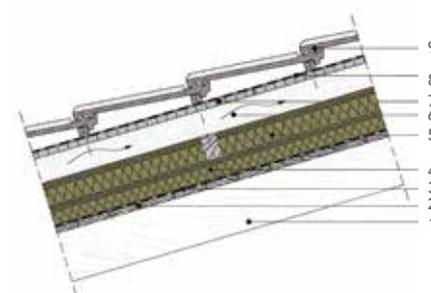
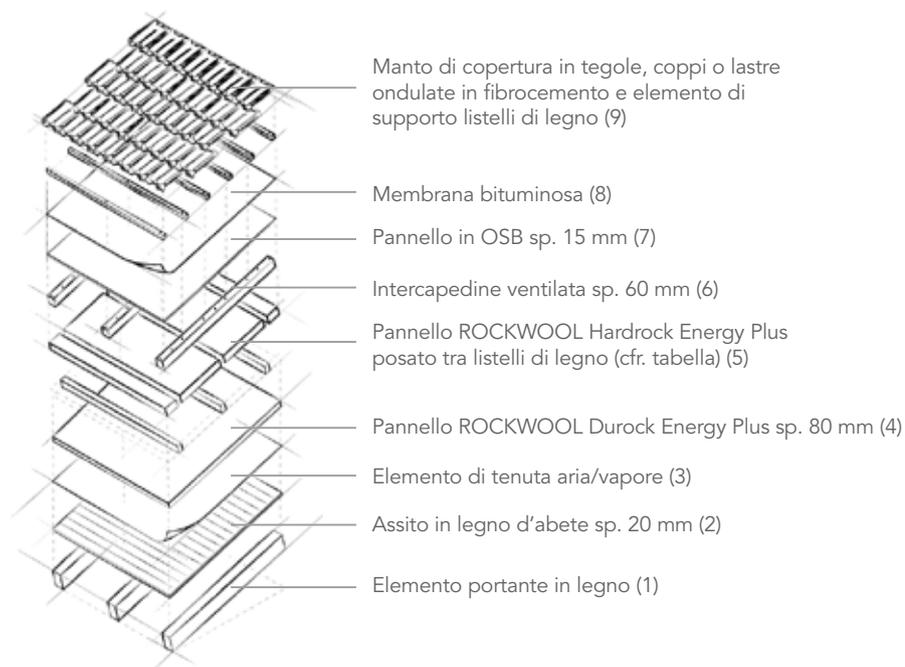


Indice di valutazione: $R_w(C,C_p) = 53(-1;-6)$

Frequenza [Hz]	Potere fonoisolante "R" [dB]
100	39,3
125	32,4
160	39,6
200	38,1
250	41,9
315	47,2
400	48,9
500	48,5
630	49,6
800	53,8
1000	58,2
1250	63,3
1600	70,3
2000	73,7
2500	75,6
3150	76,8
4000	76,9
5000	77,8

Copertura inclinata doppio assito isolata in estradosso con ROCKWOOL Durock Energy Plus e ROCKWOOL Hardrock Energy Plus.

Valutazione termica



Spessore isolante [mm]	U [W/m ² K]	Yie [W/m ² K]
80 + 80	0,20	0,13
80 + 100	0,18	0,11
80 + 120	0,16	0,09
80 + 140	0,15	0,07
80 + 160	0,13	0,05

Calcolo termico riferito alla sola stratigrafia corrente. Per il rispetto dei limiti di legge si rimanda al Decreto Ministeriale sul calcolo della prestazione energetica e sui requisiti minimi degli edifici (vedi approfondimenti a pagg. 6-7) e alle disposizioni regionali.



Schede tecniche

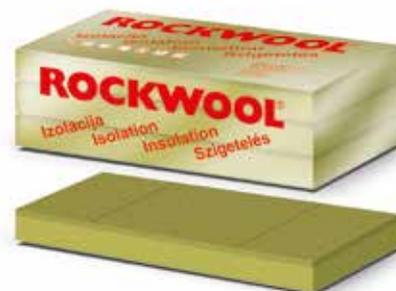
Hardrock Energy Plus

Pannello rigido in lana di roccia non rivestito a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio di coperture inclinate.

Particolarmente indicato nel caso di tetti in legno e ventilati dove apporta un significativo incremento delle prestazioni acustiche e del comfort abitativo.

All'interno della gamma per coperture inclinate, Hardrock Energy Plus si distingue in termini di prestazioni termiche, grazie al valore di conduttività termica $\lambda_D = 0,035 \text{ W/(mK)}$.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



Dimensioni disponibili

Formato 1200x600 mm e 2400x600 mm

Spessori da 50 a 200 mm

VANTAGGI

- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conducibilità termica e densità media assicura un ottimo comfort abitativo estivo ed invernale.
- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a compressione (carico puntuale) del pannello lo rende un solido appoggio per l'orditura di supporto del manto di copertura e permette di realizzare l'isolamento con continuità (senza l'interposizione di listelli di contenimento), assicurando inoltre una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione delle coperture, che ai fini manutentivi.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato. Sono disponibili prove di isolamento acustico di laboratorio.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco, caratteristica particolarmente importante in caso di tetti ventilati.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di μ pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conduttività termica dichiarata	$\lambda_D = 0,035 \text{ W/(mK)}$	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità (doppia densità)	$\rho = 110 \text{ kg/m}^3$ circa (190/90)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 30 \text{ kPa}$	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 450 \text{ N}$	UNI EN 12430
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kgK)}$	UNI EN ISO 10456

Spessore e R_D

Spessore [mm]	50	60	80	100	120	140	160	180	200
Resistenza termica R_D [$\text{m}^2\text{K/W}$]	1,40	1,70	2,25	2,85	3,40	4,00	4,55	5,10	5,70

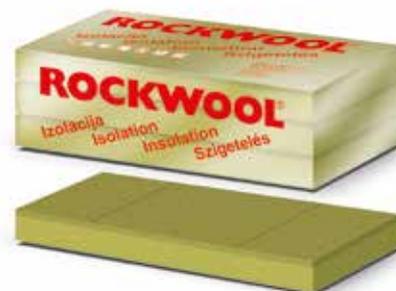
Durock Energy Plus

Pannello rigido in lana di roccia non rivestito a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio di coperture inclinate e piane (tetto caldo).

Coperture inclinate: particolarmente indicato nel caso di tetti in legno e ventilati dove apporta un significativo incremento delle prestazioni acustiche e del comfort invernale ed estivo.

Coperture piane: raccomandato per applicazioni in cui l'impermeabilizzazione è realizzata con membrane sintetiche o bituminose.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



Dimensioni disponibili

Formato 1200x600 mm e 2400x600 mm

Spessori da 50 a 200 mm

VANTAGGI

- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conducibilità termica ed alta densità media assicura un ottimo comfort abitativo estivo ed invernale.
- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a compressione (carico puntuale e distribuito) del pannello lo rende un solido appoggio per l'orditura di supporto del manto di copertura e permette di realizzare l'isolamento con continuità (senza l'interposizione di listelli di contenimento), assicurando inoltre una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione delle coperture, che ai fini manutentivi.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato. Sono disponibili prove di isolamento acustico di laboratorio.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere, non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco, caratteristica particolarmente importante in caso di tetti ventilati.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di μ pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conducibilità termica dichiarata	$\lambda_D = 0,036 \text{ W/(mK)}$	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità (doppia densità)	$\rho = 140 \text{ kg/m}^3$ circa (200/120)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 50 \text{ kPa}$	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 550 \text{ N}$	UNI EN 12430
Resistenza a trazione nel senso dello spessore	$\sigma_{mt} \geq 15 \text{ kPa}$	UNI EN 1607
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kgK)}$	UNI EN ISO 10456

Spessore e R_D

Spessore [mm]	50	60	80	100	120	140	160	180	200
Resistenza termica R_D [$\text{m}^2\text{K/W}$]	1,35	1,65	2,20	2,75	3,30	3,85	4,40	5,00	5,55

Masterrock NB

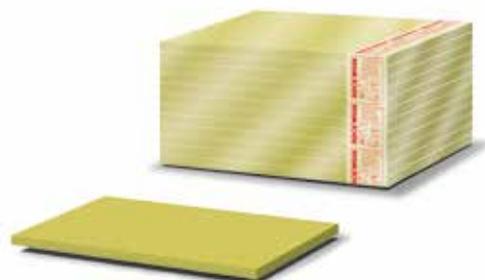
Pannello rigido in lana di roccia non rivestito a doppia densità, ad elevata resistenza a compressione, calpestabile, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio di coperture inclinate e piane (tetto caldo).

Coperture inclinate: particolarmente indicato nel caso di tetti in legno e ventilati dove apporta un significativo incremento delle prestazioni acustiche e del comfort invernale ed estivo.

Coperture piane: raccomandato per applicazioni in cui l'impermeabilizzazione è realizzata con membrane sintetiche o bituminose.

Masterrock NB è indicato per applicazioni in cui si desidera coniugare ottime prestazioni termiche ed elevate proprietà meccaniche.

Il prodotto correttamente installato presenta il lato a densità superiore, caratterizzato da apposita marchiatura, rivolto verso l'esterno.



Dimensioni disponibili

Formato 2000x600 mm

Spessori da 60 a 180 mm

VANTAGGI

- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conducibilità termica ed alta densità media assicura un ottimo comfort abitativo estivo ed invernale.
- **Proprietà meccaniche:** l'elevata resistenza a compressione (carico puntuale e distribuito) del pannello lo rende un solido appoggio per l'orditura di supporto del manto di copertura e permette di realizzare l'isolamento con continuità (senza l'interposizione di listelli di contenimento), assicurando inoltre una calpestabilità ottimale, sia in fase di esecuzione delle coperture, che ai fini manutentivi.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato. Sono disponibili prove di isolamento acustico di laboratorio.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere, non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco, caratteristica particolarmente importante in caso di tetti ventilati.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di μ pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conducibilità termica dichiarata	$\lambda_D = 0,035 \text{ W/(mK)}$	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità (doppia densità)	$\rho = 150 \text{ kg/m}^3$ circa (210/145)	UNI EN 1602
Resistenza a compressione (carico distribuito)	$\sigma_{10} \geq 50 \text{ kPa}$	UNI EN 826
Resistenza al carico puntuale	$F_p \geq 550 \text{ N}$	UNI EN 12430
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kgK)}$	UNI EN ISO 10456

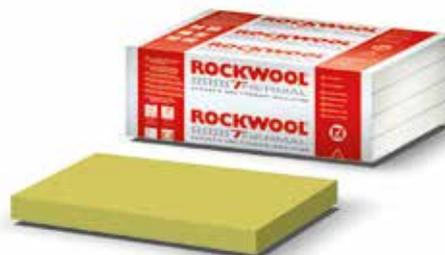
Spessore e R_D

Spessore [mm]	60	80	100	120	140	160	180
Resistenza termica R_D [$\text{m}^2\text{K/W}$]	1,70	2,25	2,85	3,40	4,00	4,55	5,10

Fitrock Energy Plus - 234

Pannello rigido acustico in lana di roccia non rivestito a medio-alta densità, non portante, per l'isolamento termico, acustico e la sicurezza in caso di incendio di coperture inclinate.

Interposto in appositi listelli di contenimento, è idoneo anche per la realizzazione di tetti curvi.

A1


Dimensioni disponibili

Formato 1200x600 mm

Spessori da 30 a 160 mm

VANTAGGI

- **Prestazioni termiche:** la combinazione di conducibilità termica e densità assicura un ottimo comfort abitativo sia invernale che estivo.
- **Proprietà acustiche:** la struttura a celle aperte della lana di roccia contribuisce significativamente al miglioramento delle prestazioni fonoisolanti della copertura su cui il pannello viene installato.
- **Stabilità dimensionale:** il pannello non subisce variazioni dimensionali o prestazionali al variare delle condizioni termiche e igrometriche dell'ambiente.
- **Comportamento al fuoco:** il pannello, incombustibile, se esposto a fiamme libere non genera né fumo né gocce; aiuta inoltre a prevenire la propagazione del fuoco, caratteristica particolarmente importante in caso di tetti ventilati.
- **Permeabilità al vapore:** il pannello, grazie ad un valore di μ pari a 1, consente di realizzare pacchetti di chiusura "traspiranti".

Dati tecnici	Valore	Norma
Reazione al fuoco	A1	UNI EN 13501-1
Conducibilità termica dichiarata	$\lambda_D = 0,034 \text{ W/(mK)}$	UNI EN 12667, 12939
Coefficiente di resistenza alla diffusione di vapore acqueo	$\mu = 1$	UNI EN 13162
Densità	$\rho = 95 \text{ kg/m}^3$	UNI EN 1602
Calore specifico	$C_p = 1030 \text{ J/(kgK)}$	UNI EN ISO 10456

Spessore e R_D

Spessore [mm]	30	40	50	60	70	80	90	100	120	140	160
Resistenza termica R_D [$\text{m}^2\text{K/W}$]	0,85	1,15	1,45	1,75	2,05	2,35	2,65	2,90	3,50	4,10	4,70

Il Gruppo ROCKWOOL

ROCKWOOL Italia S.p.A. è parte del Gruppo ROCKWOOL. Con oltre 60 dipendenti, siamo l'organizzazione locale che offre sistemi di isolamento avanzati per l'edilizia.

Nel Gruppo ROCKWOOL ci dedichiamo ad arricchire la vita di tutti coloro che entrano in contatto con le nostre soluzioni. La nostra *expertise* si presta perfettamente a far fronte a molte delle principali sfide odierne in fatto di sostenibilità e sviluppo, dal consumo energetico all'inquinamento acustico, dalla resilienza al fuoco alla carenza idrica e alle alluvioni.

La nostra gamma di prodotti rispecchia la diversità di bisogni a livello mondiale e aiuta i nostri stakeholder a ridurre la propria impronta energetica.

La lana di roccia è un materiale versatile ed è la base di tutte le nostre attività. Con circa 11.600 colleghi appassionati in 39 Paesi, siamo il leader mondiale nelle soluzioni in lana di roccia: dall'isolamento degli edifici ai controsoffitti acustici, dai sistemi di rivestimento esterno alle soluzioni per l'orticoltura, dalle fibre speciali per uso industriale ai prodotti isolanti per il settore industria, marina e offshore.

ROCKWOOL Italia S.p.A.

Via Londonio, 2

20154 Milano

Tel. 02.346.13.1



www.rockwool.it