

UNI/PdR XX:2019	Linee guida per l'applicazione dei prodotti in lana minerale per edilizia
Sommario	<p>La prassi di riferimento fornisce ai progettisti, ai tecnici delle pubbliche amministrazioni, ai direttori dei lavori ed a tutti gli operatori interessati del settore dell'edilizia, indicazioni pratiche circa le prestazioni ed applicazioni delle lane minerali (lana di vetro e lana di roccia), con specifico riferimento alle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, di isolamento termico ed acustico proprie di tali materiali.</p> <p>La prassi non si applica agli isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali.</p>
Data	2019-04-12

Avvertenza

Il presente documento è un progetto di Prassi di Riferimento (UNI/PdR) sottoposto alla fase di consultazione, da utilizzare solo ed esclusivamente per fini informativi e per la formulazione di commenti.

Il processo di elaborazione delle Prassi di Riferimento prevede che i progetti vengano sottoposti alla consultazione sul sito web UNI per raccogliere i commenti del mercato: la UNI/PdR definitiva potrebbe quindi presentare differenze rispetto al documento messo in consultazione.

Questo documento perde qualsiasi valore al termine della consultazione, cioè il: 11 maggio 2019.

UNI non è responsabile delle conseguenze che possono derivare dall'uso improprio del testo dei progetti di Prassi di Riferimento in consultazione.

PREMESSA

La presente prassi di riferimento UNI/PdR xx:2019 non è una norma nazionale, ma è un documento pubblicato da UNI, come previsto dal Regolamento UE n.1025/2012, che raccoglie prescrizioni relative a prassi condivise all'interno dei seguenti soggetti firmatari di un accordo di collaborazione con UNI:

ASSOVETRO – Associazione Nazionale degli Industriali del Vetro

Via Barberini 67

00187 Roma

ANCITEL Energia & Ambiente

Via dei Prefetti 46

00186 Roma

F.I.V.R.A.

Via Giulio Uberti 6

20129 Milano

La presente prassi di riferimento è stata elaborata dal Tavolo “Lane Minerali” condotto da UNI, costituito dai seguenti esperti:

Nome Cognome 1 – Project Leader (organizzazione xyz)

Nome Cognome 2 (organizzazione yz)

Nome Cognome 3 (organizzazione xyz)

Nome Cognome 4 (organizzazione y)

Nome Cognome 5 (organizzazione xz)

Nome Cognome 6 (organizzazione z)

La presente prassi di riferimento è stata ratificata dal Presidente dell'UNI il xx xxxx 2019.

Le prassi di riferimento, adottate esclusivamente in ambito nazionale, rientrano fra i “prodotti della normazione europea”, come previsti dal Regolamento UE n.1025/2012, e sono documenti che introducono prescrizioni tecniche, elaborati sulla base di un rapido processo ristretto ai soli autori, sotto la conduzione operativa di UNI.

Le prassi di riferimento sono disponibili per un periodo non superiore a 5 anni, tempo massimo dalla loro pubblicazione entro il quale possono essere trasformate in un documento normativo (UNI, UNI/TS, UNI/TR) oppure devono essere ritirate.

Chiunque ritenesse, a seguito dell'applicazione della presente prassi di riferimento, di poter fornire suggerimenti per un suo miglioramento è pregato di inviare i propri contributi all'UNI, Ente Nazionale Italiano di Unificazione, che li terrà in considerazione.

SOMMARIO

INTRODUZIONE	4
1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE	5
2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....	5
3 TERMINI, DEFINIZIONI ED ACRONIMI	7
4 PRINCIPIO	8
5 CARATTERISTICHE DELLE LANE MINERALI.....	9
6 CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI A BASE DI LANA MINERALE.....	11
6.1 GENERALITÀ	11
6.2 ISOLAMENTO TERMICO	11
6.3 ISOLAMENTO ACUSTICO	13
6.4 ASSORBIMENTO ACUSTICO	14
6.5 COMPORTAMENTO E PRESTAZIONI ANTINCENDIO.....	15
6.6 SOSTENIBILITÀ	17
6.7 ULTERIORI CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI QUALIFICANTI	19
6.8 DISPOSIZIONI IN TEMA DI PRESTAZIONE ENERGETICA.....	24
7 RIMOZIONE DI STRUTTURE CONTENENTI LA LANA: CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI E LORO SMALTIMENTO	27
7.1 CARATTERIZZAZIONE DEL RIFIUTO	27
7.2 SMALTIMENTO DEL RIFIUTO.....	29
8 TIPOLOGIA ED APPLICAZIONE DEI PRODOTTI	30
9 SALUTE E SICUREZZA	32
APPENDICE A – PROCESSO PRODUTTIVO DELLA LANA DI VETRO.....	38
APPENDICE B – PROCESSO PRODUTTIVO DELLA LANA DI ROCCIA.....	38
APPENDICE C – ESEMPIO DI CHECK-LIST – SCHEDA ‘VERIFICA DEL PROGETTO RIFERITA AGLI ELEMENTI OPACHI’.....	41

APPENDICE D – ESEMPIO DI CHECK-LIST – SCHEDA ‘VERIFICA DEL CANTIERE RIFERITA AGLI ELEMENTI OPACHI.....44

APPENDICE E – ESEMPIO DI ELEMENTI PER LA COMPILAZIONE DI UN CAPITOLATO SPECIALE D’APPALTO PER LE PARTI RELATIVE ALL’UTILIZZO DELLE LANE MINERALI47

BIBLIOGRAFIA.....61

BOZZA CONSULTAZIONE PUBBLICA

INTRODUZIONE

Sempre maggiore attenzione è rivolta alla qualità della vita dell'individuo, in considerazione della quota importante di tempo che trascorre all'interno di edifici.

Il comfort acustico e la sicurezza contro il fuoco, al pari del comfort termo-igrometrico, sono ormai elementi imprescindibili da una buona progettazione e sempre più oggetto di attenzione da parte del consumatore stesso. A complemento di questi aspetti si è sviluppata la sensibilità nei confronti delle tematiche di sostenibilità del materiale e di efficienza energetica, in un contesto nazionale e internazionale nel quale si punta ad un miglior utilizzo delle risorse.

La lana di vetro e la lana di roccia, della famiglia delle lane minerali, rappresentano nel panorama dei prodotti isolanti una sintesi di valore di tutte queste tematiche. Tali materiali riescono infatti a coniugare l'ottima prestazione in ambito termico e acustico con l'importante prerogativa della sicurezza contro il fuoco, rappresentando quindi la soluzione ottimale in diverse applicazioni.

Inoltre, grazie alle pregevoli caratteristiche dei componenti alla base di tali materiali ed alle recenti innovazioni tecnologiche, i processi produttivi producono meno scarti e impiegano percentuali rilevanti di materia prima riciclata, riducendo così i propri consumi energetici.

La Prassi di riferimento per l'applicazione dei prodotti in lana minerale per l'edilizia si rivolge come strumento di supporto ai progettisti, ai direttori dei lavori ed alle Amministrazioni Locali, fornendo informazioni puntuali circa caratteristiche e prestazioni delle lane di vetro e di roccia, sia in fase di progettazione che per la redazione di capitolati.

Il documento trae origine da "Le Lane di Vetro - Linea Guida divulgativa ed informativa", realizzato grazie alla collaborazione tra Assovetro e Ancitel Energia e Ambiente. Le tematiche ivi trattate sono state oggetto di revisione, integrazione sulla lana di roccia ed approfondimenti in generale sulle lane minerali, grazie ai contributi di fonti nazionali ed internazionali fornite da F.I.V.R.A..

La prassi di riferimento si propone dunque di approfondire i diversi aspetti dei materiali ed al contempo di essere un valido riferimento per tutti gli operatori del settore.

1 SCOPO E CAMPO DI APPLICAZIONE

La prassi di riferimento fornisce ai progettisti, ai tecnici delle pubbliche amministrazioni, ai direttori dei lavori ed a tutti gli operatori interessati del settore dell'edilizia, indicazioni pratiche circa le prestazioni ed applicazioni delle lane minerali (lana di vetro e lana di roccia), con specifico riferimento alle caratteristiche chimiche, fisiche e meccaniche, di isolamento termico ed acustico proprie di tali materiali.

La prassi non si applica agli isolanti termici per gli impianti degli edifici e per le installazioni industriali.

2 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

La presente prassi di riferimento rimanda, mediante riferimenti datati e non, a disposizioni contenute in altre pubblicazioni. Tali riferimenti normativi e legislativi sono citati nei punti appropriati del testo e sono di seguito elencati. Per quanto riguarda i riferimenti datati, successive modifiche o revisioni apportate a dette pubblicazioni valgono unicamente se introdotte nel presente documento come aggiornamento o revisione. Per i riferimenti non datati vale l'ultima edizione della pubblicazione alla quale si fa riferimento.

Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri della Repubblica Italiana 5 dicembre 1997
Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici [G.U. n. 297 del 22 dicembre 1997]

Circolare 15 marzo 2000 n.4, Note esplicative del decreto ministeriale 1° settembre 1998 recante: 'Disposizioni relative alla classificazione, imballaggio ed etichettatura di sostanze pericolose (fibre artificiali vetrose)', Ministero della Sanità

Decreto legislativo 14 marzo 2003, n. 65 Attuazione delle direttive 1999/45/CE e 2001/60/CE relative alla classificazione, all'imballaggio e all'etichettatura dei preparati pericolosi. (GU Serie Generale n.87 del 14-04-2003 - Suppl. Ordinario n. 61)

Legge 15 dicembre 2004, n. 308 "Delega al Governo per il riordino, il coordinamento e l'integrazione della legislazione in materia ambientale e misure di diretta applicazione" pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 302 del 27 dicembre 2004 - Supplemento Ordinario n. 187
Decreto legislativo 152/2006

Decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81 Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro. (GU Serie Generale n.101 del 30-04-2008 - Suppl. Ordinario n. 108)

Regolamento (CE) N. 1272/2008 (CLP) del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2008, relativo alla classificazione, all'etichettatura e all'imballaggio delle sostanze e delle miscele che modifica e abroga le direttive 67/548/CEE e 1999/45/CE e che reca modifica al Regolamento (CE) n. 1907/2006

Regolamento (CE) 761/2009 della Commissione del 23 luglio 2009 recante modifica, ai fini dell'adeguamento al progresso tecnico, del Regolamento (CE) n. 440/2008 che istituisce dei metodi di prova ai sensi del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio concernente la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e la restrizione delle sostanze chimiche (REACH)

Decreto Ministeriale 27 settembre 2010 Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio 3 agosto 2005. (10A14538) (GU Serie Generale n.281 del 01-12-2010)

Progetto UNI/PdR XX:2019

Regolamento (UE) n. 305/2011 del Parlamento europeo e del Consiglio, del 9 marzo 2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE del Consiglio (Testo rilevante ai fini del SEE)

LEGGE 11 agosto 2014, n. 116 Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 24 giugno 2014, n. 91, recante disposizioni urgenti per il settore agricolo, la tutela ambientale e l'efficientamento energetico dell'edilizia scolastica e universitaria, il rilancio e lo sviluppo delle imprese, il contenimento dei costi gravanti sulle tariffe elettriche, nonché per la definizione immediata di adempimenti derivanti dalla normativa europea. (14G00128) (GU Serie Generale n.192 del 20-08-2014 - Suppl. Ordinario n. 72)

Regolamento (Ue) N. 1357/2014 della Commissione del 18 dicembre 2014 che sostituisce l'allegato III della direttiva 2008/98/CE del Parlamento europeo e del Consiglio relativa ai rifiuti e che abroga alcune direttive (Testo rilevante ai fini del SEE)

Decreto interministeriale 26 giugno 2015 Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici. (15A05198) (GU Serie Generale n.162 del 15-07-2015 - Suppl. Ordinario n. 39)

Decreto Legislativo 18 aprile 2016, n. 50 'Codice dei contratti pubblici' (Art. 34 'Criteri di sostenibilità energetica e ambientale)

Decreto 11 ottobre 2017 Criteri Ambientali Minimi (CAM): Affidamento di servizi di progettazione e lavori per la nuova costruzione, ristrutturazione e manutenzione di edifici pubblici, [G.U. n. 23 del 28 gennaio 2017] e s.m.i. (riferimento generale e successive modifiche)

UNI/TS 11300-1 Prestazioni energetiche degli edifici- Parte 1 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale

UNI EN 823 Isolanti termici per edilizia - Determinazione dello spessore

UNI EN 826 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del comportamento a compressione

UNI EN 1604 Isolanti termici per edilizia - Determinazione della stabilità dimensionale in condizioni specificate di umidità e di temperatura

UNI EN 1607 Isolanti termici per edilizia - Determinazione della resistenza a trazione perpendicolare alle facce

UNI EN 1609 Isolanti termici per edilizia - Determinazione dell'assorbimento d'acqua per breve periodo per immersione parziale

UNI EN 12086 Isolanti termici per edilizia - Determinazione delle proprietà di trasmissione del vapore acqueo

UNI EN 12087 Isolanti termici per edilizia - Determinazione dell'assorbimento d'acqua a lungo termine: prova attraverso immersione

UNI EN 12089 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del comportamento a flessione

UNI EN 12090 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del comportamento a taglio

UNI EN 12430 Isolanti termici per edilizia - Determinazione del comportamento sotto carico concentrato

UNI EN 12431 Isolanti termici per edilizia - Determinazione dello spessore degli isolanti per pavimenti galleggianti

UNI EN 12667 Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia - Determinazione della resistenza termica con il metodo della piastra calda con anello di guardia e con il metodo del termoflussimetro - Prodotti con alta e media resistenza termica

UNI EN 13162 Isolanti termici per edilizia - Prodotti di lana minerale (MW) ottenuti in fabbrica – Specificazione

UNI EN 13501 (serie) Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione

UNI EN 29051-1 Acustica. Determinazione della rigidità dinamica. Materiali utilizzati sotto i pavimenti galleggianti negli edifici residenziali.

UNI EN ISO 354 Acustica - Misura dell'assorbimento acustico in camera riverberante

UNI EN ISO 9053-1 Acustica - Determinazione della resistenza del flusso d'aria - Parte 1: Metodo del flusso d'aria statico

UNI EN ISO 10140 (serie) Acustica - Misurazione in laboratorio dell'isolamento acustico di edifici e di elementi di edificio

UNI EN ISO 11654 Acustica - Assorbitori acustici per l'edilizia- Valutazione dell'assorbimento acustico

UNI EN ISO 12354 (serie) Acustica in edilizia - Valutazioni delle prestazioni acustiche di edifici a partire dalle prestazioni di prodotti

UNI CEI EN ISO/IEC 17065 Valutazione della conformità - Requisiti per organismi che certificano prodotti, processi e servizi

3 TERMINI, DEFINIZIONI ED ACRONIMI

3.1 TERMINI E DEFINIZIONI

Ai fini del presente documento valgono i termini e le definizioni seguenti:

3.1.1 lana minerale: Materiale isolante avente consistenza simile alla lana, fabbricato da rocce fuse, scorie oppure vetro.

[UNI EN 13162:2015, punto 3.1.1]

3.1.2 lana di vetro: Lana minerale prodotta dalla fusione del vetro.

3.1.3 lana di roccia: Lana minerale prodotta dalla fusione di roccia, inclusa quella ad elevato tenore di allumina e basso tenore di silice, denominata HT.

3.2 ACRONIMI

Il presente punto include l'elenco degli acronimi utilizzati nella presente prassi e la loro spiegazione:

AES	Lana di silicato alcalino terroso
AF _r (Air Flow resistivity)	Resistività al flusso d'aria

CAM	Criteri Ambientali Minimi
CER	Catalogo Europeo Rifiuti
CLP (Classification, Labelling and Packaging)	Classificazione, Etichettatura e Imballaggio
DoP	Dichiarazione di Prestazione
EUCEB (European Certification Board for Mineral Wool Products)	Ente europeo di certificazione dei prodotti in lana minerale
FAV	Fibre Artificiali Vetrose
FCR	Fibre Ceramiche Refrattarie
MMVFs (Man Made Vitreous Fibers)	Fibre di Vetro prodotte dall'uomo
NPD (No Performance Determined)	Nessuna Prestazione Determinata
REACH (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals)	Registrazione, Valutazione, Autorizzazione e restrizione delle sostanze Chimiche
SVF (Synthetic Vitreous Fibers)	Fibre Sintetiche Vetrose
WS (Water Absorption Short Term)	Assorbimento dell'acqua a breve termine
WL(P) Long Term Water Absorption by Partial Immersion	Assorbimento dell'acqua per immersione parziale e a lungo termine

4 PRINCIPIO

La presente prassi di riferimento si propone di fornire delle linee guida per la corretta applicazione dei prodotti in lana minerale (lana di vetro e lana di roccia) nel settore dell'edilizia.

Il documento è strutturato in modo da illustrare:

- le caratteristiche delle lane minerali;
- le caratteristiche dei prodotti a base di lana minerale in termini di isolamento termico, acustico, assorbimento acustico, comportamento antincendio, caratteristiche prestazionali qualificanti e prestazione energetica;
- la rimozione di strutture contenenti lane minerali in termini di classificazione e smaltimento dei rifiuti;
- la descrizione della tipologia ed applicazione dei prodotti;
- considerazioni in materia di salute e sicurezza.

La prassi di riferimento si completa con le seguenti appendici:

- Appendice A - Processo produttivo della lana di vetro;

- Appendice B - Processo produttivo della lana di roccia;
- Appendice C - Scheda (check list) di verifica del progetto riferita agli elementi opachi;
- Appendice D - Scheda (check list) di verifica del cantiere riferita agli elementi opachi;
- Appendice E - Elementi per la compilazione di un capitolato speciale d'appalto per le parti relative all'utilizzo delle lane minerali;
- Appendice F - Principali applicazioni dei prodotti a base di lane minerali.

5 CARATTERISTICHE DELLE LANE MINERALI

Le lane minerali rientrano nella famiglia delle Fibre Artificiali Vetrose (FAV). Queste, conosciute anche come Man-Made Vitreous Fiber (MMVF) o Synthetic Vitreous Fibers (SVF), attualmente sono il gruppo di fibre commercialmente più importante di tutte le fibre artificiali inorganiche e già intorno agli anni '30, grazie alle loro caratteristiche chimico-fisiche, venivano ampiamente utilizzate nell'isolamento termico e acustico e successivamente come rinforzo di materiali plastici, nell'industria tessile e in altre attività industriali.

È importante sottolineare che le FAV sono prodotte da materie prime naturali (silice e roccia basaltica) e non da sostanze sintetiche.

La dizione "artificiali" si riferisce al fatto che le fibre sono prodotte tramite lavorazioni che conferiscono loro le desiderate caratteristiche chimiche e fisiche.

Tra tutte le FAV, solo alcune (lana di vetro per isolamento, lana di roccia, lana di scoria, lana di silicato alcalino terroso - AES) sono classificate come lana minerale; le restanti sono classificate come Filamenti, Fibre di vetro a filamento continuo, Fibre Ceramiche Refrattarie e Microfibre.

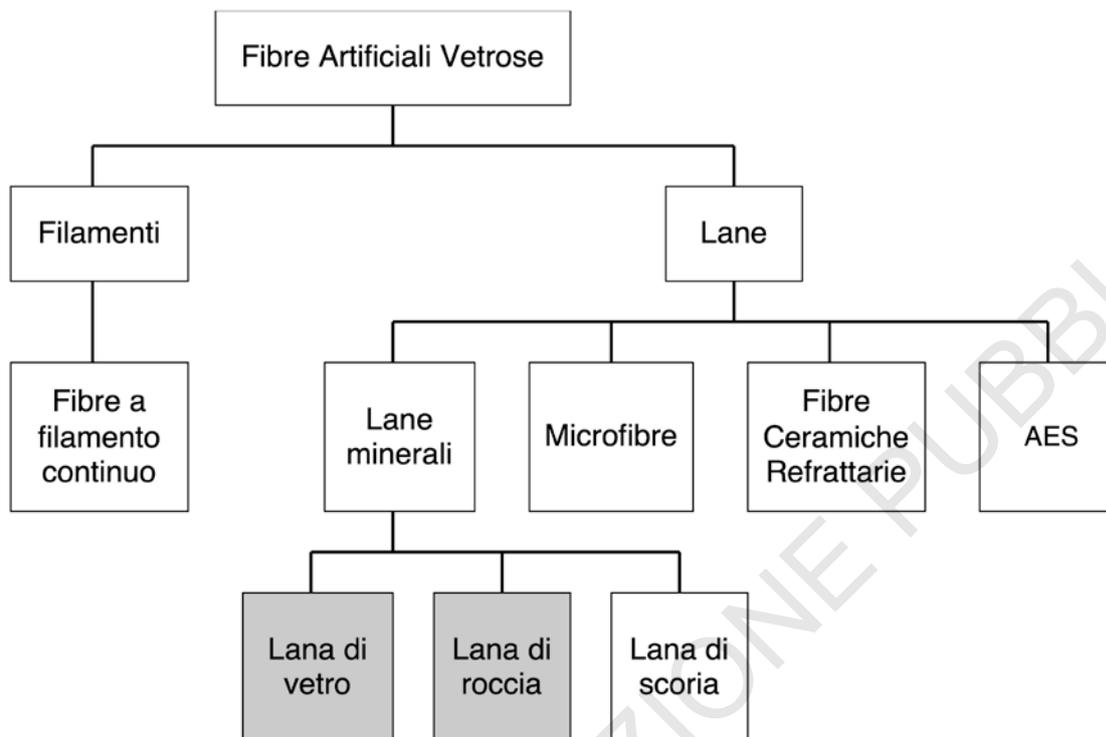


Figura 1 - Classificazione delle Fibre Artificiali Vetrose (sono evidenziate le lane minerali oggetto del presente documento)

Le FAV hanno differenti proprietà fisiche (in primis il diametro) e differente composizione chimica, con particolare riguardo alla presenza di ossidi alcalini ad alcalino terrosi (Na_2O , K_2O , CaO , MgO , BaO e loro combinazioni).

Le proprietà tecniche prestazionali risultano strettamente legate alle loro caratteristiche chimico-fisiche:

- le fibre a filamento continuo sono utilizzate in campo tessile, per usi elettrici e di materiali di rinforzo per plastica e cemento;
- le microfibre sono utilizzate in filtri ad alta efficienza ed isolamento aerospaziale;
- le fibre ceramiche refrattarie (FCR) sono utilizzate in applicazioni industriali per l'isolamento di forni, di altoforno, di stampi di fonderia, di condutture, di cavi, per la fabbricazione di giunti ma anche nell'industria automobilistica, aeronautica e nella protezione incendio;
- le lane minerali sono utilizzate come isolanti nell'edilizia ed in altre applicazioni: colture fuori suolo, camere sorde, rafforzamento di prodotti bituminosi, di cementi, di materiali compositi;
- le lane di silicato alcalino terroso (AES) sono indicate per applicazioni industriali ad alta temperatura.

Una sostanza è definita fibrosa quando è composta da particelle aventi lunghezza pari ad almeno tre volte il proprio diametro. Le fibre minerali artificiali si distinguono dalle fibre minerali naturali per l'impossibilità di separarsi longitudinalmente in fibrille di più piccolo diametro. La loro differenza sostanziale risiede nel comportamento meccanico. Le fibre minerali naturali, infatti, si frammentano

sia longitudinalmente, sia trasversalmente, mentre quelle artificiali solo trasversalmente, producendo frammenti più corti.

Le lane minerali sono caratterizzate da un'elevata stabilità chimica e fisica; infatti, grazie alla loro natura totalmente inorganica, non sono infiammabili né emettono gas tossici in caso di incendio, non subiscono degrado nel corso del tempo, sono imputrescibili, non sono degradabili da batteri o microorganismi.

6 CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI A BASE DI LANA MINERALE

6.1 GENERALITÀ

Come si può evincere dalle informazioni contenute nelle schede per il corretto uso e/o nelle "schede di sicurezza" (laddove prescritte), i prodotti in lana minerale sono composti da una elevatissima percentuale di lana minerale e da una piccola percentuale di legante (resine termoindurenti); possono essere altresì aggiunte particolari sostanze destinate a migliorare il comportamento all'acqua e la manipolabilità anche dei rivestimenti.

La norma armonizzata pertinente è la UNI EN 13162: il prodotto deve essere marcato CE e le sue prestazioni devono essere indicate nella Dichiarazione di Prestazione (DoP) come riportato in Appendice F.

Le prestazioni dichiarate nella DoP sono garantite per ogni lotto di produzione; le prestazioni non contenute nella DoP (al pari di tutte le prestazioni dei prodotti sprovvisti di marcatura CE) non sono invece garantite.

L'intreccio delle fibre realizzato in sede di produzione delle lane minerali e dei manufatti a base di lane minerali conferisce a questi prodotti un'elevata capacità di isolamento, sia termico che acustico. L'aria trattenuta all'interno di questa articolata e complessa porosità, realizzata dall'intreccio, impedisce scambi di temperature da una superficie all'altra degli elementi di lana minerale. La porosità, accompagnata da una apprezzabile elasticità degli elementi, permette di smorzare le onde sonore e di isolare quindi dai rumori aerei, dai rumori da calpestio e di eseguire una correzione acustica dei locali.

Una caratteristica peculiare dei prodotti a base di lana minerale è l'incombustibilità: non contribuiscono allo sviluppo ed alla propagazione degli incendi e non emettono gas tossici.

6.2 ISOLAMENTO TERMICO

Le prestazioni termiche di un materiale isolante sono caratterizzate in particolare dal valore della sua conducibilità termica λ (lambda) espressa in W/mK.

Secondo la norma UNI EN 13162, la conduttività termica viene espressa in termini di conducibilità termica dichiarata, λ_D , ricavata da $\lambda_{90/90}$, calcolato secondo le norme UNI EN 12667 o UNI EN 12939.

La conducibilità termica dei prodotti di lana minerale, tipicamente con valori compresi tra $\lambda_D = 0,031$ W/mK e $\lambda_D = 0,042$ W/mK, è dichiarata nella DoP ed è in funzione della massa volumica del prodotto, del diametro medio e dell'orientamento delle fibre; per i prodotti destinati all'impiego in edilizia, è riferita alla temperatura di 10 °C.

La conducibilità termica è funzione della densità, del diametro delle fibre, del loro orientamento.

Inoltre, ai fini della valutazione delle prestazioni del prodotto in regime estivo in aggiunta alla summenzionata conducibilità termica, devono essere considerate anche la massa e il calore specifico. Nei prodotti di lana minerale, la massa può assumere valori differenti (dipendendo questi dallo spessore e dalla densità del materiale, variabile tra 10 e 200 kg/m³), mentre il calore specifico è pari a 1030 J/kgK.

La riqualificazione dell'involucro con materiali isolanti porta effetti positivi non solo nella stagione invernale ma anche in quella estiva.

Il raggiungimento di un adeguato livello di isolamento termico delle strutture opache (in termini di bassa trasmittanza termica periodica) consente di ridurre l'energia solare entrante; ciò, unito ad attenzioni progettuali sulle altre componenti (schermature delle parti trasparenti, utilizzo di ventilazione/aerazione al fine di dissipare l'energia termica prodotta o accumulata, valutazione della capacità termica complessiva dell'ambiente interno) permette di raggiungere un basso consumo energetico per la climatizzazione estiva (in termini di EP_{C,nd} ed un elevato comfort termico estivo indoor (in termini di temperatura operativa).

Per gli interventi di nuova costruzione, il rispetto dei vigenti obblighi legislativi (Decreto Interministeriale "Requisiti Minimi" del 26 giugno 2015) consente pressoché automaticamente di raggiungere quanto sopra.

Per gli interventi sugli edifici esistenti, la realizzazione della sola coibentazione della parte opaca consente di diminuire le ore di dis-comfort e (in presenza di impianto di climatizzazione estiva) di diminuire il consumo energetico tanto più quanto, nella situazione pre-intervento, le strutture non sono isolate ed hanno poca massa (ad esempio, quando si coibenta una copertura non isolata in legno).

Nei grafici rappresentati nelle figure sottostanti si apprezza come l'inserimento di uno strato di coibentazione in lana minerale in una copertura leggera e non isolata migliori il comfort termico indoor (in termini di temperatura operante media interna) anche durante l'estate, senza la necessità di dotarsi di condizionatore; nella situazione pre-intervento (cerchi rosa nella Figura 2) la temperatura interna si è mantenuta nell'intervallo di comfort nell'81% del tempo, mentre nella situazione post-intervento (cerchi verdi nella Figura 3) la temperatura interna si è mantenuta nell'intervallo di comfort nel 92% del tempo.

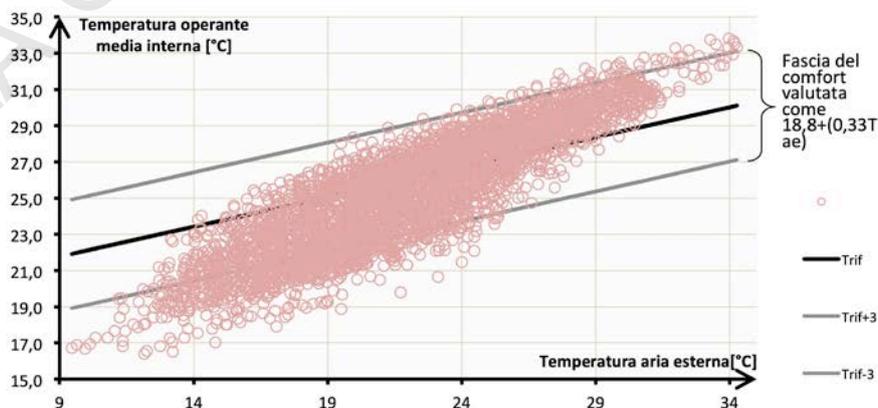


Figura 2 - Andamento delle temperature interne (copertura leggera e non isolata) in assenza di impianto di climatizzazione estiva (rosa: situazione pre-intervento)

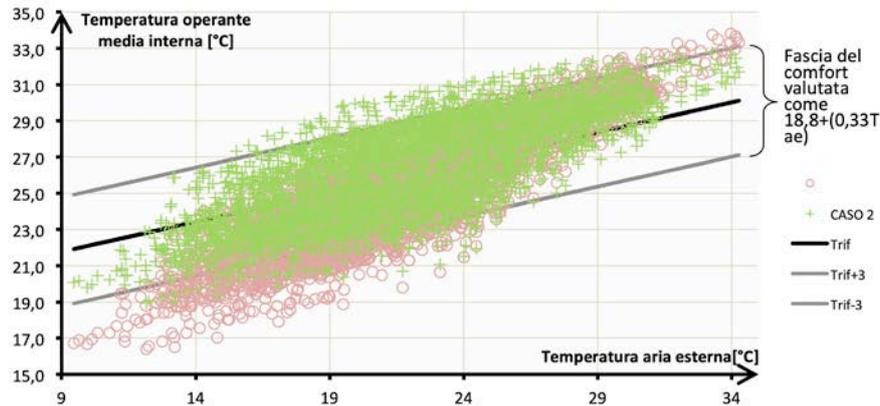


Figura 3 - Andamento delle temperature interne (copertura leggera e non isolata) in assenza di impianto di climatizzazione estiva (rosa: situazione pre-intervento – verde: situazione post-intervento di coibentazione con lane minerali)

6.3 ISOLAMENTO ACUSTICO

I prodotti a base di lana minerale, essendo porosi a celle aperte, offrono ottime caratteristiche di isolamento acustico. La prestazione è legata al sistema di posa e stratigrafia.

Principali utilizzi:

- Riempiimento di intercapedini: in numerose applicazioni (ad esempio: murature a cassetta, divisori in gesso rivestito, coperture in legno con isolante montato tra i travetti, isolante all'estradosso del solaio, facciate ventilate, controsoffitti) la lana minerale installata in intercapedine svolge una "funzione di assorbimento per porosità" e grazie alla struttura porosa aperta, per attrito viscoso, frena la propagazione dell'energia sonora all'interno del materiale riducendo la trasmissione del rumore. Uno dei parametri che determina la prestazione acustica in questo caso specifico, oltre allo spessore, è la resistività al flusso dell'aria "AF_r" (kPa·s/m²).
- Posa a contatto con gli altri componenti: usata come materiale resiliente in numerose applicazioni (ad esempio: isolamento a cappotto esterno con intonaco sottile, contropareti interne con pannelli accoppiati a lastre in gesso rivestito, massetti galleggianti interpiano) la lana minerale è a contatto con gli strati delle strutture edilizie e svolge quindi una "funzione di molla" riducendo la trasmissione di vibrazioni e la propagazione di energia sonora grazie alla sua capacità dissipativa e annullando l'effetto dei ponti acustici. Il guadagno nell'isolamento è, quindi, funzione della capacità del materiale di limitare la trasmissione di vibrazioni.

Il parametro acustico della lana minerale che determina la prestazione acustica, in questo caso specifico è la rigidità dinamica contraddistinta dal simbolo s' e misurata in MN/m³. Questo parametro assume nella lana minerale valori ottimali senza dover rinunciare alle caratteristiche meccaniche necessarie per l'applicazione specifica.

I parametri di cui sopra descrivono la prestazione del prodotto a base di lana minerale.

La prestazione della parete (o di un insieme di componenti che include anche l'isolante) è invece espressa in termini di indice di potere fonoisolante R_w o di indice di livello di rumore normalizzato da calpestio $L_{n,w}$. Tali parametri sono ottenuti tramite misurazioni in laboratorio secondo la serie di norme UNI EN ISO 10140 oppure possono essere calcolati partendo dalle prestazioni dei singoli componenti.

Dai valori di R_w , grazie a quanto contenuto nella norma UNI EN 12354-1, è possibile ricavare il valore assunto dall'indice di potere fonoisolante apparente R'_w o dall'indice di isolamento acustico normalizzato di facciata $D_{2m,nT,w}$ e confrontare questi ultimi con i requisiti previsti dal DPCM 5 dicembre 1997.

Analogamente, dai valori di $L_{n,w}$, grazie a quanto contenuto nella norma UNI EN 12354-2, è possibile ricavare il valore assunto dall'indice di livello di rumore da calpestio normalizzato apparente $L'_{n,w}$ e confrontarlo con i requisiti previsti dal DPCM 5 dicembre 1997.

Per alcuni elementi edilizi la prestazione fonoisolante è espressa tramite ulteriori parametri, ad esempio:

- la prestazione fonoisolante ai rumori aerei di un cappotto termico è descritta tramite ΔR_w , variazione dell'indice del potere fonoisolante apportata dal cappotto termico;
- la prestazione fonoisolante ai rumori aerei di un massetto galleggiante è descritta tramite ΔR_w , variazione dell'indice del potere fonoisolante apportata dal massetto galleggiante;
- la prestazione fonoisolante ai rumori da calpestio di un massetto galleggiante è descritta tramite ΔL_w , variazione dell'indice di livello di rumore da calpestio apportata dal massetto galleggiante.

6.4 ASSORBIMENTO ACUSTICO

Per quanto detto in precedenza, i prodotti a base di lana minerale - essendo quest'ultimo un materiale poroso a celle aperte - garantisce le migliori caratteristiche di assorbimento acustico con prodotti leggeri e di facile installazione. Le prestazioni di assorbimento acustico variano in funzione della frequenza. Ogni materiale fonoassorbente è contraddistinto, per ogni frequenza, da un coefficiente di assorbimento alfa (α) il cui valore è compreso tra 0 e 1,00, dove zero rappresenta la mancanza assoluta di assorbimento (riflessione totale) e 1,00 rappresenta l'assorbimento totale dei suoni incidenti. Maggiore sarà il valore alfa (α), migliori saranno le caratteristiche fonoassorbenti del materiale considerato.

Nel dettaglio, la proprietà di dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla superficie e, quindi, di ridurre l'energia sonora riflessa viene valutata con il coefficiente di assorbimento acustico (α), definito dall'espressione:

$$\alpha = (W_i - W_r) / W_i$$

dove:

W_i = energia sonora incidente;

$W_a = W_i - W_r$: energia sonora incidente – energia sonora riflessa, dunque energia sonora assorbita.

La lana minerale svolge una *Funzione di assorbitore acustico* riducendo i tempi di riverbero e il livello sonoro nell'ambiente. In generale, le caratteristiche fonoassorbenti delle strutture all'interno delle quali è inserita migliorano con l'incremento di spessore della lana minerale (Figura 4).

Il valore del coefficiente di assorbimento acustico pesato α_w è un indice di valutazione unico è riferito al valore a 500 Hz ottenuto a partire dai coefficienti di assorbimento dipendenti dalla frequenza con il metodo definito dalla norma UNI EN ISO 11654.

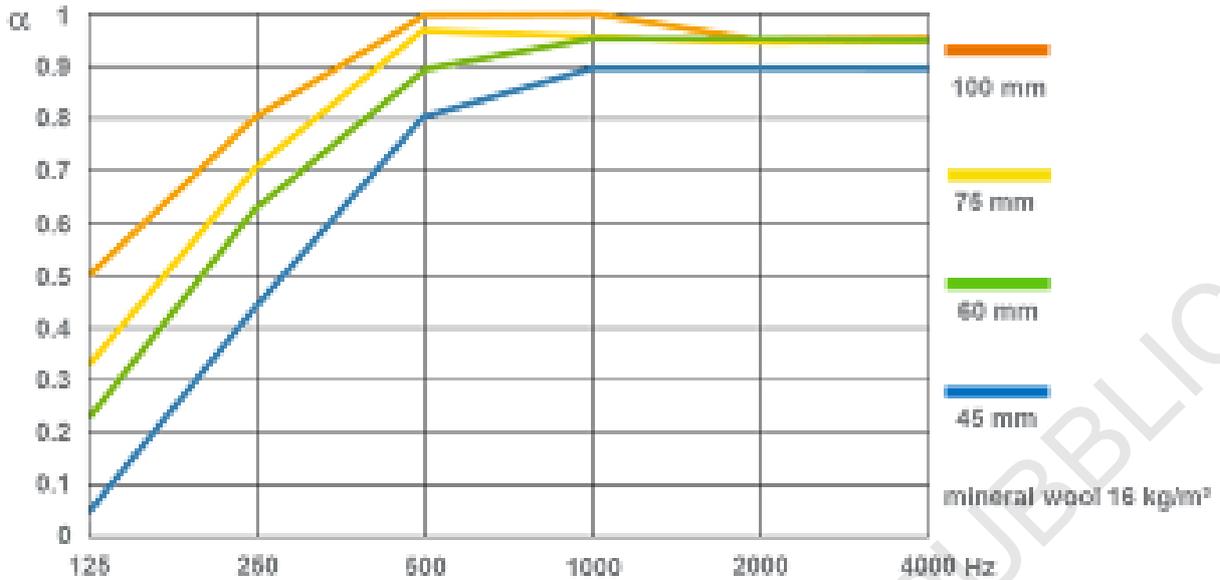


Figura 4 - Spessore della lana minerale sul coefficiente di assorbimento (α) alle varie frequenze (Hz)

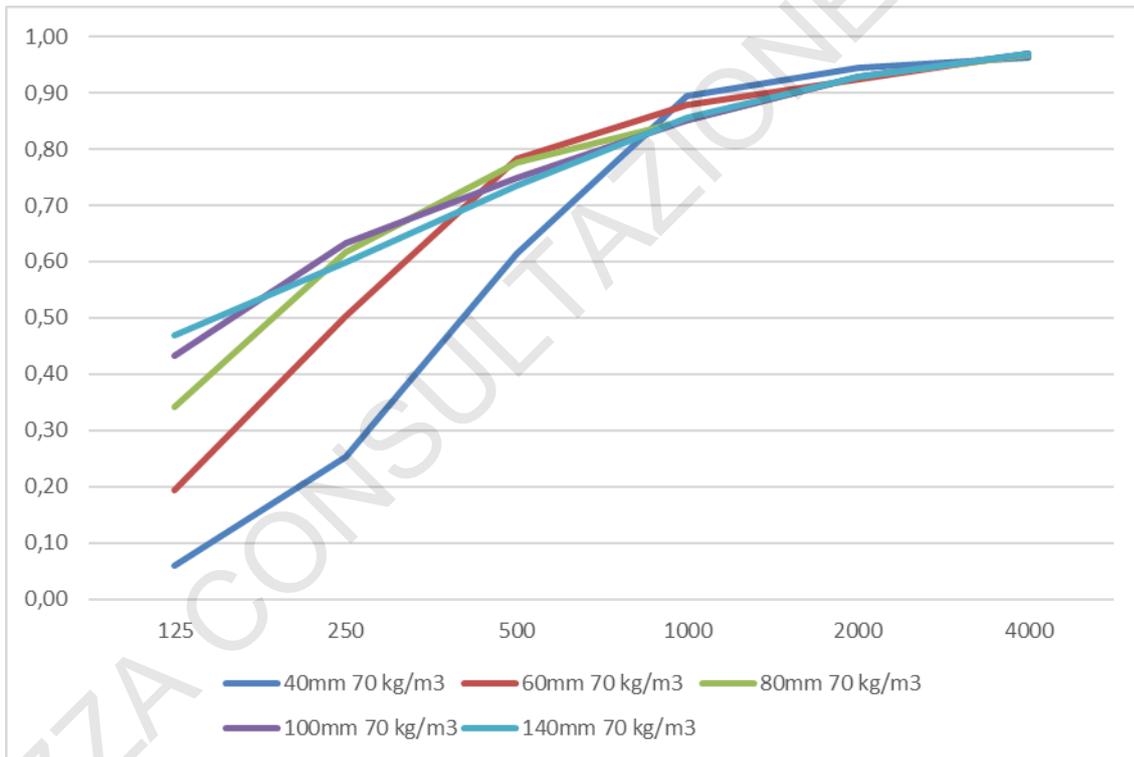


Figura 5 – Coefficiente di assorbimento alle varie frequenza (Hz) per diversi spessori di pannelli in lana minerale con densità 70 kg/m³

6.5 COMPORTAMENTO E PRESTAZIONI ANTINCENDIO

Caratteristica peculiare delle lane minerali è l'incombustibilità. Grazie alla loro natura inorganica ed al basso contenuto di legante, i prodotti a base di lana minerale non contribuiscono allo sviluppo e alla propagazione degli incendi e non emettono gas tossici.

La reazione al fuoco dei materiali descrive il comportamento degli stessi nei confronti del fuoco (attraverso la propagazione del fuoco, la produzione di fumo e la produzione di gocce/particelle ardenti), ed è una delle misure antincendio di protezione da perseguire per garantire un adeguato

livello di sicurezza in condizione di incendio ed in particolare nella fase di prima propagazione (pre-flashover¹). È quindi fondamentale scegliere prodotti da costruzione con un basso grado di partecipazione all'incendio per evitare il raggiungimento del flashover stesso.

In particolare i parametri caratteristici della reazione al fuoco, da determinare per i prodotti isolanti soggetti a marcatura CE secondo la norma UNI EN 13501-1, sono:

- infiammabilità, intesa come la capacità dei materiali di entrare e permanere in stato di combustione;
- velocità di propagazione della fiamma, intesa come velocità del fronte di fiamma;
- gocciolamento, inteso come la capacità di un materiale di emettere gocce di materiale durante lo stato di combustione;
- sviluppo di calore nell'unità di tempo;
- produzione di fumo.

I manufatti isolanti in lana minerale, soggetti a marcatura CE, sono incombustibili e dunque ricadono in una delle seguenti classi di reazione al fuoco (il dato è contenuto nella DoP ed è dunque garantito per ogni lotto di produzione):

- A1: incombustibile, non sviluppa fumi e non genera gocce incandescenti;
- A2-s1,d0: incombustibile, non sviluppa fumi o ne sviluppa pochi e non genera gocce incandescenti.

Da notare che i prodotti in lana minerale bitumati o rivestiti, ad esempio con carta kraft o carta bitumata kraft, laddove non testati per quanto riguarda la prestazione di reazione al fuoco, possono avere classe di reazione al fuoco F (se antecedenti a marzo 2016, ad oggi non più commercializzati) o dicitura NPD (No Performance Determined).

L'Euroclasse di reazione al fuoco del materiale isolante assume particolare rilevanza per la sicurezza antincendio delle facciate. Infatti, i Paesi europei utilizzano proprio tale parametro (riferito all'isolante singolo o in kit) per esprimere i requisiti minimi che una facciata deve soddisfare. In particolare, l'utilizzo di isolanti incombustibili sull'intera facciata è l'unica soluzione accettata in ogni tipologia edilizia, in tutti i Paesi europei. Tale soluzione consente il migliore possibile livello di sicurezza mentre ogni altra soluzione che prevede l'utilizzo (sull'intera facciata o solo su parti di essa) di isolanti combustibili, non è altrettanto sicura (tanto che in alcune tipologie edilizie tale soluzione è vietata). L'Euroclasse di reazione al fuoco quantifica le eventuali emissioni di fumo, ma nulla dice in merito alla tossicità di questi ultimi, aspetto particolarmente rilevante alla luce di quelle che sono le reali cause di morte in caso di incendio.

L'utilizzo dei prodotti in lana minerale è inoltre previsto laddove, oltre all'isolamento termico e acustico, sia richiesta anche la resistenza al fuoco delle strutture.

¹ Il *flashover* si produce a partire da temperature ambiente di 500 °C e corrisponde alla situazione critica dell'"incendio generalizzato". È un fenomeno di combustione in cui tutto il materiale combustibile, contenuto all'interno del locale interessato dal fuoco, si incendia quasi contemporaneamente, generando un incendio incontrollabile con conseguente brusco aumento della temperatura.

6.6 SOSTENIBILITÀ

Gli isolanti in lana minerale sono realizzati da materie prime estremamente disponibili ed abbondanti: le loro riserve sono considerate inesauribili dal momento che sabbia e rocce basaltiche sono costantemente generate dalle forze che agiscono sulla crosta terrestre. È necessaria una piccola quantità di energia per trasportarli e per posarli in opera. Sono facili da installare e sicuri da maneggiare. Rendono gli edifici energeticamente efficienti, combattono il rumore e riducono l'inquinamento atmosferico. Sono incombustibili e mantengono le proprie dimensioni per l'intera vita utile mentre forniscono comfort, il tutto con una impronta ecologica molto positiva; quando l'edificio è giunto a fine vita possono essere riciclati in nuova lana minerale.

Gli isolanti in lana minerale forniscono un contributo significativo ad ognuno dei tre ambiti della sostenibilità: sociale, ambientale ed economica dell'edificio.

In termini di benefici ambientali, i prodotti in lana minerale contribuiscono significativamente all'efficienza delle risorse grazie a un contenuto di riciclato (la cui percentuale, in continuo aumento, può arrivare oltre il 60% ed è variabile in funzione della natura del prodotto e delle prestazioni tecniche che lo stesso è chiamato a soddisfare) e grazie al fatto che le materie prime vergini utilizzate (roccia vulcanica sabbia, ecc.) sono le più abbondanti della Terra. Inoltre, i prodotti in lana minerale fanno risparmiare un'importante quantità di energia (altrimenti necessaria per il riscaldamento e il raffrescamento) durante la vita utile dell'edificio.

Gli isolanti in lana minerale possono far risparmiare fino al 50% dell'energia necessaria per riscaldare l'edificio e possono far diminuire fino al 50% le emissioni di CO₂ e di altri inquinanti dal momento che gli isolanti in lana minerale hanno un ottimo tempo di ritorno. È stato calcolato che le emissioni di CO₂ evitate durante la vita utile dell'edificio sono 200 volte maggiori di quelle emesse durante la produzione dei prodotti in lana minerale. Ciò significa che in soli tre mesi gli isolanti in lana minerale compensano le emissioni prodotte durante la propria produzione e per il resto della propria vita utile contribuiscono positivamente all'ambito ambientale.

L'intero spettro dei benefici ambientali che si possono ottenere è apprezzabile grazie ad un confronto dell'edificio prima e dopo l'installazione dell'isolante. Il rapporto tra i benefici e gli impatti ambientali della lana minerale sono sintetizzati nel grafico sottostante, basato su un approfondito studio LCA (Life Cycle Assessment).

RAPPORTO TRA BENEFICI ED IMPATTI AMBIENTALI

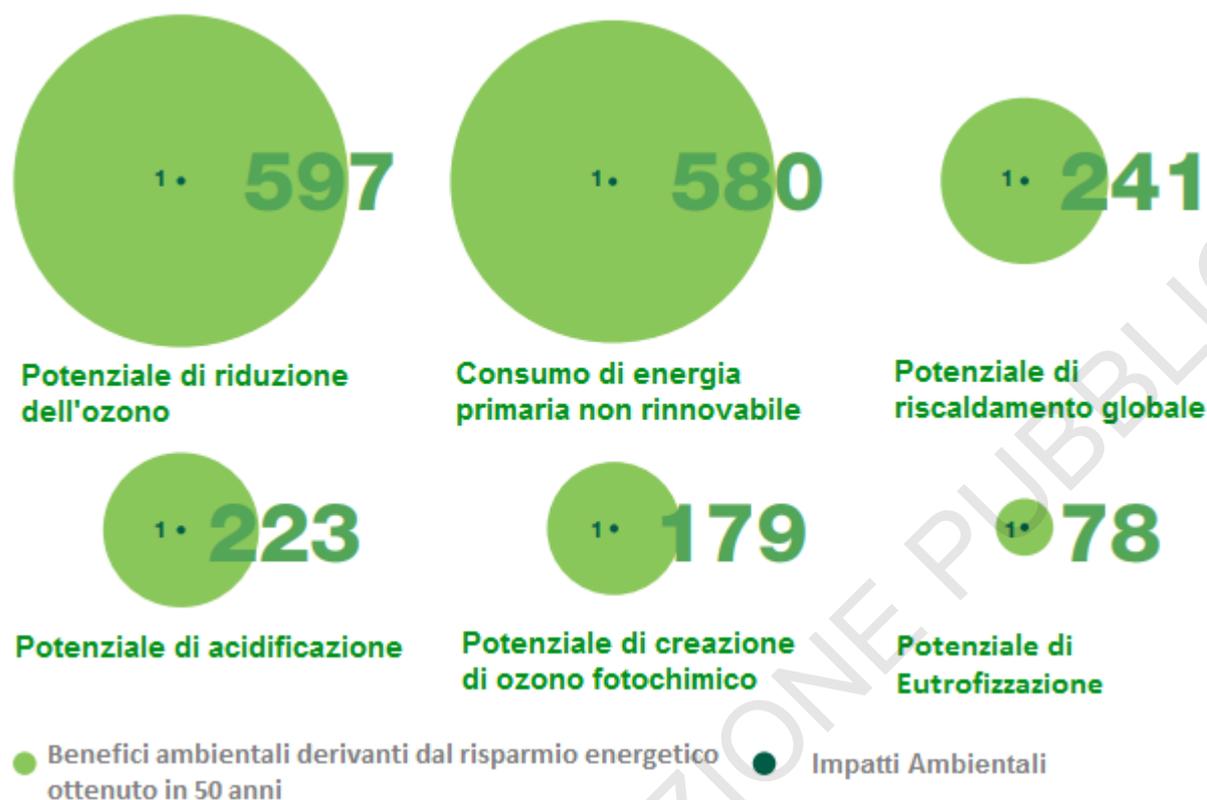


Figura 6 - Rapporto tra i benefici e gli impatti ambientali per indicatori dell'LCA²

Lo studio LCA è spesso utilizzato come strumento per confrontare l'impronta ecologica dei materiali da costruzione, ma il suo pieno potenziale si raggiunge solo considerando tutti gli indicatori ambientali nell'intero contesto dell'edificio, grazie ad un'analisi "dalla culla alla tomba" nella quale sono considerati parametri come la durabilità e il mantenimento delle prestazioni termiche. Le dichiarazioni ambientali di prodotto (EPD) sono documenti utilizzati per comunicare informazioni ambientali ottenute grazie ad un'analisi LCA. Le EPD sono utilizzate sempre più e sono diventate un importante criterio per la selezione dei materiali da costruzione. I produttori di lane minerali forniscono diverse EPD dei propri prodotti sebbene un diretto confronto effettuato tramite EPD spesso porta a conclusioni errate riguardo alla prestazione ambientale del materiale isolante. Come sopra ricordato, i prodotti in lana minerale devono essere valutati nel contesto dell'intero edificio tenendo in considerazione ulteriori parametri come la durabilità e la prestazione termica. Poiché le EPD stanno diventando un importante strumento, è necessario essere corretti ed esaustivi nel confrontare differenti materiali.

Un corretto confronto deve essere effettuato a parità di prestazione. Questa non può essere il solo isolamento termico invernale, poiché i materiali isolanti contribuiscono (in positivo o in negativo) a diverse ulteriori prestazioni della parete (isolamento termico estivo, protezione dal rumore, protezione dal rumore). È necessario considerarle tutte per capire come l'impatto ambientale di un prodotto si colloca rispetto a quello di prodotti concorrenti.

In particolare, tutti i materiali contribuiscono positivamente all'isolamento termico; le differenze che si riscontrano tra materiali diversi sono facilmente compensabili variando lo spessore del materiale. Per altre prestazioni ciò non è possibile: ad esempio, alcuni materiali peggiorano le caratteristiche

² Tratto dalla brochure realizzata da EURIMA "Mineral Wool I Putting Natural Resources to Work for the Benefit of our Planet" - <https://www.eurima.org/flipbook/mineralwool/files/assets/downloads/publication.pdf>

acustiche e/o il comportamento al fuoco della parete. In questi casi, una parete contenente lana minerale avrà delle caratteristiche superiori rispetto alla medesima parete contenente altro materiale isolante. Affinché quest'ultima parete raggiunga le medesime prestazioni della parete contenente lana minerale, è necessario modificare la parete originaria, inserendo materiali più performanti (ad esempio, una finestra con migliore isolamento acustico) o addizionali (ad esempio un materiale incombustibile, nel tentativo di raggiungere il livello di incombustibilità offerto dai prodotti in lana minerale).

Risulta evidente che l'impatto ambientale di una simile parete risulterà maggiore di quello della parete contenente lane minerali, dal momento che quest'ultima conterrà un numero inferiore di elementi.

Riguardo ai benefici sociali, i prodotti in lana minerale contribuiscono a realizzare un ambiente salutare, mantenendo il comfort termico nell'edificio e riducendo le ore di dis-comfort. Inoltre contribuiscono significativamente alla riduzione degli inquinanti generati dalla produzione di energia. Grazie alle eccellenti proprietà acustiche, i prodotti in lana minerale contribuiscono anche a ridurre l'inquinamento acustico minimizzando il rumore trasmesso tra ambienti diversi. Infine la lana minerale è incombustibile: non contribuisce alla propagazione dell'incendio ma al contrario è utilizzata proprio come barriera alla propagazione delle fiamme, il che è un aspetto cruciale nella scelta del materiale isolante, dal momento che aumenta la sicurezza e il benessere degli occupanti.

I benefici economici dell'isolamento non possono essere trascurati. L'utilizzo di prodotti in lana minerale può far risparmiare l'inquilino fino a €600 all'anno sui costi della bolletta energetica, mentre a livello macro efficienza energetica migliora la bilancia commerciale del singolo Paese (grazie alla minore quantità di combustibile importato) e ne migliora la sicurezza energetica.

I benefici dell'utilizzo dei prodotti in lana minerali sono sintetizzati nella tabella sottostante.

Tabella 1 – Benefici dell'utilizzo dei prodotti in lana minerale

Benefici Ambientali	Benefici Sociali	Benefici Economici
Consente un minor utilizzo di materie prime nella fase di produzione e trasporto	Contribuisce a realizzare un sano ambiente indoor	Riduce i costi della bolletta energetica dei cittadini
Riduce l'utilizzo e la produzione di energia	Riduce l'inquinamento atmosferico	Migliora la bilancia commerciale del Paese
Riduce le emissioni di CO ₂ e degli altri inquinanti	Migliora il comfort acustico indoor	Migliora la sicurezza energetica del Paese
Consente di riciclare il materiale per produrne di nuovo	Aumenta la sicurezza in caso di incendio	

6.7 ULTERIORI CARATTERISTICHE PRESTAZIONALI QUALIFICANTI

In aggiunta alle caratteristiche principali (isolamento termico, isolamento acustico, assorbimento acustico, comportamento al fuoco) le lane minerali sono caratterizzate da ulteriori proprietà, che ne definiscono i possibili utilizzi.

6.7.1 STABILITÀ DIMENSIONALE

La stabilità dimensionale di un materiale indica la capacità dello stesso di mantenere costanti le proprie dimensioni, anche al variare delle condizioni ambientali; da essa dipende quindi la durabilità delle prestazioni nel tempo.

I prodotti a base di lana minerale, grazie alla natura minerale delle fibre, hanno una elevatissima stabilità dimensionale. Infatti, la norma armonizzata di prodotto UNI EN 13162 stabilisce che tutti questi, anche nelle peggiori condizioni di temperatura ed umidità (ovvero 70°C e 90% di umidità relativa) subiscono, in ogni dimensione, una minima deformazione, comunque sempre inferiore all'1%. Tale proprietà, verificata in accordo alla norma UNI EN 1604, è espressa con la dizione DS (70,90).

Tale valore di stabilità dimensionale, se dichiarato nella DoP, è garantito per ogni lotto di produzione.

6.7.2 TRASPIRABILITÀ

Il coefficiente di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua, usualmente espresso con μ (adimensionale), è il rapporto tra il valore di permeabilità al vapore d'acqua dell'aria e quello del materiale o del prodotto omogeneo in questione. Tale coefficiente indica quanto la resistenza al passaggio del vapore d'acqua di un certo materiale è superiore rispetto a quella di uno strato di pari spessore di aria stazionaria alla stessa temperatura, ossia quantifica fino a che punto viene ostacolata la diffusione del vapore acqueo all'interno di un materiale.

Pertanto quanto più il materiale assume un valore μ prossimo a 1 (con una resistenza al passaggio del vapore d'acqua pari a quella dell'aria), tanto più sarà permeabile al vapore e dunque traspirante; valori tanto più elevati rispetto a 1 sono invece caratteristici di materiali poco permeabili al vapore e poco traspiranti. La lana minerale ha una porosità di circa il 98%, quindi è permeabile al vapore quasi quanto l'aria ferma. I prodotti a base di lana minerale hanno infatti una ottima traspirabilità. Infatti, la norma armonizzata di prodotto UNI EN 13162 stabilisce che tutti questi hanno $\mu=1$, ovvero, in termini di resistenza alla diffusione del vapore, la lana minerale si comporta come l'aria.

Tale valore è contenuto nella DoP ed è dunque garantito per ogni lotto di produzione.

L'utilizzo di prodotti in lana minerale consentono di ottenere pacchetti di chiusura traspiranti e di garantire la migrazione del vapore.

6.7.3 COMPORTAMENTO ALL'UMIDITÀ

La presenza di umidità in un materiale ne peggiora le caratteristiche coibenti, dal momento che l'umidità (conducibilità termica pari a 0,6 W/(m), se presente, sostituisce l'aria (conducibilità termica pari a 0,024 W/(m)).

La struttura fibrosa è porosa e le fibre stesse non sono attive nell'assorbimento dell'umidità, per cui il materiale è considerato non igroscopico, cioè non assorbe quantità significative di umidità, visto il basso livello di legante organico.

Inoltre, poiché la lana minerale è un materiale isolante termico (quindi incorporato in una stratigrafia che separa ambienti che si trovano a temperature diverse), in presenza di umidità nel materiale, questa migrerà verso il lato freddo del materiale, da cui fuoriuscirà se il perimetro è aperto e ventilato. Nel caso di una superficie ermetica sul lato freddo, l'umidità si raccoglierà come una pellicola d'acqua sottile appena dietro la superficie, lasciando il resto della lana minerale essenzialmente asciutto.

La pellicola può avere uno spessore di circa 0,1 mm per una struttura correttamente installata e in condizioni di normale funzionamento (questo spessore corrisponderebbe ad un contenuto medio di umidità del materiale di circa l'1% in peso - a seconda della densità e dello spessore della lana minerale).

L'umidità relativa sarà del 100% sulla pellicola d'acqua, ma diminuirà all'aumentare della distanza dalla superficie fredda. A causa della bassissima igroscopicità del materiale, non ci sarà essenzialmente umidità accumulata nella massa del materiale.

Di conseguenza, la proprietà di isolamento termico della lana minerale sarà mantenuta praticamente costante per ogni valore di umidità ambientale e pari al valore assunto dal materiale asciutto.

Quando la lana minerale viene utilizzata come isolante in una struttura dell'involucro di un edificio, presenta i seguenti vantaggi:

- la lana minerale è idrorepellente, quindi non assorbe l'umidità in ambiente ad elevato tasso di umidità;
- la lana minerale ha un'igroscopicità molto bassa, quindi la quantità di umidità assorbita dagli ambienti umidi è trascurabile;
- l'eventuale umidità assorbita ha un'influenza trascurabile sulle prestazioni della lana minerale come isolante termico;
- nel caso in cui venisse assorbita umidità, non vengono influenzate durata e prestazioni strutturali del materiale, come accertato da test secondo la norma UNI EN 1604. Infatti la conducibilità termica del materiale isolante non viene modificata dall'umidità e non esiste una correlazione diretta tra la quantità di acqua nel materiale e la sua perdita di resistenza alla compressione;
- in quanto materiale inorganico, la lana minerale non è soggetta ad essere attaccata da organismi viventi e risulta un supporto ostile allo sviluppo di microrganismi quali funghi, muffe, ecc.

6.7.4 COMPORTAMENTO ALL'ACQUA

La lana minerale può essere impregnata d'acqua se il materiale vi si ritrova immerso, ma la natura idrorepellente e non igroscopica garantiscono che l'acqua possa drenare naturalmente.

L'impregnamento persiste solo se il materiale è rivestito o inserito in volumi impermeabili.

Inoltre, sebbene episodi di immersione si verificano nella pratica, essi dovrebbero essere visti come situazioni assolutamente insoddisfacenti e dovrebbero essere risolti con altri mezzi, ad esempio prevenendo l'immersione ed adottando una progettazione adeguata. La scelta del prodotto isolante non può essere considerata causa di questi problemi. Gli isolanti non hanno infatti la funzione di tenuta all'acqua che è deputata ad altri prodotti. Si raccomanda, pertanto, nell'eventualità in cui si rilevasse la presenza di acqua durante le fasi di installazione, di valutare in base alla specifica soluzione applicativa, se sia possibile procedere o meno, previa asciugatura dei pannelli, con le successive fasi previste dal sistema costruttivo. Si evidenzia che la presenza di acqua nei prodotti a base di lana minerale non provoca fenomeni di marcescenza o imputrescenza ma (come succede per ogni materiale edile) influisce negativamente sulle sue prestazioni termiche. Dopo una completa asciugatura, il materiale in lana minerale garantisce le stesse prestazioni originarie.

A conferma delle proprietà citate, si evidenziano le seguenti prestazioni dei prodotti a base di lana minerale.

Assorbimento dell'acqua a breve termine (WS)

L'assorbimento dell'acqua a breve termine (WS - Water Absorption Short Term) evidenzia che lana minerale non è idrofila in accordo alla norma di prova UNI EN 1609. I risultati ottenuti dalle prove eseguite sono conformi alla norma di prodotto UNI EN 13162, pertanto il valore di assorbimento dell'acqua a breve termine è inferiore a 1,0 kg/m², inteso come differenza di peso del provino dopo e prima l'immersione, e diviso per la superficie del provino di spessore definito.

Assorbimento dell'acqua per immersione parziale e a lungo termine WL(P)

L'assorbimento dell'acqua per immersione parziale e a lungo termine (WL(P) (Long Term Water Absorption by Partial Immersion) evidenzia che lana minerale non è idrofila in accordo alla norma di prova UNI EN 12087. I risultati ottenuti dalle prove eseguite sono conformi alla norma di prodotto UNI EN 13162, pertanto il valore di assorbimento dell'acqua a lungo termine è inferiore a 3,0 kg/m² inteso come differenza di peso del provino dopo e prima l'immersione, e diviso per la superficie del provino di spessore definito.

6.7.5 DURABILITÀ

Grazie all'ottima stabilità dimensionale, al comportamento non igroscopico, all'ottimo coefficiente di permeabilità al vapore ed all'inattaccabilità da parte dei microorganismi (le fibre minerali sono inorganiche), i prodotti in lana minerale sono durevoli nel tempo.

Tale conclusione è stata confermata da studi condotti su applicazioni di lane minerali effettuate decenni fa³. La campionatura ha anche mostrato il mantenimento della piena funzionalità delle costruzioni, senza alcun vizio legato all'isolamento termico. Alcuni parametri, come la conduttività termica, hanno mostrato valori migliori di quelli nominali.

Costruzione	Età (anni)	Conduttività termica (W/mK)	
		Valore dichiarato	Valore misurato
Parete, isolamento ventilato	20	0,038	0,038
Parete, isolamento non ventilato	21	0,042	0,038
Copertura piana, isolamento non ventilato	25	0,040	0,037
Copertura piana, isolamento non ventilato	25	0,040	0,038
Facciata ventilata	> 30	0,032	0,032
Facciata ventilata	33	0,035	0,032
Copertura piana, isolamento ventilato	55	-	0,037

³ Durability Project – Mineral wool - http://www.fivra.it/it/approfondimenti/30_la-durabilita-dei-prodotti-in-lana-minerale).

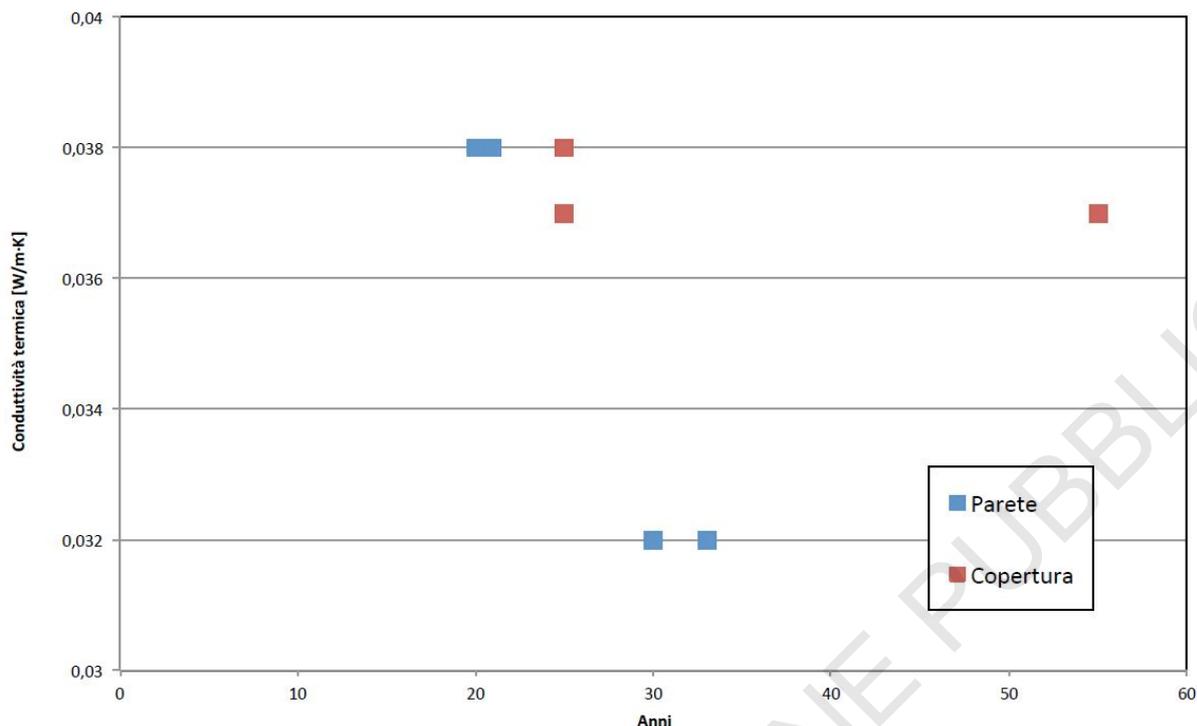


Figura 7: conduttività termica dei campioni testati di lana minerale in funzione degli anni

Se l'installazione è effettuata secondo le indicazioni del produttore, le proprietà termiche della lana minerale non decadono nel tempo e le costruzioni mantengono le attese prestazioni anche dopo più di 30 anni.

6.7.6 COMPORTAMENTO MECCANICO

In alcune specifiche applicazioni (ad esempio nelle coperture piane) sul materiale isolante gravano carichi permanenti o occasionali.

Tali carichi si differenziano in:

- carichi distribuiti (ad esempio il carico della neve che copre la copertura);
- carichi puntuali (ad esempio il peso di un operatore che accede alla copertura per esigenze manutentive).

La norma armonizzata UNI EN 13162 prevede che il comportamento meccanico dei prodotti a base di lana minerale sia caratterizzato tramite i seguenti parametri:

- resistenza a compressione al 10% di deformazione (σ_{10}): indica, in accordo alla norma UNI EN 826, la forza che deve essere applicata ad un campione del prodotto affinché il suo spessore subisca una compressione pari al 10% dello spessore iniziale; tale parametro è un indice del comportamento del prodotto sotto carico distribuito e, per i prodotti a base di lana minerale, può arrivare fino a 70 kPa.
- resistenza al carico concentrato (FP): indica, in accordo alla norma UNI EN 12430, la forza che un penetratore di sezione circolare pari a 50 cm² deve applicare al prodotto affinché lo

spessore di quest'ultimo si contragga di 5 mm; tale parametro è un indice del comportamento del prodotto sotto carico concentrato.

Con riferimento alle coperture continue, l'utilizzo di materiali isolanti, incluse le lane minerali, prevede la verifica della compressione subita sotto il carico di progetto, in accordo alla metodica contenuta nella UNI EN 826.

6.8 DISPOSIZIONI IN TEMA DI PRESTAZIONE ENERGETICA

Tra i temi disciplinati dal Decreto del 26 giugno 2015 "Requisiti minimi degli edifici", rivestono particolare importanza i diversi obblighi i quali sono diversificati in relazione alle diverse tipologie di intervento sugli edifici:

- a) edifici di nuova costruzione;
- b) edifici esistenti sottoposti a ristrutturazioni importanti di primo livello (interventi sull'involucro edilizio con un'incidenza superiore al 50% della superficie disperdente lorda complessiva dell'edificio, comprendenti anche la ristrutturazione dell'impianto termico);
- c) edifici sottoposti a ristrutturazioni importanti di secondo livello (incidenza superiore al 25% della superficie disperdente lorda che possono essere interessati dalla ristrutturazione dell'impianto termico);
- d) edifici oggetto di riqualificazione energetica (incidenza uguale o inferiore al 25% della superficie disperdente lorda).

Per tutte le prescrizioni si fa riferimento al Decreto Interministeriale del 26 giugno 2015 ponendo in avvertenza che le disposizioni legislative circa i Criteri Ambientali Minimi anticipano relativamente ad alcune delle casistiche sopra elencate, per gli edifici della Pubblica Amministrazione la decorrenza rispetto ai valori di riferimento per tutti gli edifici al 2021.

Particolare attenzione dovrà essere posta alla casistica della riqualificazione energetica, che può essere soggetta a deroghe o precisazioni (Decreto Requisiti Minimi, punto 1.4.3 e Appendice B) riferiti ai valori minimi di trasmittanza termica contenuti nel decreto stesso.

6.8.1 CASI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA A TITOLO ESEMPLIFICATIVO

A titolo esemplificativo, nei seguenti punti, si propongono due casi significativi di riqualificazione energetica.

6.8.1.1 ESEMPIO 1: CONTROPARETE INTERNA ISOLATA SU PARETE ESTERNA A CAMERA D'ARIA

In caso di interventi di riqualificazione energetica dell'involucro opaco che prevedano l'isolamento termico dall'interno o l'isolamento termico in intercapedine, indipendentemente dall'entità della superficie coinvolta, i valori delle trasmittanze di cui alle tabelle da 1 a 4 dell'Appendice B del Decreto Interministeriale 26 giugno 2015, sono incrementati del 30%.

Nel caso in questione di controparete interna isolata su parete esterna a camera d'aria, ipotizzando di essere nella zona climatica C, il valore di trasmittanza da soddisfare risulta:

$$U = 0,34 + 30\% = 0,44 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Le caratteristiche e prestazioni del sistema dopo l'aggiunta dell'isolante in lana minerale ($\lambda=0,033$ W/mK; sp. 6 cm) risulteranno:

Tabella 2 - Caratteristiche e prestazioni del sistema dopo l'aggiunta dell'isolante in lana minerale - Esempio 1

Situazione	Prima	Dopo
Spessore	0,300 m	0,410 m
Massa superficiale	218,00 kg/m ²	232,7 kg/m ²
Resistenza	0,97 m ² K/W	3,08 m ² K/W
Trasmittanza Termica	1,035 W/m ² K	0,325 W/m ² K
Trasmittanza Termica Periodica	0,591 W/m ² K	0,070W/m ² K

In tale situazione si raggiunge quindi una trasmittanza termica di 0,325 W/m²K inferiore al valore di 0,440 W/m²K imposto dalla normativa, che quindi risulta soddisfatta.

Con questa soluzione si ottiene inoltre una trasmittanza periodica di 0,070W/m²K, che soddisfa il valore richiesto dal Decreto Requisiti Minimi di 0,100 W/m²K, in merito alla prestazione estiva del singolo elemento edilizio.

Valori di lambda coerenti con l'applicazione esaminata vanno dai 0,031 W/mK a 0,035 W/mK.

Segue una schematizzazione illustrata della situazione:

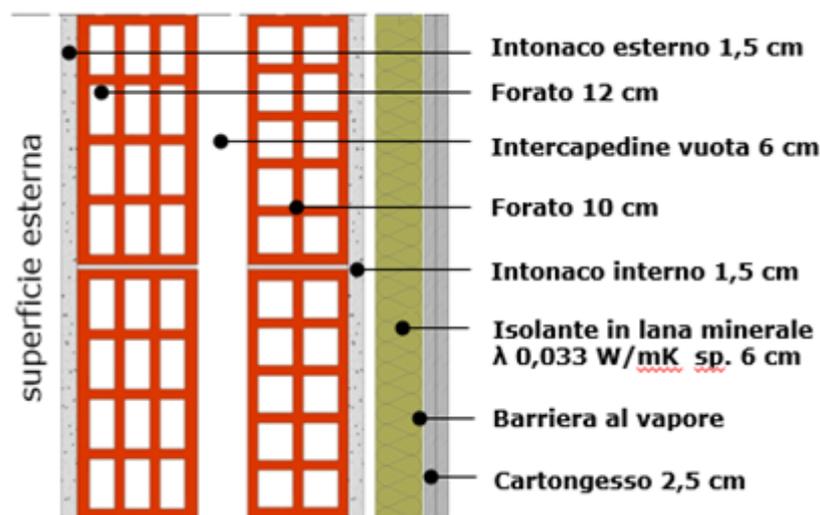


Figura 8 - Schematizzazione esempio 1

6.8.1.2 ESEMPIO 2: SOTTOTETTO NON PRATICABILE

In caso di strutture delimitanti lo spazio climatizzato verso ambienti non climatizzati, i valori limite di trasmittanza corrispondono alla trasmittanza della struttura diviso per il fattore di correzione dello scambio termico tra ambiente climatizzato e non climatizzato, come indicato nella norma UNI/TS 11300-1. Considerando un'applicazione in zona climatica C e un fattore di correzione della norma per la situazione di "Sottotetto" - "altro tetto non isolato" di 0,9, il valore di trasmittanza da non superare risulta:

$$U = 0,26/0,9 = 0,289 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Le caratteristiche e le prestazioni del sistema dopo l'aggiunta dell'isolante in lana minerale saranno quindi:

Tabella 3 - Caratteristiche e prestazioni del sistema dopo l'aggiunta dell'isolante in lana minerale - Esempio 2

Situazione	Prima	Dopo
Spessore	0,24 m	0,38 m
Massa superficiale	295,00 kg/m ²	302,8,00 kg/m ²
Resistenza	0,50 m ² K/W	4,80 m ² K/W
Trasmittanza termica	2,000 W/m ² K	0,208 W/m ² K
Trasmittanza termica Periodica	0,987 W/m ² K	0,052 W/m ² K

Si è ottenuta quindi una trasmittanza termica di 0,208 W/m²K inferiore al valore di 0,289 W/m²K imposto dalla normativa, in questo modo soddisfatta. Con questa soluzione si ottiene inoltre una trasmittanza termica periodica di 0,052 W/m²K, che soddisfa il valore richiesto dal Decreto Requisiti Minimi di 0,180 W/m²K, in merito alla prestazione estiva del singolo elemento edilizio.

Valori di lambda coerenti con l'applicazione esaminata vanno dai 0,031 W/mK a 0,042 W/mK.

Segue una schematizzazione illustrata della situazione:

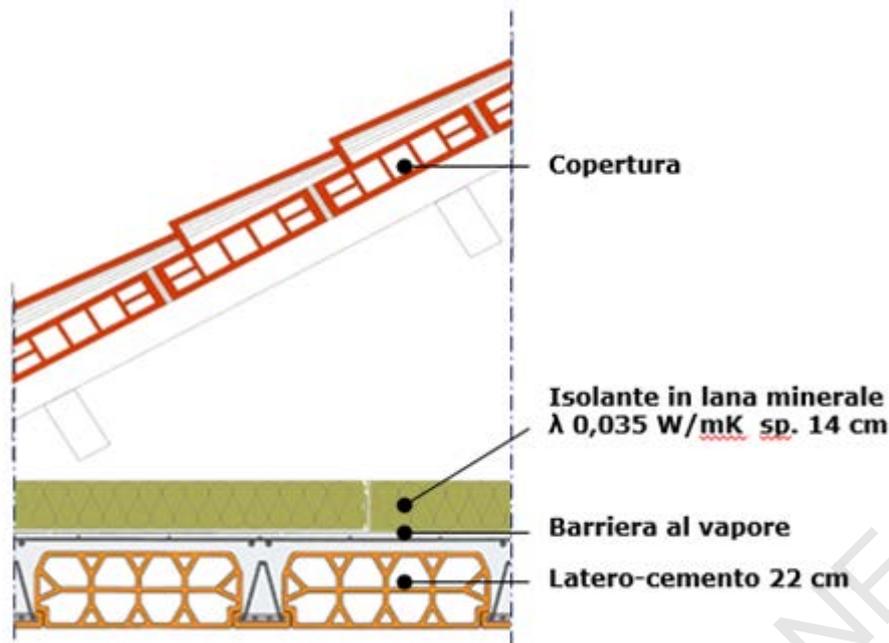


Figura 9 - Schematizzazione esempio 2

7 RIMOZIONE DI STRUTTURE CONTENENTI LA LANA: CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI E LORO SMALTIMENTO

La normativa di riferimento a livello nazionale in materia di rifiuti è rappresentata dal Decreto legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, emanato in attuazione della Legge 308/2004 “*Delega ambientale*” e recante “*norme in materia ambientale*”; la parte IV del decreto è riservata alle “*Norme in materia di gestione dei rifiuti e di bonifica dei siti inquinati*” (articoli 177 – 266).

Secondo quanto previsto dal suddetto D. Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., gli oneri relativi alla corretta gestione e smaltimento dei rifiuti sono a carico del produttore (il soggetto la cui attività ha prodotto rifiuti).

7.1 CARATTERIZZAZIONE DEL RIFIUTO

La legislazione comunitaria prevede che il produttore debba classificare il rifiuto, attribuendogli un codice CER (Catalogo Europeo Rifiuti) secondo i criteri contenuti nel Regolamento (UE) n. 1357/2014 che ricalcano quelli del Regolamento CLP e s.m.i., e quindi valutando le sue caratteristiche di pericolosità⁴. Questa classificazione va effettuata preliminarmente, al fine di adottare le modalità idonee di prevenzione e protezione per i lavoratori e per l'ambiente.

Ai materiali isolanti deve essere assegnato uno dei seguenti codici:

⁴ Si evidenzia che sono pericolosi quei rifiuti che possiedono una o più delle quindici proprietà pericolose stabilite dall'allegato III del Reg. della Commissione UE n. 1357/2014 (caratteristiche di pericolo da HP 1 a HP 15), che ha sostituito l'allegato III della direttiva 2008/98/CE.

Il rifiuto che contiene una sostanza classificata con uno dei codici di classe e categoria di pericolo e di indicazione di pericolo, che raggiunge o supera i limiti di concentrazione che figurano nella Tabella 9 delle suddette LG del Ministero della Salute (Aggiornamento Novembre 2016), è classificato come rifiuto pericoloso di tipo HP 7 “Cancerogeno”: rifiuto che causa il cancro o ne aumenta l'incidenza. Se il rifiuto contiene più di una sostanza classificata come cancerogena, la concentrazione di una singola sostanza deve essere superiore o pari al limite di concentrazione affinché il rifiuto sia classificato come rifiuto pericoloso di tipo HP 7.

- 17.06.03* (altri materiali isolanti contenenti o costituiti da sostanze pericolose) indica un rifiuto speciale pericoloso costituito da materiale isolante;
- 17.06.04 (materiali isolanti diversi da quelli di cui alle voci 17.06.01 e 17.06.03*) indica un rifiuto speciale non pericoloso costituito da materiale isolante.

Per i rifiuti costituiti da materiali isolanti non è dunque possibile, a priori, affermare se siano pericolosi o meno. La normativa italiana (cfr. art. 13 dell'Allegato alla Legge 116/2014), prevede infatti che debbano essere condotte indagini documentali ed indagini analitiche. Queste ultime, devono sempre essere effettuate, a meno che siano "poco pratiche" (cfr. Allegato 1 del D.M. 27/09/2010 "Definizione dei criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica, in sostituzione di quelli contenuti nel decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio" del 3 agosto 2005).

Quando si ha un rifiuto costituito da lane minerali, prima di tutto, bisogna condurre un'indagine documentale tramite lo studio del contenuto della specifica "scheda di corretto uso" (o documento analogo emesso dal produttore).

Se da ciò si evince che la fibra è conforme alla Nota Q (ad esempio tramite la certificazione EUCEB), è possibile assegnare direttamente il codice CER 17.06.04 senza effettuare alcuna indagine analitica aggiuntiva.

A tal fine, è necessario conservare la scheda di corretto uso (o documento analogo), che dovrà essere messa a disposizione per eventuali controlli da parte degli organi di vigilanza. Può essere utile conservare anche il Documento di Trasporto della fornitura in oggetto.

Quanto sopra è stato confermato dal documento "Le Fibre Artificiali Vetrose (FAV) - Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute" † approvato il 10 novembre 2016 dalla Conferenza Stato/Regioni⁵).

Se non si è in possesso dei documenti comprovanti la conformità della fibra alla Nota Q, è possibile verificare analiticamente se la fibra è conforme alla Nota R (diametro medio ponderale superiore a 6 micron). Se non è verificata nemmeno la rispondenza alla Nota R, allora il rifiuto si classifica in via cautelativa con il codice CER 17.06.03*.

Per l'attribuzione del codice CER, i rifiuti costituiti da lane minerali sono da analizzare secondo il seguente schema:

⁵ cfr. capitolo 10 "Indicazioni operative" di <http://www.regioni.it/sanita/2016/11/29/conferenza-stato-regioni-del-10-11-2016-intesa-recante-le-fibre-artificiali-vetrose-fav-linee-guida-per-lapplicazione-della-normativa-inerente-ai-rischi-di-esposizioni-e-le-misure-di-prev-488552/>

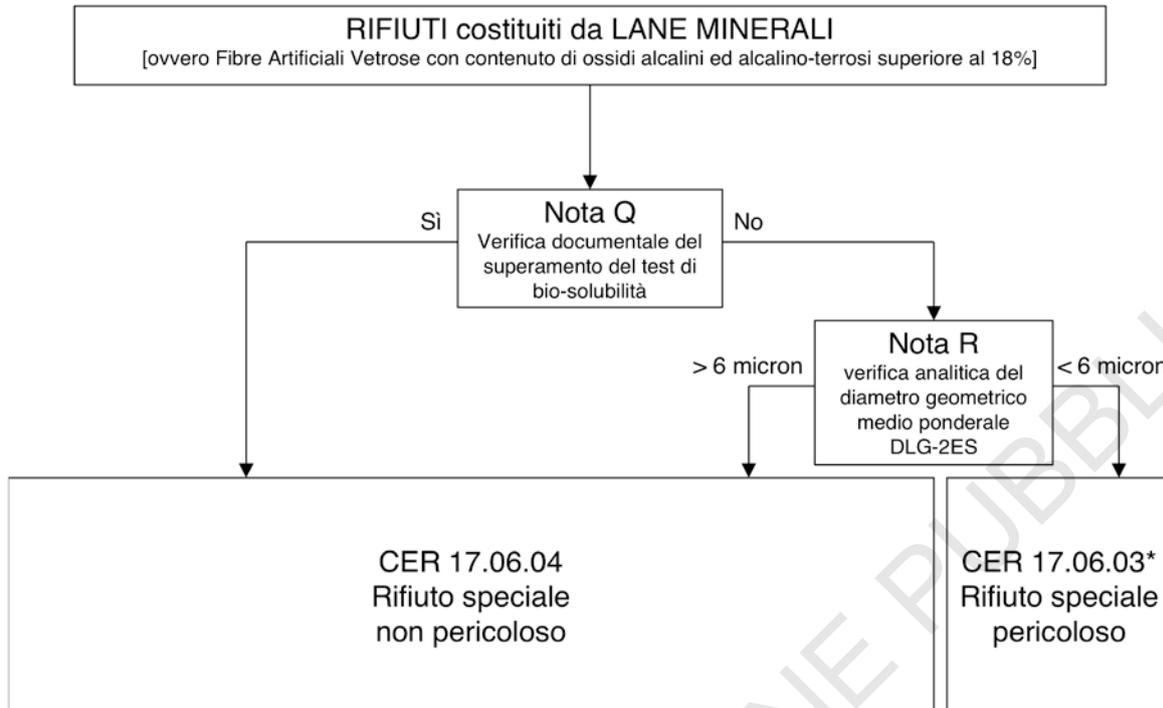


Figura 10 - Diagramma per l'attribuzione del codice CER

Stante l'evoluzione della classificazione delle sostanze chimiche (in particolare, l'introduzione della Nota Q e della Nota R, avvenuta nel 1998), le possibilità per classificare non pericolosi i rifiuti costituiti da lane minerali sono le seguenti:

- rifiuti costituiti da lane minerali prodotte fino al 1998: le lane minerali, anche se conformi alla Nota Q, erano immesse sul mercato prive di attestazione che dimostrasse tale conformità. Ricavare a posteriori la conformità alla Nota Q è poco pratico (richiede un ingente investimento di tempo e soldi) e dunque si rinuncia a tale possibilità. I rifiuti costituiti da siffatte lane minerali sono dunque classificati non pericolosi solo se la fibra rispetta la Nota R.
- rifiuti costituiti da lane minerali prodotte successivamente al 1998: le lane minerali sono state immesse sul mercato complete di attestazione di conformità alla Nota Q. Se tale attestazione è ancora disponibile, i rifiuti costituiti da siffatte lane minerali sono classificati non pericolosi; in caso contrario, sono classificati non pericolosi solo se la fibra rispetta la Nota R.

7.2 SMALTIMENTO DEL RIFIUTO

Lo smaltimento del rifiuto avviene con il conferimento in discarica.

Ferme restando le disposizioni del citato D. Lgs. 152/2006, per quanto riguarda i criteri di ammissibilità dei rifiuti in discarica la norma di riferimento è il D.M. 27 settembre 2010 che recita: "Usualmente la suddivisione tra rifiuti pericolosi e non pericolosi è importante perché alcune discariche accettano rifiuti di un solo tipo e applicano tariffe differenziate.

Per i rifiuti costituiti esclusivamente da lane minerali la legislazione citata (cfr. art. 6.7) attesta che, anche se classificati come pericolosi, possono essere smaltiti nelle discariche per rifiuti non pericolosi. Il deposito dei rifiuti avviene direttamente all'interno della discarica in celle dedicate, realizzate con gli stessi criteri adottati per i rifiuti inerti, ed effettuato in modo tale da evitare la frantumazione dei materiali."

8 TIPOLOGIA ED APPLICAZIONE DEI PRODOTTI

I prodotti in lana minerale applicabili nel settore dell'edilizia possono essere qualificati, sulla base del confezionamento con cui sono commercializzati, in rotoli, pannelli rigidi o semirigidi e pannelli ad elevata densità. Ciascuna di tali categorie comprende prodotti nudi (senza rivestimento) o ricoperti su una o entrambe le facce con differenti tipologie di supporti aventi funzioni meccaniche (velo di vetro), funzionali (bitume, velo vetro rinforzato), estetiche (velo minerale) o di freno/barriera al vapore (carta kraft, carta kraft alluminata o alluminio).

La classe di reazione al fuoco (Euroclasse) dei prodotti in lana minerale per l'edilizia dipende direttamente della loro massa volumica e dalla tipologia di rivestimento applicato. Tutti i prodotti risultano conformi alla norma UNI EN 13162 e riportano in etichetta la marcatura CE che ne attesta le caratteristiche di isolamento termico e di reazione al fuoco.

L'Appendice G della presente prassi di riferimento illustra con elementi di dettaglio le varie applicazioni, indicando gli impieghi in coperture, pareti ed a pavimento più diffusi. Le indicazioni riportate a fianco di ciascuna ipotesi applicativa evidenziano le caratteristiche positive della lana minerale in quella specifica applicazione, nonché le relative caratteristiche distintive.

In generale, è possibile suddividere le applicazioni della lana minerale in edilizia nelle macro-famiglie indicate nella Tabella 4 riportata nel presente punto.

Tabella 4 - Applicazioni della lana minerale in edilizia

APPLICAZIONE		SOTTO-APPLICAZIONE	CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI IN LANA MINERALE
COPERTURE PIANE		--	nudi o rivestiti con bitume o con velo vetro rinforzato
COPERTURE A FALDA		isolante portante installato in continuità	nudi o rivestiti con bitume o con velo vetro rinforzato
		isolante non portante installato tra travetti	intradosso o estradosso
SOTTOTETTI NON PRATICABILI		isolante all'estradosso del solaio	nudi o rivestiti con carta kraft o alluminio
PARETI PERIMETRALI		isolamento a cappotto	nudi o apprettati
		contropareti interne con pannelli accoppiati a cartongesso	non rivestiti

APPLICAZIONE		SOTTO-APPLICAZIONE	CARATTERISTICHE DEI PRODOTTI IN LANA MINERALE
		isolante in intercapedine (murature a cassetta); contropareti interne con isolante tra i profili metallici	nudi o rivestiti con carta kraft o carta kraft alluminio o foglio di alluminio
		facciate ventilate	nudi o rivestiti con velo vetro
PARETI DIVISORIE		isolante in intercapedine (murature a cassetta)	nudi o rivestiti con velo vetro
		divisori a secco in cartongesso	nudi o rivestiti con velo vetro
SOLAI INTERPIANO		Isolamento sotto massetto	non rivestiti
SOLAI SU AMBIENTE NON RISCALDATO		isolante all'estradosso del solaio sotto massetto	non rivestiti
		isolante all'intradosso del solaio	nudi o rivestiti
CONTROSOFFITTI		controsoffitti a lastre continue	nudi o rivestiti con velo vetro
		<u>controsoffitti a pannelli</u>	<u>nudi o rivestiti con velo vetro</u>

9 SALUTE E SICUREZZA

La normativa europea in materia di classificazione, etichettatura ed imballaggio delle sostanze e miscele è rappresentata dal Regolamento (CE) N. 1272/2008 (CLP) e s.m.i. in piena attuazione dal 1 giugno 2015⁶.

Nel gruppo delle FAV sono state oggetto di classificazione, secondo i principi previsti dalla normativa europea ad oggi vigente, le "lane minerali" Numero Indice: 650-016-00-2 e le "fibre ceramiche refrattarie" Numero Indice 650-017-00-8, presenti nell'Allegato VI del Regolamento CLP.

Le lane minerali sono individuate come le fibre artificiali vetrose aventi concentrazione di ossidi alcalini ed alcalino-terrosi superiore al 18%, mentre le FCR sono le fibre artificiali vetrose aventi concentrazione di ossidi alcalini ed alcalino-terrosi inferiore a pari al 18%.

Il Regolamento (CE) N. 1272/2008 (CLP) e s.m.i. assegna alle lane minerali il solo rischio ipotetico della sospetta cancerogenicità (codice di pericolo H351).

Alle lane minerali non è assegnato alcun altro rischio, nemmeno quello dell'irritabilità, eliminato nel 2009. L'eventuale sfregamento meccanico di fibre sulla pelle può provocare infatti non irritazione, ma una sensazione momentanea di prurito.

In merito all'ipotetica cancerogenicità, il recepimento della Direttiva 97/69 (avvenuto col DM 1° settembre 1998 e successiva circolare del 15 marzo 2000, n. 4) aveva reso operative e pienamente efficaci due importantissime puntualizzazioni, effettuate con l'introduzione delle Note Q e R, ora contenute nell'allegato VI del Regolamento (CE) N. 1272/2008; in sintesi:

- la Nota Q attesta che la fibra minerale non è classificata "cancerogena" se ha superato apposito test di bio-solubilità (ovvero la fibra è espulsa velocemente dall'organismo umano);
- la Nota R attesta che la fibra minerale non è classificata "cancerogena" se ha diametro tale da non poter penetrare in profondità nell'organismo umano.

Di seguito si riporta il testo completo delle due Note.

- Nota Q

La classificazione "cancerogeno" non si applica se è possibile dimostrare che la sostanza in questione rispetta una delle seguenti condizioni:

- una prova di persistenza biologica a breve termine mediante inalazione ha mostrato che le fibre di lunghezza superiore a 20 micrometri presentano un tempo di dimezzamento ponderato inferiore a 10 giorni;
- oppure, una prova di persistenza biologica a breve termine mediante istillazione intracheale ha mostrato che le fibre di lunghezza superiore a 20 micrometri presentano un tempo di dimezzamento ponderato inferiore a 40 giorni;

⁶ Il regolamento CLP è entrato in applicazione per le sostanze il 1° dicembre 2010 e per le miscele il 1° giugno 2015. Qualora un prodotto contenente FAV, assimilabile ad una miscela, sia stato già classificato e imballato ai sensi del D. Lgs. 65/2003 e immesso sul mercato prima del 1° giugno 2015, ovvero a tale data risulta essere presente all'interno della catena di approvvigionamento, il fabbricante, importatore, utilizzatore a valle o distributore ha la facoltà di posticiparne la rietichettatura e il reimballaggio in conformità delle norme stabilite dal CLP fino al 1° giugno 2017. Pertanto è stato possibile commercializzare il prodotto con etichettatura rispondente al D. Lgs. 65/2003 fino al 1° giugno 2017.

- oppure, un'adeguata prova intraperitoneale non ha rivelato un'eccessiva cancerogenicità;
- oppure, una prova di inalazione appropriata a lungo termine ha portato alla conclusione che non ci sono effetti patogeni significativi o alterazioni neoplastiche.

Le fibre biosolubili sono esentate dalla classificazione come cancerogene in quanto per loro è impossibile esercitare qualsiasi effetto sull'organismo. Infatti, sebbene abbiano un diametro che, potenzialmente, le colloca tra le fibre respirabili, vengono disciolte ed espulse velocemente dall'organismo umano,

- Nota R

La classificazione "cancerogeno" non si applica alle fibre cui il diametro geometrico medio ponderato rispetto alla lunghezza, meno due errori geometrici standard (DLGS-2ES), risulti maggiore di 6 micrometri (μm).

Sono state esentate dalla classificazione come cancerogene le fibre con diametro medio ponderato rispetto alla lunghezza superiore a 6 micrometri in quanto le fibre aventi questo diametro sono considerate non più respirabili dall'uomo e perciò non in grado di raggiungere gli alveoli polmonari.

Il Regolamento CE 761/2009 della Commissione del 23 luglio 2009 istituisce i metodi di prova e tra questi figura anche quello per la determinazione del DLGS-2ES.

Alla luce del Regolamento CLP, il Ministero della Salute è intervenuto sul tema delle FAV con un documento, che è stato approvato dalla Conferenza permanente per i rapporti Stato-Regioni (Prot. 211/CSR del 10 novembre 2016⁷). Le Linee Guida della Conferenza Stato-Regioni riconfermano il valore delle Note Q e R, ribadendo la non pericolosità delle FAV in tutti quei casi in cui i criteri da queste previsti vengano rispettati.

Le lane minerali (ovvero le fibre artificiali vetrose aventi un contenuto di ossidi alcalini e alcalino-terrosi superiore al 18%) sono esentate dalla classificazione di cancerogenicità se rispettano la Nota Q o la Nota R.

Viene proposto qui di seguito uno schema grafico utile per le verifiche della non pericolosità delle lane minerali, in accordo alla legislazione comunitaria.

⁷ Disponibile al sito <http://www.regioni.it/sanita/2016/11/29/conferenza-stato-regioni-del-10-11-2016-intesa-recante-le-fibre-artificiali-vetrose-fav-linee-guida-per-lapplicazione-della-normativa-inerente-ai-rischi-di-esposizioni-e-le-misure-di-prev-488552/>

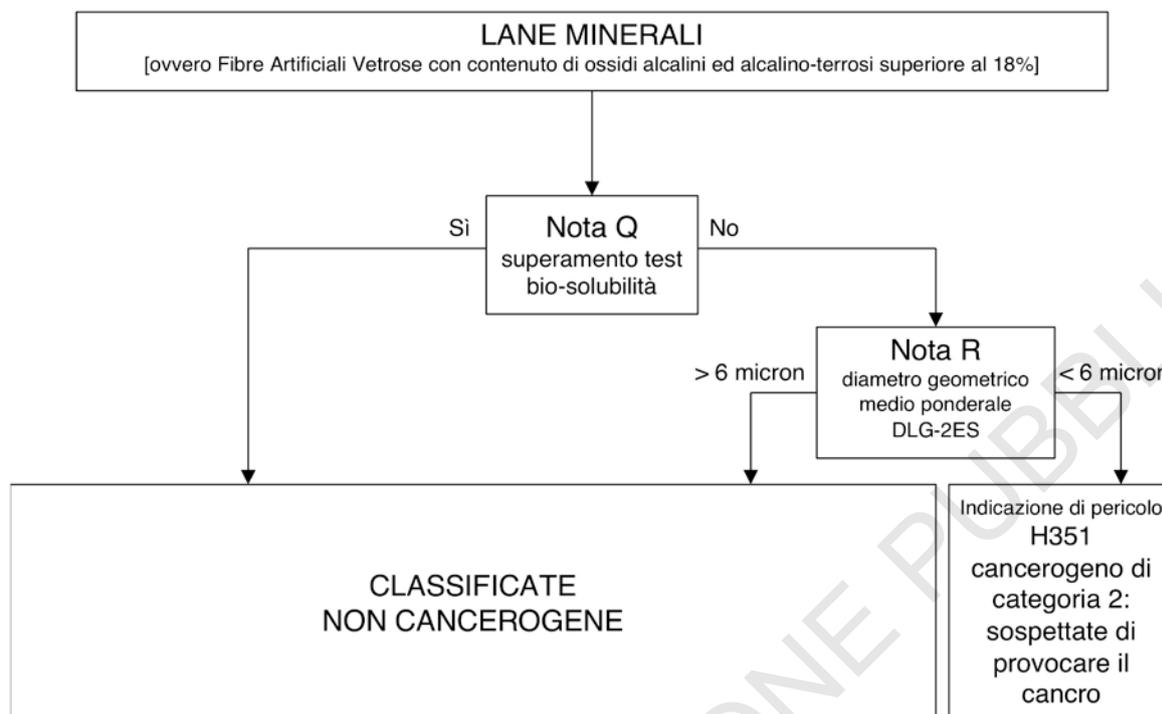


Figura 11 - Schema grafico per le verifiche della non pericolosità delle lane minerali

È importante rilevare che la rispondenza alla Nota Q o alla Nota R è presente nella scheda di corretto uso (o documento analogo) del prodotto a base di lana minerale.

Queste schede dovrebbero accompagnare ogni tipo di materiale edile. È importante notare che le informazioni ivi contenute sono usualmente auto-dichiarazioni del produttore stesso. Una delle poche eccezioni a ciò è proprio la conformità alla Nota Q delle lane minerali. Questa, infatti, non è semplicemente auto-dichiarata dal produttore stesso, ma può altresì essere certificata da un ente terzo, non profit ed indipendente, il sistema di controllo europeo EUCEB (www.euceb.org), che, conformemente alla norma UNI CEI EN ISO/IEC 17065, garantisce il mantenimento nel tempo dei risultati delle prove previste dalla Nota Q.

La certificazione EUCEB, presente non solo sulla scheda sicurezza ma anche sull'imballaggio del prodotto, consente un immediato riconoscimento dei prodotti conformi alla Nota Q.

Quanto sopra è vigente nei soli Paesi dell'Unione Europea. È importante notare che tali indicazioni differiscono dalle risultanze scientifiche. Queste infatti, pubblicate dalla IARC⁸ nel 2002, stabiliscono che le lane minerali sono inserite nel gruppo 3 e pertanto (non sono classificabili come cancerogeno per gli esseri umani).

⁸ (International Agency for Research on Cancer, massimo esperto in materia ed afferente all'Organizzazione Mondiale della Sanità - <http://www.iarc.fr>).

Tabella 5 – Possibili classificazioni di cancerogenicità secondo la IARC

Gruppo 1	Cancerogeno per gli esseri umani
Gruppo 2A	Probabile cancerogeno per gli esseri umani
Gruppo 2B	Possibile cancerogeno per gli esseri umani
Gruppo 3	Non classificabile come cancerogeno per gli esseri umani
Gruppo 4	Non cancerogeno per gli esseri umani

Le conclusioni della IARC sulle lane minerali (pubblicate in una monografia nel 2002 che riguarda tutte le FAV) sono basate sulle evidenze scientifiche di molteplici studi epidemiologici che spaziano su diverse decine di anni e correggono una precedente classificazione che nel 1988 aveva inserito tutte le FAV nel gruppo 2B.

Si evince pertanto che la classificazione comunitaria è più severa di quanto ci si aspetterebbe basandosi sulle evidenze scientifiche. Le stesse Nota Q e Nota R richiedono che le fibre posseggano caratteristiche chimiche e/o fisiche aggiuntive rispetto a quelle che, sulla base delle evidenze scientifiche, sembrerebbero sufficienti per escludere il rischio cancerogenicità.

A dimostrazione della severità di tali regole, si nota che, diversamente da molte altre che nel corso degli anni sono diventate via via più severe, Nota Q e Nota R sono rimaste immutate dalla loro introduzione, avvenuta nel 1998.

I prodotti a base di lana minerale conformi alla Nota Q (o alla Nota R) non hanno associato alcun codice di pericolo e sono dunque prodotti sicuri da utilizzare.

A maggior tutela degli utilizzatori, i produttori di lana minerale appongono, comunque, sugli imballaggi dei loro prodotti specifici pittogrammi i quali richiamano le buone pratiche e le precauzioni d'impiego (comuni a molti lavori edili) da rispettare durante la messa in opera dei prodotti.

Ferme restando le indicazioni relativamente ai contrassegni ed alla segnaletica di sicurezza prescritte dal Decreto Legislativo N. 81 del 2008, i produttori adottano anche sulle schede informative che accompagnano il prodotto i pittogrammi qui di seguito riportati, i quali sono adottati in ambito EURIMA⁹.

L'operatore dovrà comunque avere cura di osservare le norme di cantiere specificamente applicabili.

⁹ Associazione europea dei produttori di lane minerali.

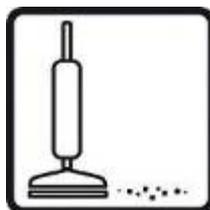
Tabella 6 - Norme di cantiere da osservare



Coprirsi con
indumenti da lavoro



Sciacquarsi con
acqua fredda prima
di lavarsi



Pulire l'ambiente di
lavoro con aspiratore



Ventilare
preferibilmente gli
ambienti di lavoro



Procedere alla
raccolta dei rifiuti
secondo le norme
vigenti



Indossare occhiali
protettivi

Rispettando le precauzioni d'impiego, la loro manipolazione può essere effettuata nelle migliori condizioni di comfort e di sicurezza. Durante la posa delle lane minerali, l'eventuale esposizione alle fibre è comunque di breve durata.

Tabella 7 - Principali cautele da rispettare nella posa dei prodotti a base di lana minerale

Protezione delle vie respiratorie	Usare adeguate maschere usa-e-getta (preferibilmente di tipo FFP2) durante gli interventi di posa o di rimozione di lane minerali, soprattutto nel caso si operi in luoghi non ventilati
Protezione delle mani	Indossare guanti per evitare la possibile insorgenza di prurito
Protezione degli occhi	Indossare occhiali protettivi, soprattutto quando si manipola il prodotto ad altezze superiori alla propria testa
Protezione della pelle	Utilizzare abiti da lavoro per coprire le zone di pelle potenzialmente esposte

Per la rimozione in luoghi chiusi di lane minerali per le quali non è possibile confermare la rispondenza né alla Nota Q, né alla Nota R, è necessario seguire le seguenti misure di prevenzione:

- imballare adeguatamente i prodotti con contenitori adeguati e robusti;
- evitare di sottoporre a successive movimentazioni il materiale isolante già posto in opera;
- delimitare e segnalare l'area di lavoro, onde consentirne l'accesso ai soli addetti ai lavori;
- creare una zona sgombra da tutti gli oggetti non necessari allo svolgimento del lavoro, al fine di facilitare le operazioni di pulizia, tramite aspiratore con filtro ad alta efficienza, durante ed al termine del lavoro;
- manipolare con cura i prodotti, con particolare attenzione ad un loro eventuale taglio, che dovrà essere effettuato con utensili manuali;
- tenere costantemente pulita l'area di lavoro, rimuovendo prontamente (tramite imbustamento o aspirapolvere) gli sfridi di lavorazione ed evitandone il calpestio;

- tenere adeguatamente gli operatori informati e formati sui rischi ed i danni derivanti dall'esposizione a FAV e sulle modalità di utilizzazione dei Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) e collettiva;
- utilizzare adeguati Dispositivi di Protezione Individuale (DPI) in modo da evitare anche eventuali irritazioni, tramite:
 - maschere respiratorie del tipo a pieno facciale o in alternativa, facciali filtranti (FF) e occhiali a tenuta;
 - tute monouso integrali, preferibilmente in tyvek in quanto risulta essere il materiale più impermeabile e che meno ritiene le fibre;
 - guanti, preferibilmente in gomma o altro materiale impermeabile alle fibre.

Per la rimozione all'aperto di lane minerali¹⁰ per le quali non è possibile confermare la rispondenza né alla Nota Q, né alla Nota R, è sufficiente delimitare e segnalare l'area di lavoro e dotare gli operatori dei sopracitati Dispositivi di Protezione Individuale (DPI)¹¹.

¹⁰ Disponibile al sito <http://www.regioni.it/sanita/2016/11/29/conferenza-stato-regioni-del-10-11-2016-intesa-recante-le-fibre-artificiali-vetrose-fav-linee-guida-per-lapplicazione-della-normativa-inerente-ai-rischi-di-esposizioni-e-le-misure-di-prev-488552/>

¹¹ Per maggiori info si rimanda al capitolo 10 del documento "Le Fibre Artificiali Vetrose (FAV) - Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute" del 10 novembre 2016

APPENDICE A – PROCESSO PRODUTTIVO DELLA LANA DI VETRO

La presente Appendice descrive il processo produttivo e di fabbricazione della lana di vetro. Il processo produttivo della lana di vetro è teso alla massima ottimizzazione delle materie prime, in quanto fino ad oltre l'80% è rappresentato da vetro riciclato selezionato.

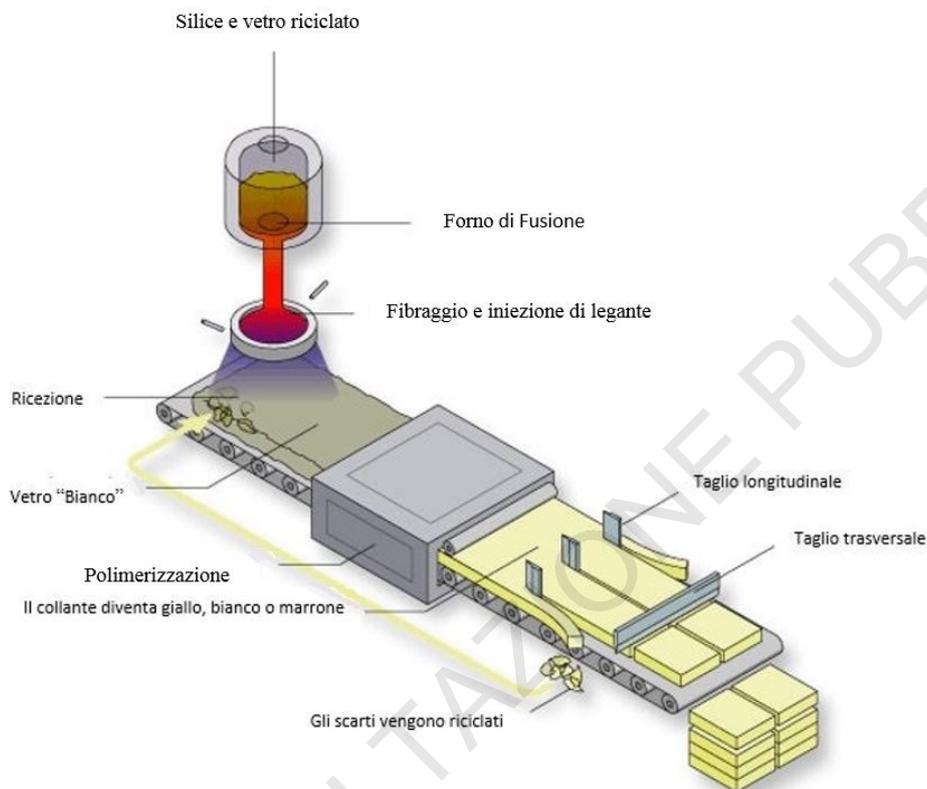


Figura A.1 - Processo produttivo della lana di vetro

Il procedimento di fabbricazione della lana di vetro è rappresentato dalle seguenti fasi:

- 1) preparazione della miscela vetrificabile: le materie prime, costituite da vetro riciclato e da silice, più altri materiali come il carbonato e solfato di sodio e dolomite mescolate omogeneamente sono introdotte nel forno di fusione;
- 2) forno di fusione: il composto della miscela vetrificabile viene introdotto nel forno a riscaldamento gas/elettrico alla temperatura di 1400 °C circa, dove fonde. Successivamente il vetro fuso, attraverso i canali di alimentazione, raggiunge le macchine di fibraggio;
- 3) produzione della fibra di vetro: il vetro fuso viene fatto passare attraverso i fori di una filiera rotante e genera il filato;
- 4) apprettatura e ricezione: subito dopo il fibraggio, le fibre di vetro sono investite con una soluzione acquosa contenenti particolari leganti e convogliate su un nastro trasportatore;
- 5) essiccazione/polimerizzazione: in uscita dalla ricezione, le fibre di vetro con i leganti sono convogliate in una stufa di essiccazione ad aria calda. La velocità dei tappeti di ricezione e trasporto e la distanza dei 2 nastri da cui è costituita la stufa permettono di definire la densità e lo spessore dei manufatti di lana di vetro finiti;
- 6) applicazione rivestimenti, taglio a dimensione e imballo: la fase finale del processo prevede l'accoppiamento con eventuali rivestimenti per scopi tecnico-prestazionali, il taglio a dimensione, l'imballaggio e la pallettizzazione.

APPENDICE B – PROCESSO PRODUTTIVO DELLA LANA DI ROCCIA

La presente Appendice descrive il processo produttivo della lana di roccia, che prevede l'utilizzo di materie prime disponibili ed abbondanti in natura, oltre al riciclo di lana di roccia. Il processo è reso controllato e responsabile dal punto di vista ambientale grazie all'utilizzo di apparecchiature quali ad esempio filtri, postbruciatori e altri sistemi di depurazione e raccolta.

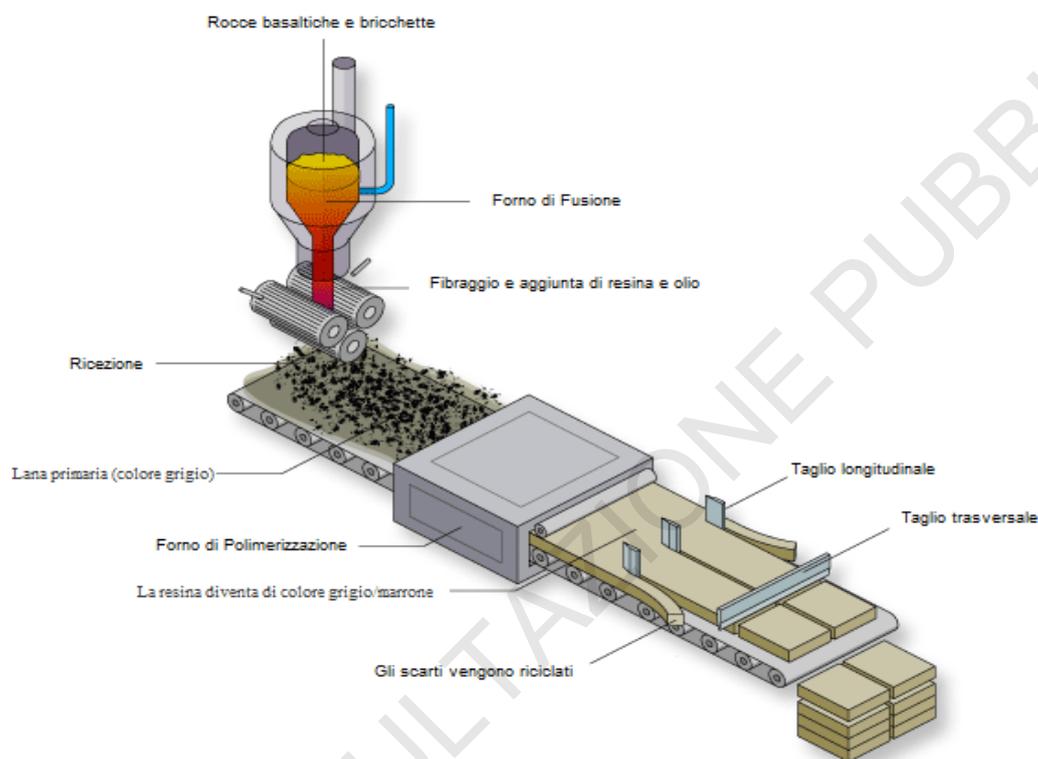


Figura B.1 - Processo produttivo della lana di roccia

Il procedimento di fabbricazione della lana di roccia è rappresentato dalle seguenti fasi:

- 1) preparazione materie prime: le materie prime sono costituite da roccia basaltica (ottenuta con rigorosa selezione geologica) ed eventualmente "slag", alla quale si aggiunge calcare (introdotto per abbassare la temperatura di fusione della lana di roccia) e "bricchette" ossia impasti ottenuti dal composto di vari elementi minerali dosati in quantità controllate unite al lana di roccia di riciclo;
- 2) forno di fusione: dopo essere state pesate e dosate nelle giuste proporzioni, le materie prime ed il coke (utilizzato come combustibile), vengono convogliati, tramite un nastro trasportatore, nel forno di fusione in cui alla temperatura di circa 1500° C le materie prime vengono fuse e si produce roccia fusa "melt";
- 3) produzione della fibra di lana di roccia: all'interno di appositi "spinner" (camere di fibraggio) la roccia fusa viene trasformata in fibre;
- 4) aggiunta di resina e olio: le fibre vengono spruzzate con resina (che funge da legante delle fibre) e olio (per rendere il materiale idrorepellente);
- 5) polimerizzazione: la falda di lana di roccia ottenuta viene quindi distribuita tramite un pendolo (tenendo conto della densità e spessore che si vuole ottenere) su un tappeto che viene fatto

passare in un forno di polimerizzazione (a una temperatura di circa 200 °C) al fine di consentire l'indurimento del legante e stabilizzare il materiale.

- 6) taglio a dimensione e imballo: il materiale viene quindi tagliato a misura ed imballato. Per applicazioni specifiche può essere previsto l'accoppiamento di rivestimenti.

BOZZA CONSULTAZIONE PUBBLICA

APPENDICE C – ESEMPIO DI CHECK-LIST – SCHEDA ‘VERIFICA DEL PROGETTO RIFERITA AGLI ELEMENTI OPACHI’

Si riporta qui di seguito un esempio di check-list di una scheda di verifica del progetto riferita agli elementi opachi utilizzabile dagli uffici tecnici di controllo in fase di progettazione.

Verifica energetica/acustica strutture opache – MURATURE VERTICALI										
Strutt	Descrizione	Sp. isol. [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	Car. Acustiche		λ isol. [W/mK]	U_{parete} [W/m ² K]	Nota 1	Marcatura CE isolante	Verifica
				Isol.*	Strutt.					
				AF_r [kPa s/m ²] o (per cappotti termici) s' [MN/m ³]	R_w [dB] o (per cappotti termici) ΔR_w [dB]					
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
Nota 1	I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015									
Documentazione: A) Riferimenti costruttore; B) Norme UNI. * non necessario qualora, su un insieme di componenti che include anche l'isolante, siano disponibili prove acustiche di laboratorio o calcoli di R_w o di ΔR_w Legenda: R_w : indice (espresso in dB) del potere fonoisolante dell'elemento; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera); ΔR_w : esprime la variazione (in dB) dell'indice del potere fonoisolante apportata da un determinato elemento.										

Verifica energetica/acustica strutture opache – PAVIMENTI

Strutt	Descrizione	Sp. isol. [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	Car. Acustiche			λ isol. [W/mK]	$U_{\text{pavimento}}$ [W/m ² K]	Nota 1	Marcatura CE isolante	Verifica
				Isol	Strutt						
					s' [MN/m ³]	$L_{n,w}$ [dB] o ΔL_w [dB]					
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
Nota 1	I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015										
Documentazione: A) Riferimenti costruttore; B) Norme UNI. Legenda R_w : indice (espresso in dB) del potere fonoisolante dell'elemento; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera); $L_{n,w}$: livello (in dB) di rumore di calpestio della struttura; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera); ΔL_w : esprime la variazione (in dB) del livello di rumore di calpestio apportata da un determinato elemento.											

Verifica energetica/acustica strutture opache – COPERTURA

Strutt	Descrizione	Sp. isol. [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	Car Acustiche		λ isol. [W/mK]	$U_{\text{copertura}}$ [W/m ² K]	Nota 1	Marcatura CE isol.	Verifica
				Isol*	Strutt					
				A_{F_r} [kPa s/m ²] o s' [MN/m ³]	R_w [dB]					
								<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	
Nota 1	I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015									
Documentazione: A) Riferimenti costruttore; B) Norme UNI. * non necessario qualora, su un insieme di componenti che include anche l'isolante, siano disponibili prove acustiche di laboratorio o calcoli di R_w o di ΔR_w . Legenda R_w : indice (espresso in dB) del potere fonoisolante dell'elemento; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera).										

APPENDICE D – ESEMPIO DI CHECK-LIST – SCHEDA ‘VERIFICA DEL CANTIERE RIFERITA AGLI ELEMENTI OPACHI

Si riporta qui di seguito un esempio di check-list di una scheda di verifica del cantiere riferita agli elementi opachi utilizzabile dagli uffici tecnici di controllo in fase di realizzazione.

Verifica energetica/acustica strutture opache – MURATURE VERTICALI										
Strutt	Descrizione	Sp. isol. [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	Car. Acustiche		λ isol. [W/mK]	U_{parete} [W/m ² K]	Nota 1	Marcatura CE isolante	Verifica
				Isol.*	Strutt.					
				AF_r [kPa s/m ²] o (per cappotti termici) s' [MN/m ³]	R_w [dB] o (per cappotti termici) ΔR_w [dB]					
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO
Nota 1	I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015									
Documentazione: A) Riferimenti costruttore; B) Norme UNI. * non necessario qualora, su un insieme di componenti che include anche l'isolante, siano disponibili prove acustiche di laboratorio o calcoli di R_w o di ΔR_w . Legenda: R_w : indice (espresso in dB) del potere fonoisolante dell'elemento; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera); ΔR_w : esprime la variazione (in dB) dell'indice del potere fonoisolante apportata da un determinato elemento.										

Verifica energetica/acustica strutture opache – PAVIMENTI

Strutt	Descrizione	Sp. isol. [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	Car. Acustiche			λ isol. [W/mK]	$U_{\text{pavimento}}$ [W/m ² K]	Nota 1	Marcatura CE isolante	Verifica
				Isol	Strutt						
				S' [MN/m ³]	$L_{n,w}$ [dB] o ΔL_w [dB]	R_w [dB]					
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SÌ <input type="checkbox"/> NO	
Nota 1	I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015										

Documentazione:

A) Riferimenti costruttore;

B) Norme UNI.

Legenda:

R_w : indice (espresso in dB) del potere fonoisolante dell'elemento; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera);

$L_{n,w}$: livello (in dB) di rumore di calpestio della struttura; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera);

ΔL_w : esprime la variazione (in dB) del livello di rumore di calpestio apportata da un determinato elemento.

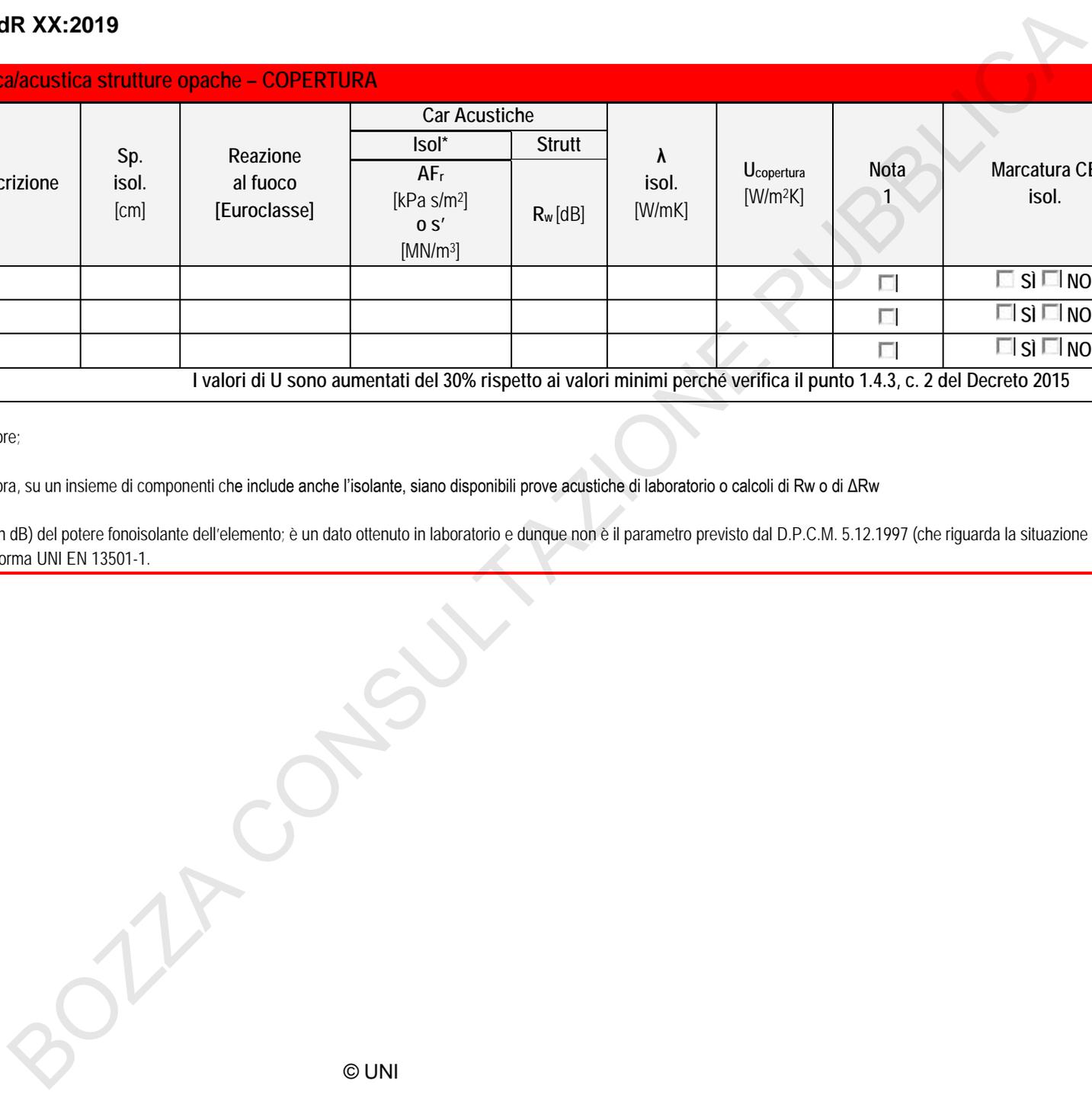
Verifica energetica/acustica strutture opache – COPERTURA

Strutt	Descrizione	Sp. isol. [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	Car Acustiche		λ isol. [W/mK]	$U_{\text{copertura}}$ [W/m ² K]	Nota 1	Marcatura CE isol.	Verifica
				Isol*	Strutt					
				AF _r [kPa s/m ²] o s' [MN/m ³]	R _w [dB]					
								<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	
								<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO	

Nota 1 I valori di U sono aumentati del 30% rispetto ai valori minimi perché verifica il punto 1.4.3, c. 2 del Decreto 2015

Documentazione:
 A) Riferimenti costruttore;
 B) Norme UNI.
 * non necessario qualora, su un insieme di componenti che include anche l'isolante, siano disponibili prove acustiche di laboratorio o calcoli di R_w o di ΔR_w

Legenda:
 R_w: indice (espresso in dB) del potere fonoisolante dell'elemento; è un dato ottenuto in laboratorio e dunque non è il parametro previsto dal D.P.C.M. 5.12.1997 (che riguarda la situazione in opera);
 Euroclasse secondo norma UNI EN 13501-1.



APPENDICE E – ESEMPIO DI ELEMENTI PER LA COMPILAZIONE DI UN CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO PER LE PARTI RELATIVE ALL'UTILIZZO DELLE LANE MINERALI

Si riportano qui di seguito gli elementi utili per i progettisti per la compilazione di un capitolato speciale d'appalto per le parti relative all'utilizzo delle lane minerali.

ART... NORME DI RIFERIMENTO E MARCATURA CE

I materiali utilizzati dovranno essere qualificati in conformità al Regolamento (CE) sui prodotti da costruzione N. 305/2011 (CPR), Regolamento obbligatorio dal 1° luglio 2013. I prodotti dovranno essere dotati di marcatura CE, attestante la conformità all'appendice ZA delle singole norme armonizzate, secondo il sistema di attestazione previsto dalla normativa vigente, e di Dichiarazione di Prestazione (DoP).

I materiali e le forniture da impiegare nella realizzazione delle opere dovranno rispondere alle prescrizioni contrattuali e in particolare alle indicazioni del progetto esecutivo, e possedere le caratteristiche stabilite dalle leggi e dai regolamenti e norme UNI applicabili, anche se non espressamente richiamate nel capitolato d'appalto.

La marcatura CE è obbligatoria e costituisce condizione necessaria per la libera circolazione dei prodotti nella comunità europea, rendendo i produttori responsabili della conformità del prodotto da costruzione alla Dichiarazione di Prestazione che deve obbligatoriamente essere resa disponibile dal fornitore.

MATERIALI PER OPERE DI COMPLETAMENTO

ART... LANE MINERALI: LANE DI VETRO O LANE DI ROCCIA

Tutti i prodotti in lane minerali per l'isolamento termoacustico per l'edilizia devono essere conformi alle prescrizioni progettuali e riportare la prescritta marcatura come previsto dalla specifica norma UNI EN 13162. La suddetta norma specifica i requisiti per i prodotti di lana minerale ottenuti in fabbrica, con o senza rivestimenti, che sono utilizzati per l'isolamento termoacustico degli edifici.

I prodotti in lana minerale possono essere sotto forma di rotoli o di pannelli.

I prodotti devono essere marcati con un'etichetta sull'imballaggio, con le informazioni previste dal punto 8 della norma UNI EN 13162, tra cui nome e indirizzo della sede legale del fabbricante; codice unico di identificazione del prodotto-tipo; lotto di produzione; numero di riferimento della dichiarazione di prestazione; riferimento alla specifica norma tecnica armonizzata e uso previsto; caratteristiche essenziali del prodotto (dimensioni nominali; conducibilità e resistenza termica; comportamento al fuoco).

Inoltre i prodotti in lana minerale dovranno essere accompagnati da certificazione EUCERB (European Certification Board for Mineral Wool Products), che garantisce la biosolubilità del prodotto ed il rispetto della nota Q, di cui all'allegato VI del Regolamento (CE) N. 1272/2008.

Alla direzione dei lavori, ai fini dell'accettazione dei materiali in lana minerale, oltre alla certificazione EUCERB devono essere fornite le DoP dei vari prodotti.

Condizioni di stoccaggio:

I prodotti devono essere stoccati in luogo asciutto, al riparo dal gelo e pioggia ed in condizioni protette. I prodotti devono essere stoccati in condizioni che garantiscano l'integrità degli stessi. Se possibile i materiali devono restare nel loro imballo originale. I materiali senza imballaggio devono essere sempre immagazzinati in luogo asciutto.

Gli scarti di lavorazione dei prodotti in lana minerale per i quali nelle schede di prodotto, usualmente schede d'uso o schede di sicurezza, è indicato il codice CER 17.06.04 (rifiuto speciale non pericoloso), possono essere smaltiti in discariche come rifiuti non pericolosi, in conformità alla legislazione corrente.

ART... PRODOTTI PER ISOLAMENTO TERMICO

Si definiscono materiali per l'isolamento termico quelli atti a dissipare il flusso termico di calore scambiato tra due ambienti. Nello specifico la resistenza termica definisce la proprietà del materiale di opporre resistenza al passaggio di calore, e si calcola come il rapporto tra lo spessore e la conducibilità termica:

$$R_D = \frac{s}{\lambda_D}$$

Tabella E.1 - Per isolamento termico

Riferimento	Descrizione elemento	Tipologia d'isolante	Spessore [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	λ_D [W/mK]

ART... PRODOTTI PER ISOLAMENTO E ASSORBIMENTO ACUSTICO

PRODOTTI PER ASSORBIMENTO ACUSTICO

Si definiscono *materiali assorbenti acustici* (o *materiali fonoassorbenti*) quelli atti a dissipare in forma sensibile l'energia sonora incidente sulla loro superficie e, di conseguenza, a ridurre l'energia sonora riflessa.

Questa proprietà deve essere valutata con il coefficiente di assorbimento acustico (α_w) ottenuto con il metodo definito dalla norma UNI EN ISO 11654, a partire dalla misura dei coefficienti di assorbimento in frequenza secondo la norma UNI EN ISO 354.

Sono da considerarsi assorbenti acustici tutti i materiali porosi a struttura fibrosa o alveolare aperta. A parità di struttura (fibrosa o alveolare), la proprietà fonoassorbente dipende dallo spessore. Gli isolanti utilizzati nei sistemi edilizi di progetto sono riportati nella seguente tabella:

Tabella E.2 - Per assorbimento acustico

Riferimento	Descrizione elemento	Tipologia d'isolante	Spessore [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	α_w

PRODOTTI PER ISOLAMENTO ACUSTICO

Si definiscono materiali isolanti acustici (o materiali fonoisolanti) quelli atti a diminuire in forma sensibile la trasmissione di energia sonora che li attraversa. Questa proprietà è valutata con il potere fonoisolante apparente (R'_w) che può essere calcolato secondo la norma UNI EN ISO 12354.1 a partire dai valori misurati in laboratorio (R_w) secondo la serie delle norme UNI EN ISO 10140.

Tutti i sistemi comunemente impiegati nella realizzazione di divisori in edilizia devono possedere proprietà fonoisolanti. Quando sono realizzati sistemi edilizi compositi (pareti, coperture, ecc.) formate da strati di materiali diversi, il potere fonoisolante di queste strutture dipende, dal numero e dalla qualità degli strati, dalle modalità di accoppiamento e dall'eventuale presenza di intercapedini d'aria. Gli isolanti utilizzati nei sistemi edilizi di progetto sono riportati nella sottostante tabella.

Tabella E.3 - Per isolamento acustico

Riferimento	Descrizione elemento	Tipologia d'isolante	Spessore [cm]	Reazione al fuoco [Euroclasse]	AF_r^*

*in caso di cappotto il parametro da valutare non è la resistenza al flusso d'aria ma la rigidità dinamica.

APPENDICE F - ESEMPIO DI INFORMAZIONI PRESENTI IN UNA DICHIARAZIONE DI PRESTAZIONE

A seguire un esempio delle informazioni che possono essere contenute in una dichiarazione di prestazione ed un esempio di marcatura CE:

1. Codice di identificazione unico del prodotto tipo:
2. Usi previsti:.....
3. Fabbricante:.....
4. Mandatario:.....
5. Sistemi di VVCP:.....
- 6a. Norma Armonizzata:.....
Organismi notificati:.....
- 6b. Documento per la valutazione europea.....
Valutazione tecnica europea:.....
Organismo di valutazione tecnica:.....
Organismi notificati:
7. Prestazioni dichiarate:
8. Documentazione tecnica appropriata e/o documentazione tecnica specifica:
.....

La prestazione del prodotto sopra identificato è conforme all'insieme delle prestazioni dichiarate. La presente dichiarazione di responsabilità viene emessa, in conformità al regolamento (UE) n. 305/2011, sotto la sola responsabilità del fabbricante sopra identificato.

Firmato a nome e per conto del fabbricante da:

[nome e cognome]

In [luogo] addì [data di emissione]

[firma]

Tabella F.1 - Caratteristiche tecniche potenzialmente presenti in una Dichiarazione di Prestazione per Prodotto da Costruzione in Lana Minerale

Caratteristiche Essenziali	Prestazione	Norma tecnica armonizzata
Resistenza Termica	Resistenza termica	R_D 2,5 m ² K/W
	Conduttività termica	λ_D 0,040 W/mK
	Spessore	d_N 100 mm, T5
Reazione al fuoco	Reazione al fuoco	A1
Durabilità della reazione al fuoco in caso di calore, intemperie, invecchiamento/degrado	Caratteristiche di durabilità	A1
Durabilità della resistenza termica in caso di calore, intemperie, invecchiamento/degrado	Resistenza termica	R_D 2,5 m ² K/W
	Conduttività termica	λ_D 0,040 W/mK
	Caratteristiche di durabilità	DS(70,90)
Resistenza a compressione	Sollecitazione alla compressione	CS(10)70
	Carico concentrato	PL(5)100
Resistenza a trazione/flessione	Resistenza alla trazione perpendicolare alle facce	NPD
Durabilità della resistenza a compressione in presenza dell'invecchiamento/degrado	Scorrimento viscoso a compressione	NPD
Permeabilità all'acqua	Assorbimento d'acqua a lungo termine	WL(P)
Permeabilità al vapore d'acqua	Trasmissione del vapore d'acqua	MU1
	Fattore di resistenza alla diffusione del vapore d'acqua	
Indice di trasmissione del rumore di impatto (per solai)	Rigidità dinamica	NPD
	Spessore	NPD
	Comprimibilità	NPD
	Resistenza al flusso d'aria	NPD
Indice di assorbimento acustico	Assorbimento acustico	NPD
Indice di assorbimento acustico per via aerea diretto	Resistenza al flusso d'aria	NPD
Rilascio di sostanze pericolose nell'ambiente interno	Rilascio di sostanze pericolose	NPD
Fenomeno di post incandescenza	Fenomeno di post incandescenza	NPD

EN 13162

Caratteristiche Essenziali	Prestazione	Norma tecnica armonizzata
NPD Nessuna Prestazione Determinata		

A seconda del prodotto/applicazione, alcune caratteristiche possono non essere determinate dal produttore; in questi casi si troverà la sigla NPD (Nessuna Prestazione Determinata).

 <p>4567</p> <p>1234/ 7456</p>	<p>Marcatura CE, che consiste nel simbolo "CE"</p> <p>Numero di identificazione dell'organismo notificato</p> <p>Numero di identificazione del laboratorio/laboratori di prova notificato/notificati</p>										
<p>AnyCo Ltd, PO Box 21, B-1050</p> <p>15</p> <p>0123 – DoP – 2013/10/07</p>	<p>Nome e indirizzo registrato del fabbricante, o marchio di identificazione</p> <p>Le ultime due cifre dell'anno in cui la marcatura è stata apposta per la prima volta</p> <p>Numero di riferimento della DoP</p>										
<p>EN 13162:AAAA</p> <p>ABCD Roofboard</p> <p>ThIB</p> <table data-bbox="287 1366 734 1612"> <tr> <td>R_D</td> <td>2,5 m² K/W</td> </tr> <tr> <td>d_N</td> <td>100 mm</td> </tr> <tr> <td>RtF</td> <td>A1</td> </tr> <tr> <td>R_D</td> <td>2,5 m² K/W</td> </tr> <tr> <td>λ_D</td> <td>0,040 W/mK DS(70,90)</td> </tr> </table> <p>CS(10,70); PL(5)</p> <p>WL(P) MU1</p>	R_D	2,5 m ² K/W	d_N	100 mm	RtF	A1	R_D	2,5 m ² K/W	λ_D	0,040 W/mK DS(70,90)	<p>N. della norma Europea applicata, come</p> <p>Codice di identificazione unico del prodotto-tipo</p> <p>Uso previsto del prodotto come definito nella norma Europea applicata</p> <p>Resistenza termica</p> <p>Reazione al fuoco - Euroclasse</p> <p>Durabilità della resistenza termica in caso di calore, intemperie, invecchiamento/degrado</p> <p>Caratteristiche di durabilità</p> <p>Sollecitazione a compressione - Carico concentrato</p> <p>Permeabilità all'acqua Permeabilità al vapore d'acqua</p>
R_D	2,5 m ² K/W										
d_N	100 mm										
RtF	A1										
R_D	2,5 m ² K/W										
λ_D	0,040 W/mK DS(70,90)										

MW – EN 13162 – T5 – DS(70,90) – CS(10)70 –
PL(5)100 – MU1

Codice di designazione (in accordo con il punto 6 per
le caratteristiche rilevanti in accordo con il prospetto
ZA.1)

BOZZA CONSULTAZIONE PUBBLICA

Spiegazione degli elementi del codice di designazione CE:

MW	indica l'abbreviazione per lana minerale.
EN 13162	indica la norma europea di riferimento.
Ti	indica la classe dichiarata o il livello dichiarato tolleranza di spessore determinato secondo UNI EN 823.
DS(70, -)	indica il valore dichiarato per la stabilità dimensionale a specifiche condizioni di temperatura secondo UNI EN 1604.
DS(23, 90) o DS(70, 90)	indica il valore dichiarato della stabilità dimensionale a specifiche condizioni di temperatura e umidità relativa secondo UNI EN 1604.
CS(10\Y)i	indica il livello dichiarato per la sollecitazione a compressione o resistenza a compressione con una deformazione del 10% espressa in kPa secondo la normativa europea UNI EN 826.
TRi	indica il livello dichiarato della resistenza a trazione nel senso dello spessore espressa in kPa secondo la normativa europea UNI EN 1607.
PL(5)i	indica il livello dichiarato di carico concentrato che crea una deformazione di 5 mm espressa in N secondo la normativa europea UNI EN 12430.
WS	indica il livello dichiarato dell'assorbimento dell'acqua a breve termine determinato secondo UNI EN 1609.
WL(P)	indica il livello dichiarato dell'assorbimento dell'acqua per immersione parziale e a lungo periodo determinato secondo UNI EN 12087.
MUi o Zi	indica la permeabilità al vapore d'acqua in termini di valore dichiarato di fattore di resistenza alla diffusione di vapore d'acqua determinata (adimensionale) secondo UNI EN 12086 o UNI EN 13162 o di valore dichiarato di resistenza al vapore d'acqua in $m^2 h Pa/mg$ secondo UNI EN 12086.
SDi	indica il livello dichiarato di rigidità dinamica in MN/m^3 secondo UNI EN 29052-1.
CPi	indica il livello dichiarato di comprimibilità ad uno specifico carico imposto sul rivestimento secondo UNI EN 12431 e UNI EN 13162.
CC($i_1/i_2/y$) σ_c	indica il livello dichiarato del <i>compressive creep</i> (scorrimento viscoso a compressione), secondo UNI EN 1606, ossia un valore non maggiore di i_2 espresso in mm, con una riduzione complessiva di spessore i_1 espressa in mm dopo estrapolazione a y anni sotto una sollecitazione dichiarata x espressa in kPa.
APi	indica il livello dichiarato del coefficiente di assorbimento acustico pratico secondo UNI EN ISO 354 e UNI EN ISO 11654
AWi	indica il livello dichiarato del coefficiente di assorbimento acustico ponderato secondo EN ISO 354 e EN ISO 11654
AF _r	indica il livello di resistività al flusso d'aria in $kPa s/m^2$ secondo UNI EN ISO 9053-1
SSi	indica il valore dichiarato della resistenza a taglio in kPa secondo UNI EN 12090
BSi	indica la resistenza a flessione dichiarata in kPa secondo UNI EN 12089

APPENDICE G – PRINCIPALI APPLICAZIONI DEI PRODOTTI A BASE DI LANE MINERALI

Si delineano in questa appendice le principali applicazioni dei prodotti a base di lane minerali quali:

- le coperture;
- le pareti;
- i pavimenti;
- i controsoffitti.

G.1 COPERTURE

G.1.1 COPERTURA A FALDA CON STRUTTURA IN LEGNO

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Incombustibile (A1 o A2-s1, d0) Leggera e di facile installazione
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale ed estivo Isolamento acustico Reazione al fuoco Permeabilità al vapore Non igroscopico Leggerezza Facilità d'installazione e di taglio

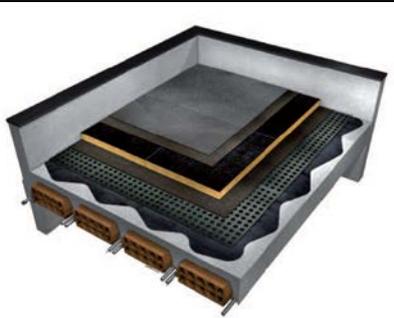
G.1.2 COPERTURA A FALDA CON STRUTTURA IN LATERO-CEMENTO

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Dimensionalmente stabile al variare di temperatura e umidità Facile installazione
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale Isolamento acustico Caratteristiche meccaniche Stabilità dimensionale Facilità di taglio

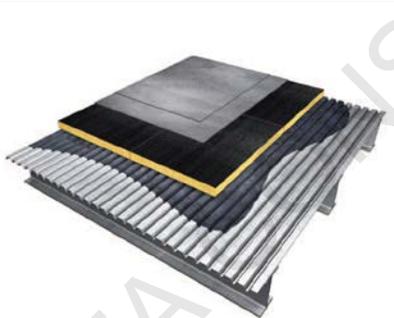
G.1.3 COPERTURA A FALDA ISOLATA ALL'INTRADOSSO

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Incombustibile (A1) Leggera e di facile installazione Stoccabile in spazi molto limitati
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale ed estivo Isolamento acustico Facilità d'installazione e di taglio

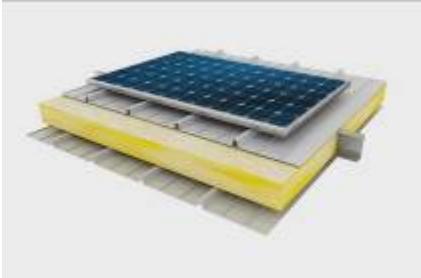
G.1.4 COPERTURA PIANA IN LATERO-CEMENTO OCCASIONALMENTE PRATICABILE

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Dimensionalmente stabile al variare di temperatura e umidità Facile installazione
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale Isolamento acustico Caratteristiche meccaniche Stabilità dimensionale Facilità di taglio

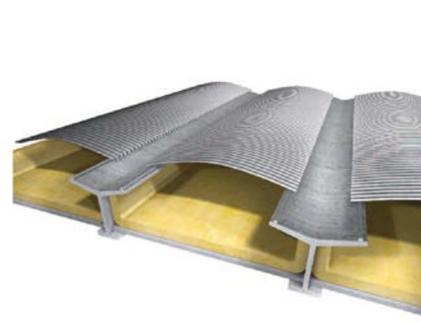
G.1.5 COPERTURA PIANA IN LAMIERA CON STRATO IMPERMEABILIZZANTE BITUMINOSO O SINTETICO

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Incombustibile (A1 o A2-s1, d0) Dimensionalmente stabile al variare di temperatura e umidità Leggera e di facile installazione
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale ed estivo Isolamento acustico Caratteristiche meccaniche Leggerezza Facilità d'installazione e di taglio

G.1.6 COPERTURA A FALDA IN LAMIERA CON STRATO DI TENUTA IN LAMIERA

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Incombustibile (A1) ¹² Leggera e di facile installazione
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale ed estivo Isolamento acustico Facilità di taglio

G.1.7 COPERTURE INDUSTRIALI – INSTALLAZIONE SUGLI ELEMENTI DI CONTROSOFFITTO

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Incombustibile (A1) Leggera e di facile installazione Stoccabile in spazi molto limitati
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale Isolamento acustico Reazione al fuoco Facilità di taglio

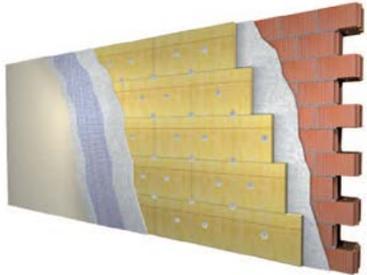
G.2 PARETI

G.2.1 PARETI ESTERNE & INTERNE CON ISOLAMENTO IN INTERCAPEDINE

	Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica	Prestazioni acustiche Installazione agevole Rapidità d'installazione soprattutto con i pannelli a tutta altezza
	Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica	Isolamento termico invernale Isolamento acustico Facilità di taglio

¹² Nel caso di coperture con impianti fotovoltaici, tale soluzione risponde ai requisiti del "Caso 1" previsti dalla "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici Edizione anno 2012" del Ministero dell'Interno dipartimento dei Vigili del Fuoco, relativi agli impianti fotovoltaici installati su coperture.

G.2.2 PARETE ESTERNA CON ISOLAMENTO A CAPPOTTO

	<p>Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Prestazioni acustiche Incombustibile (A1 o A2-s1, d0)¹³ Gestione della condensa interstiziale Elevata resistenza agli urti occasionali Dimensionalmente stabile al variare di temperatura e umidità Leggera e di facile installazione</p>
	<p>Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Isolamento termico invernale ed estivo Isolamento acustico Permeabilità al vapore Caratteristiche meccaniche Elasticità Facilità di taglio</p>

G.2.3 PARETE ESTERNA A FACCIATA VENTILATA

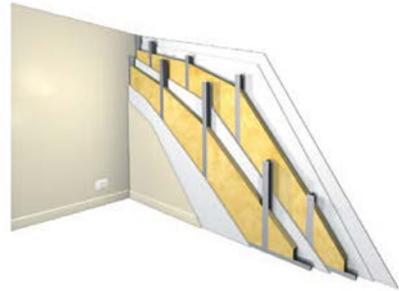
	<p>Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Prestazioni acustiche Incombustibile (A1)⁹ Gestione della condensa interstiziale Dimensionalmente stabile al variare di temperatura e umidità Leggera Non richiede prelaborazioni per le staffe di fissaggio della facciata</p>
	<p>Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Isolamento termico invernale ed estivo Isolamento acustico Reazione al fuoco Permeabilità al vapore Facilità d'installazione Compatibilità con gli elementi di fissaggio delle lastre della facciata</p>

¹³ Nel caso di installazione su edifici di altezza superiore ai 12 m, tale soluzione soddisfa sempre i requisiti della Circolare n. 5043 del 15 Aprile 2013 Guida Tecnica Ministero Interno riguardante i "Requisiti di sicurezza antincendio delle facciate degli edifici civili"

G.2.4 PARETI ESTERNE ED INTERNE CON CONTROPARETE IN STRUTTURA METALLICA

	<p>Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Prestazioni acustiche Installazione agevole dovuta all'adattabilità ai profili metallici e alle installazioni impiantistiche Rapidità d'installazione</p>
	<p>Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Isolamento termico invernale Isolamento acustico Facilità d'installazione, di adattamento e di taglio</p>

G.2.5 PARETI INTERNE A SECCO

	<p>Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Prestazioni acustiche Installazione agevole dovuta all'adattabilità ai profili metallici e alle installazioni impiantistiche Rapidità d'installazione Ingombri ridotti e riduzione degli scarti rispetto alle soluzioni a pannelli</p>
	<p>Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Isolamento acustico Isolamento termico invernale Facilità d'installazione, di adattamento e di taglio</p>

G.3 PAVIMENTI

G.3.1 PAVIMENTI D'INTERPIANO

	<p>Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Prestazioni acustiche Installazione agevole dovuta all'adattabilità alle superfici dei sottofondi Rapidità d'installazione</p>
	<p>Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Isolamento acustico Isolamento termico invernale Facilità d'installazione, di adattamento e di taglio</p>

G.3.2 PAVIMENTI SU LOCALI NON RISCALDATI

	<p>Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Prestazioni acustiche Installazione agevole dovuta all'adattabilità alle superfici dei sottofondi Rapidità d'installazione</p>
	<p>Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Isolamento termico invernale Isolamento acustico Facilità d'installazione, di adattamento e di taglio</p>

G.4 CONTROSOFFITTI

G.4.1 ISOLANTE SU LASTRE FORATE IN GESSO RIVESTITO

	<p>Caratteristiche distintive della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Prestazioni acustiche Installazione agevole dovuta all'adattabilità strutture di supporto del controsoffitto Rapidità d'installazione Ingombri ridotti e riduzione degli scarti rispetto alle soluzioni a pannelli</p>
	<p>Ulteriori vantaggi della lana minerale nell'applicazione specifica</p>	<p>Isolamento acustico Isolamento termico invernale Facilità d'installazione, di adattamento e di taglio</p>

BIBLIOGRAFIA

- [1] UNI 11367 Acustica in edilizia – Classificazione Acustica delle unità immobiliari – Procedura di valutazione e verifica in opera
- [2] UNI 11532-1 Caratteristiche acustiche interne di ambienti confinati – Metodi di progettazione e tecniche di valutazione – Parte 1: Requisiti generali
- [3] UNI EN 12939 Prestazione termica dei materiali e dei prodotti per edilizia - Determinazione della resistenza termica per mezzo della piastra calda con anello di guardia e del metodo del termoflussimetro - Prodotti spessi con resistenza termica elevata e media
- [4] UNI EN 13862 Macchine per taglio di superfici piane orizzontali - Sicurezza
- [5] Le Fibre Artificiali Vetrose (FAV) - Linee guida per l'applicazione della normativa inerente ai rischi di esposizioni e le misure di prevenzione per la tutela della salute"