

COPERTURE

**SOLUZIONI LEGGERE
E ISOLANTI IN ARGILLA
ESPANSA PER LA NUOVA
COSTRUZIONE E LA
RISTRUTTURAZIONE**

Argilla espansa Leca

Naturale ed ecobiocompatibile

L'argilla espansa è un aggregato leggero di origine naturale, impiegato da oltre 50 anni come materiale da costruzione per le sue caratteristiche di elevata **qualità, durabilità ed efficienza energetica**.

La principale caratteristica del Leca è la **leggerezza**, in combinazione con l'**isolamento termico** e l'elevata **resistenza meccanica**. E in più può essere definito come un prodotto **"tutto in una pallina"**, in grado di fornire una vasta e completa gamma di proprietà essenziali per supportare le **costruzioni sostenibili**.



L'argilla espansa Leca ha ottenuto la **Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD)**.



4-5 VOLTE PIÙ LEGGERO
rispetto agli aggregati tradizionali

100% RIUSABILE/RICICLABILE

RESISTENTE AL FUOCO

ISOLANTE TERMICO
estivo e invernale

ISOLANTE ACUSTICO
per manufatti fonoisolanti

**INALTERABILE E RESISTENTE
NEL TEMPO**

NATURALE ED ECOLOGICO
non contiene sostanze nocive nè
emette VOC

DURABILE
non si degrada nel tempo

**CERTIFICATO ANAB-ICEA
PER LA BIOEDILIZIA**

Indice

Classificazione e requisiti

Introduzione	6
La classificazione delle coperture	7
I requisiti delle coperture	8
I sistemi di impermeabilizzazione	15

Coperture piane

Copertura praticabile	22
Copertura carrabile	24
Copertura non praticabile	26

Coperture inclinate

Tetto non ventilato e ventilato	30
Sottotetto isolato	31

Riqualificazione di coperture esistenti

Copertura piana	34
Copertura inclinata	36
Terrazze e balconi	37

Coperture a verde

Tetto verde intensivo	40
Tetto verde estensivo	41

Prodotti

Strati di isolamento termico Leca e per il verde pensile AgriLeca	44
Strati di alleggerimento e pendenza Lecacem	45
Strati di finitura e pendenza Lecamix	46
Strati di consolidamento strutturale LecaCLS	47

Edizione 2022 | © Laterlite

Tutti i diritti riservati.

Vietata la riproduzione, anche parziale, non autorizzata.

Per eventuali aggiornamenti che dovessero entrare in vigore nel corso dell'anno, si rimanda alla consultazione del sito internet **Leca.it** e delle Schede Tecniche di prodotto.

Per ogni ulteriore informazione, contattare l'**Assistenza Tecnica Laterlite** (02 48011962 Laterlite@laterlite.it).

Seguici su:



Inquadra il QR code
sulle pagine per avere
contenuti extra.



Classificazione e requisiti

Introduzione	6
La classificazione delle coperture	7
I requisiti di una copertura	8
I sistemi di impermeabilizzazione	15

Introduzione

Le coperture sono le strutture che delimitano superiormente l'involucro edilizio e assolvono alla funzione di offrire protezione dagli agenti atmosferici, di convogliare e/o allontanare le acque piovane dall'edificio e isolare termicamente.

I sistemi di copertura svolgono anche un ruolo determinante nell'isolare dalle temperature invernali e proteggere dal surriscaldamento estivo che, nelle ore estive più calde, rende le superfici maggiormente esposte ai raggi solari.

Gli **aspetti più importanti** da considerare nella progettazione e realizzazione delle coperture sono in sintesi:

- **comfort termico**, nei termini di isolamento termico e inerzia termica, oltre che **acustico**.
- protezione costante degli ambienti interni dall'**acqua piovana**.
- **durabilità dei materiali** e buon comportamento nel tempo delle soluzioni, con il mantenimento dei livelli prestazionali progettuali.
- **resistenza meccanica**.
- reazione e resistenza al **fuoco**.
- comportamento **antisismico**.
- **ecobiocompatibilità**.

A livello normativo, la **UNI 8089: 2012** "Terminologia funzionale delle coperture" e la **UNI 8178-1: 2019 e 8178-2: 2019** "Coperture - Analisi degli elementi e strati funzionali" identificano gli elementi di tenuta, termoisolanti e portanti, come primari di una copertura elencando anche quelli elementari/complementari (elementi di collegamento, di supporto, strato di barriera al vapore, strato di ventilazione).

Per quanto concerne l'analisi degli elementi e degli strati funzionali delle coperture le norme indicano l'**argilla espansa come materiale idoneo per la formazione dell'isolamento con funzione termoisolante**, sia sotto forma di calcestruzzi alleggeriti che di strati di materiale granulare sciolto.

Anche per lo **strato drenante**, avente la funzione di raccogliere e smaltire l'acqua pervenuta all'interno della copertura, la normativa indica come conforme l'impiego di **argilla espansa** in particolare:

- in **giardini pensili**, al fine di migliorarne le condizioni vegetative.
- nelle **coperture continue**, con l'elemento termoisolante sovrapposto all'elemento di tenuta al fine di rendere più veloce lo smaltimento dell'acqua penetrata al di sotto dell'elemento termoisolante.

La monografia fornisce un approfondimento su numerosi schemi funzionali per coperture piane, inclinate, a verde e riqualificazione di sistemi esistenti con sezioni tipo utili al progettista per approfondire e sviluppare il progetto nel suo complesso grazie al positivo contributo offerto dall'argilla espansa Leca.



La classificazione delle coperture

La classificazione delle coperture può essere formulata in base a:

- **caratteristiche dello strato di tenuta all'acqua:**

- **continue**, nelle quali la tenuta all'acqua viene garantita dalla membrana impermeabile indipendentemente dalla pendenza o dalla particolare configurazione geometrica della chiusura.
- **discontinue**, nelle quali la funzione viene garantita da vari materiali (tegole, lastre) che, grazie al modo in cui sono fra loro collegati e alla pendenza della falda, assicurano la tenuta dell'acqua.

- **comportamento termoigrometrico:**

- isolate e non ventilate.
- isolate e ventilate.
- non isolate e non ventilate.
- ventilate e non isolate.

- **caratteristiche geometriche:**

- **piane**, la cui pendenza è inferiore al 5%.
- **inclinate**, la cui pendenza (uno o più piani) è superiore al 5%.
- **curve**, la cui superficie presenta un andamento curvo.

- **gradi di accessibilità:**

- **non praticabile**, accessibile esclusivamente per le operazioni di manutenzione periodica.
- **praticabile**, caratterizzata per la presenza di elementi di protezione e lo strato di finitura superficiale tali da consentire di soggiornarvi e svolgere attività.
- **praticabile carrabile**, idoneo per consentire la percorribilità da parte di veicoli.
- **tetto giardino**, idoneo a ospitare specie vegetali quali manti erbosi, fiori e arbusti.

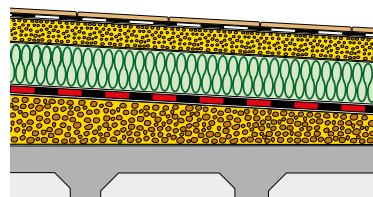
Nelle **coperture isolate** la collocazione dell'elemento di tenuta rispetto ai vari strati della stratigrafia determina differenti modelli funzionali:

- **tetto rovescio**, caratterizzato dallo strato impermeabilizzante posto inferiormente a quello isolante. E' necessario l'impiego di un materiale isolante di adeguate prestazioni nei confronti dell'esposizione ambientale (in particolare insensibile al gelo e all'acqua) e caratterizzato da una significativa massa superficiale per assicurare maggiore comfort estivo. Generalmente lo strato isolante viene ricoperto da una zavorra, ad esempio argilla espansa - ghiaia - massetti - strato colturale. Per il suo funzionamento fisico-tecnico è una soluzione adatta ai climi caldi e che consente di eliminare la barriera al vapore, la cui funzione è svolta dalla membrana impermeabile.
- **tetto caldo**, caratterizzato dallo strato impermeabilizzante posto superiormente a quello isolante e il posizionamento di una barriera al vapore (sotto all'isolante) per contrastare i fenomeni di condensazione all'interno del materiale isolante. L'impermeabilizzazione è particolarmente esposta ai raggi del sole e all'accumulo di calore, necessitando quindi di idonee caratteristiche di protezione al fine di assicurare durabilità nel tempo.
- **tetto freddo o ventilato**, caratterizzato da un'intercapedine disposta tra lo strato impermeabilizzante e lo strato di isolamento avente la funzione di smaltire il vapore attraverso delle aperture poste ai lati della copertura migliorando il comportamento del tetto al surriscaldamento estivo. Questa tipologia necessita di un'attenta progettazione e risulta essere la tipologia impiegata con maggiore preferenza nelle coperture inclinate.

Una nota importante riguarda la pendenza in copertura dell'elemento di tenuta (manto impermeabile), sempre necessaria alla luce delle norme UNI 8178-1: 2019 e UNI 8178-2: 2019 "Edilizia - Coperture" riguardanti "Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue e discontinue e indicazioni progettuali per la definizione di soluzioni tecnologiche" e realizzabile ad esempio con uno strato dedicato posto direttamente sull'elemento portante.

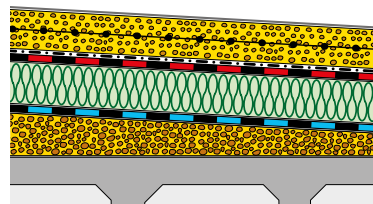


Tetto rovescio



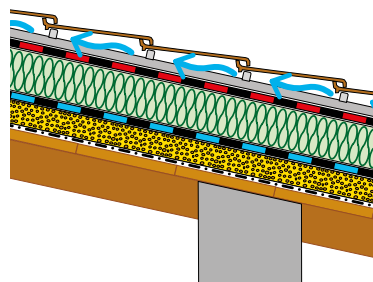
Lo strato impermeabilizzante è posto inferiormente allo strato isolante.

Tetto caldo



Lo strato impermeabilizzante è posto sopra allo strato isolante.

Tetto ventilato



L'intercapedine ventilata ha la funzione di smaltire il vapore e di migliorare il comportamento estivo del tetto.

I requisiti di una copertura

Dispersioni energetiche dell'involucro

Copertura
sino a circa il 30 %



Isolamento termico

Le dispersioni che avvengono attraverso la copertura possono incidere in misura significativa (anche sino a circa il 30% in funzione della dimensione, geometria e tipologia di copertura) rispetto a quelle globali; nella stagione estiva la quantità di energia solare che viene intercettata in una giornata da ogni metro quadrato di copertura è superiore a quella intercettata dalla pareti verticali. Lo sviluppo superficiale della copertura, di gran lunga maggiore rispetto a quello delle chiusure verticali che delimitano lo spazio abitabile sottostante, influisce in modo consistente sulla cosiddetta temperatura radiante: le coperture devono essere ben isolate termicamente al fine di ottenere una temperatura operante analoga a quella presente negli ambienti dei piani inferiori.

La copertura deve contribuire a mantenere condizioni di comfort termoigrometrico sia nel periodo invernale che estivo. Le dispersioni termiche attraverso il tetto, nel periodo invernale, devono essere contenute e il flusso termico entrante, nel periodo estivo, deve essere il più ridotto possibile, così da limitare il contributo dell'impianto di riscaldamento e il ricorso a impianti di climatizzazione.

Particolare attenzione va posta all'**isolamento termico in estate** e in presenza di **climi caldi**: la copertura è infatti irraggiata dal sole durante tutta la giornata. Al fine di **evitare surriscaldamenti dell'ambiente abitato sottostante la copertura** deve possedere resistenze termiche superiori a quelle che si riscontrano nelle chiusure verticali unitamente a una **buona inerzia termica**. Ecco quindi che nel sistema di copertura lo strato isolante assume un ruolo fondamentale, sia dal punto di vista del risparmio energetico che del miglioramento del comfort abitativo estivo e invernale.

Il parametro principale per determinare le dispersioni termiche invernali è la **trasmissione termica U** (misurata in W/m^2K) che rappresenta il flusso di calore che attraversa una superficie unitaria sottoposta ad una differenza di temperatura pari ad $1^\circ C$.

Durante il periodo estivo risulta invece di primaria importanza limitare il surriscaldamento dei locali interni, grazie a opportuni strati isolanti caratterizzati anche da una significativa massa superficiale. Grazie all'utilizzo delle soluzioni in **argilla espansa Leca** è possibile ottenere sistemi tecnici, a elevate prestazioni e con efficaci contributi di **"isolamento termico massivo"**, che contribuiscono a una **sensibile riduzione dei consumi energetici per la climatizzazione sia invernale che estiva**.

Il quadro normativo

Il 15 luglio 2015 sono stati pubblicati in Gazzetta Ufficiale i **Decreti attuativi della Legge 90/2013** (Recepimento a livello nazionale della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica degli edifici).

I tre Decreti attuativi, datati 26 giugno 2015, affrontano tutti gli aspetti inerenti l'efficienza energetica: i **requisiti prestazionali minimi degli edifici**, le **modalità di elaborazione delle relazioni tecniche di progetto** e la **Certificazione energetica degli edifici**. Nel seguito si farà riferimento in particolare al **Decreto 26/6/2015** "Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prestazioni e dei requisiti minimi degli edifici" (nel seguito indicato brevemente come *"Decreto Requisiti Minimi"*).



Il Decreto Requisiti Minimi

Il Decreto M.I.S.E. del 26/6/2015 "Requisiti Minimi" introduce **nuove metodologie di calcolo** delle prestazioni energetiche degli edifici e requisiti più severi rispetto a quanto previsto dal D.Lgs 192/05-D.Lgs 311/06.

Il Decreto si applica in funzione della data di richiesta del titolo abitativo (permesso a costruire o assimilato) secondo le seguenti scadenze:

- dall'**1/10/2015** si applicano requisiti prestazionali "intermedi", coerentemente con quanto previsto dalla Direttiva 2010/31/UE;
- dall'**1/1/2019** per gli edifici pubblici si applicano i requisiti prestazionali "finali";
- dall'**1/1/2021** i requisiti prestazionali "finali" andranno applicati anche agli edifici privati.

Come previsto dalla Direttiva europea, gli edifici nuovi (o assimilati) o soggetti a ristrutturazioni importanti di 1° livello dovranno essere "edifici a energia quasi zero" (NZEB - Near Zero Energy Building).

Trasmittanze termiche

I valori delle trasmittanze termiche U per strutture opache orizzontali o inclinate di copertura (comprensivi delle maggiorazioni dovute ai ponti termici) sono riferiti all'**edificio di riferimento** e non sono obbligatori per l'edificio reale. È possibile infatti utilizzare elementi di involucro con prestazioni inferiori a quelle riportate purché tale minor prestazione venga compensata da altri componenti.

Nuove costruzioni e ristrutturazioni importanti di 1° livello

Zona Climatica	U (W/m ² K) dal 2015	U (W/m ² K) dal 2019/2021
A e B	0,38	0,35
C	0,36	0,33
D	0,30	0,26
E	0,25	0,22
F	0,23	0,20

Ristrutturazioni importanti di 2° livello e riqualificazioni energetiche

Zona Climatica	U (W/m ² K) dal 2015	U (W/m ² K) dal 2021
A e B	0,34	0,32
C	0,34	0,32
D	0,28	0,26
E	0,26	0,24
F	0,24	0,22

Gli interventi su **edifici esistenti** sono soggetti alla verifica diretta dei **valori limite delle trasmittanze termiche U** (comprensivi dei ponti termici) dei **singoli elementi** edilizi secondo i valori limite sotto riportati.

Nuove costruzioni



Titolo abitativo richiesto dopo il 1° ottobre 2015.

Ristrutturazioni importanti di 1° livello



Interessano l'involucro edilizio con **$S > 50\%$** .
Requisiti da applicarsi all'intero edificio.

Ristrutturazioni importanti di 2° livello



Interessano l'involucro edilizio con **$S > 25\%$** .
Requisiti da applicarsi all'oggetto di intervento con estensione all'intera parte edilizia.

Riqualificazioni energetiche



Interessano l'involucro edilizio con **$S \leq 25\%$** .
Requisiti da applicarsi solo all'oggetto di intervento.

Per approfondimenti si rimanda alla Monografia Tecnica "Isola con Leca".



Inerzia termica

Nei climi caldi e in estate i sistemi tecnici a elevata inerzia termica sono in grado di accumulare calore per parecchie ore prima di trasmetterlo agli ambienti interni, sfasato nel tempo e attenuato. Questo si traduce sostanzialmente in una **riduzione della richiesta di energia** e in un **aumento delle condizioni di comfort termico**, poiché la temperatura superficiale (e quindi quella radiante) risulta essere minore di quella dell'aria nei momenti di picco giornalieri.

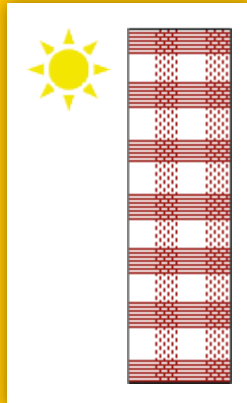
Una **soluzione progettuale massiva**, con i benefici appena descritti, è data dai tetti verdi (coperture generalmente non fruibili) o adibiti a giardini pensili (coperture trasformate in veri e propri giardini, con alberi anche ad alto fusto, progettati per essere accessibili) e in senso più generale **strati di isolamento termico in argilla espansa in spessore**.

Nei **climi più freddi**, o comunque nella stagione invernale, la capacità termica risulta in grado di immagazzinare il calore proveniente dalla radiazione solare giornaliera cedendola nelle ore serali e notturne mitigando l'ambiente.

L'efficacia della prestazione estiva si può ottenere con **stratigrafie isolanti a elevata inerzia termica**, anche in abbinamento a sistemi di coperture ventilate in grado di separare gli spazi interni abitati dal contatto diretto coi componenti esterni della struttura. La separazione può avvenire attraverso uno spazio aerato (sottotetto non abitato) o un'intercapedine di aerazione all'intradosso del manto di copertura.

L'importanza dell'**inerzia termica** estiva si traduce nell'impiego di prodotti e soluzioni che migliorano la capacità termica areica della struttura di copertura favorendo l'**accumulo di energia negli strati isolanti** (oltre che nelle strutture), quali ad esempio:

- la **densità** dei materiali isolanti (kg/m^3).
- lo **spessore** dei materiali isolanti.
- la **capacità termica specifica** del materiale isolante (espressa in J/kg K). Questa descrive l'attitudine del materiale di accumulare calore che successivamente viene riceduto all'ambiente; tanto più è elevata tanto meno cambiano le temperature dell'ambiente interno al variare delle temperature esterne.



Trasmittanza termica periodica Y_{IE} ($\text{W/m}^2\text{K}$), è il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare e attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore.

La trasmittanza termica periodica Y_{IE} , determinata secondo ISO 13786, è legata al fattore di attenuazione f_a da:
 $Y_{IE} = U \times f_a$

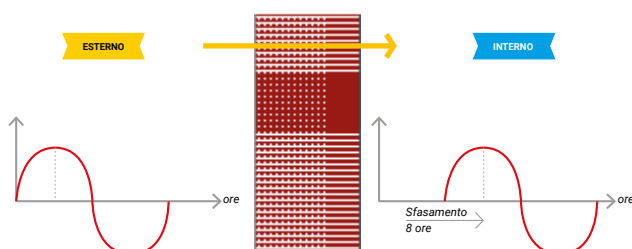
PER LE COPERTURE:

$Y_{IE} \leq 0,18 [\text{W/m}^2\text{K}]$

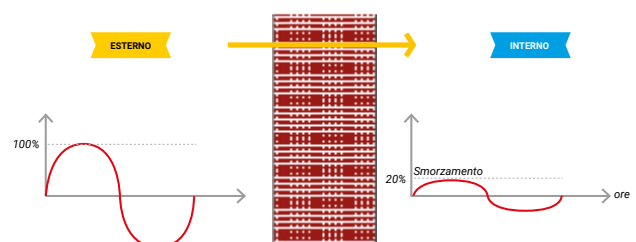
Sfasamento (ore)	Smorzamento	Prestazioni	Qualità prestazionale
$S > 12$	$f_a < 0,15$	Ottima	I
$10 < S < 12$	$0,15 < f_a < 0,30$	Buona	II
$8 < S < 10$	$0,30 < f_a < 0,40$	Sufficiente	III
$6 < S < 8$	$0,40 < f_a < 0,60$	Mediocre	IV
$S < 6$	$0,60 < f_a$	Cattiva	V

Fonte: DM 26-6-09 "Linee Guida nazionali per la Certificazione Energetica", utile riferimento anche alla luce del vigente Decreto "Linee Guida del 26-6-15".

SFASAMENTO "S" DELL'ONDA TERMICA ESTIVA



SMORZAMENTO "f" DELL'ONDA TERMICA ESTIVA



Controllo igrometrico

Con l'evoluzione legislativa in tema di isolamento termico è necessario analizzare con attenzione la stratigrafia della soluzione al fine di **evitare il rischio di formazione di muffa e l'assenza totale di condensazione interstiziale**, facendo riferimento alle condizioni climatiche determinate dalla normativa tecnica e alle diverse tipologie di utenza.

Le verifiche igrometriche, che consentono di dimostrare la bontà del progetto rispetto al tema della migrazione del vapore attraverso l'involucro, sono molto importanti nel "pacchetto" di copertura dove sono presenti strati isolanti ad alta resistenza termica e membrane impermeabili ad alta resistenza al vapore.

Le norme tecniche di riferimento, utilizzabili come riferimento ufficiale per la progettazione igrotermica ad oggi in vigore, sono:

- UNI EN ISO 13788: Prestazione igrotermica dei componenti e degli elementi per edilizia - Temperatura superficiale interna per evitare l'umidità superficiale critica e la condensazione interstiziale - Metodi di calcolo. E' comunemente definito come "metodo di Glaser".
- UNI EN 15026 Prestazione termoigrometrica dei componenti e degli elementi di edificio - Valutazione del trasferimento di umidità mediante una simulazione numerica. Il metodo prevede un'analisi dettagliata dei fenomeni igroscopici in atto ora per ora.

Il rischio di condensazione interstiziale

Il vapore presente nell'aria tende a spostarsi dall'ambiente a più alta concentrazione di vapore verso l'ambiente a più bassa concentrazione. L'involucro edilizio, che separa due ambienti con concentrazioni di vapore molto differenti per diversi mesi dell'anno, è quindi attraversato da un flusso di vapore continuo.

Questo flusso, sebbene molto piccolo in termini assoluti, può creare problemi qualora si creino le condizioni perché avvenga la condensazione tra due strati contigui o all'interno di un materiale. Gli effetti dei fenomeni di condensazione interstiziale sono tanti e diversi come ad esempio la perdita delle proprietà dei materiali, la formazione di efflorescenze o di subflorescenze o il degrado completo dell'elemento edilizio.

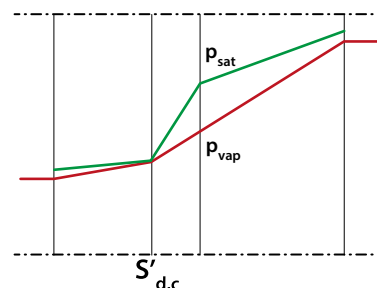
Criteri per la corretta progettazione igrotermica

La corretta progettazione igrotermica della copertura prevede l'**assenza di rischi igrotermici** (muffa e condensa interstiziale) nella stratigrafia unitamente a una buona tenuta all'aria dell'edificio.

È pertanto necessario **verificare**:

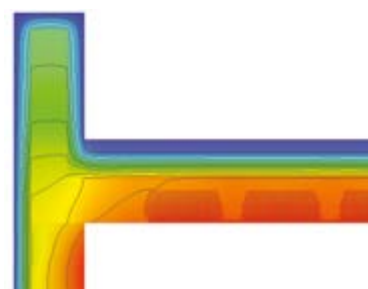
- gli **spessori degli strati isolanti**, in modo da superare le resistenze minime accettabili per il superamento del rischio muffa.
- i punti deboli della struttura (spigoli, innesti di travi, ecc.), per la **correzione dei ponti termici** e il controllo della tenuta all'aria dell'edificio.
- la **disposizione degli strati** rispetto al loro comportamento termico e igrometrico per allontanare il rischio di condensazione interstiziale. Per quest'ultima verifica la normativa suggerisce di disporre i materiali in ordine crescente di resistenza termica dall'interno all'esterno e in ordine decrescente di resistenza al vapore dall'interno all'esterno.

Condensazioni interstiziali



Esempio di distribuzione delle pressioni parziali di vapore e delle pressioni di saturazione del vapore in caso di condensa interstiziale.

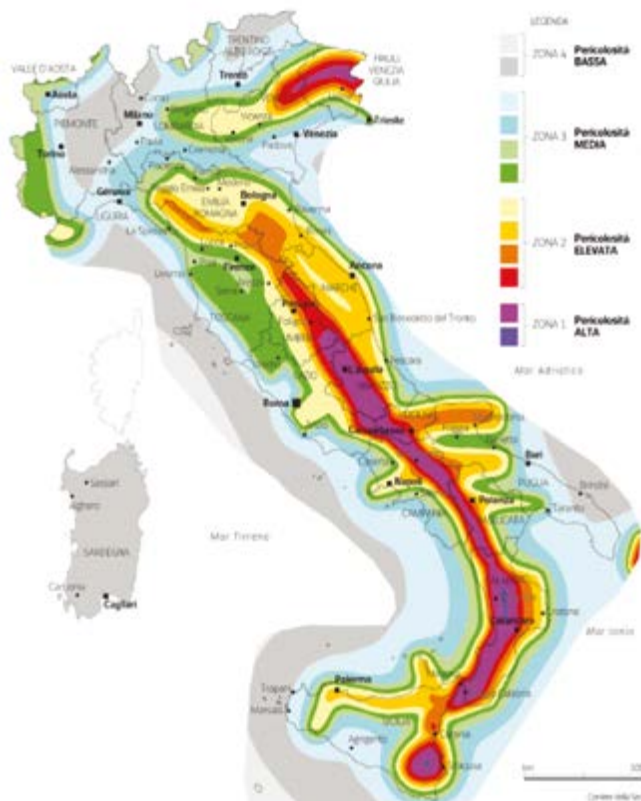
Ponti termici



Andamento delle isoterme in una copertura piana. L'analisi dei ponti termici permette di verificare l'assenza di rischi igrometrici.



MAPPA DI PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO NAZIONALE



Comportamento sismico

Con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni (22.3.2018) tutto il territorio italiano è considerato **zona sismica**; sia nelle **nuove costruzioni**, come nelle **ristrutturazioni**, tutti gli interventi di tipo strutturale devono essere progettati tenendo in considerazione l'influenza dell'azione sismica sull'edificio, al fine di incrementarne la sicurezza e ridurre la vulnerabilità.

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

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

La **creazione di un rinforzo strutturale, con la formazione di uno strato in calcestruzzo leggero strutturale** (gamma LecaCLS) **connesso alle travi in legno esistenti a mezzo specifici connettori** (Connettore CentroStorico Legno) **consente di costituire un elemento bidirezionale consentendo una buona ridistribuzione delle azioni orizzontali sugli elementi perimetrali**.

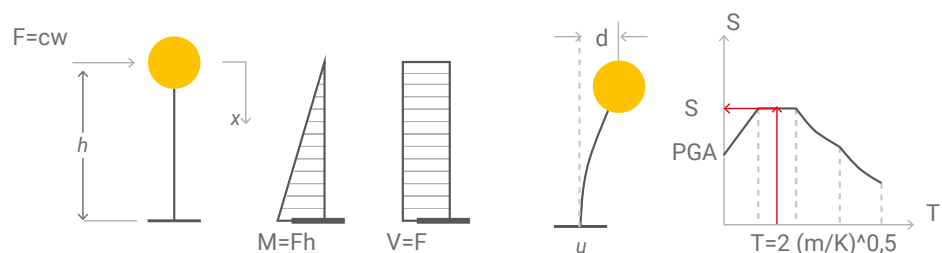
La presenza della nuova soletta in calcestruzzo leggero strutturale migliora notevolmente la rigidezza di piano offerta dalla copertura in entrambe le direzioni; tale ridistribuzione risulta di fondamentale importanza sia su strutture di nuova progettazione, sia su strutture esistenti, laddove l'assenza di un efficace vincolo in copertura è spesso punto di innesco di meccanismi di collasso locale.



Per approfondimenti sul comportamento antisismico degli edifici si rimanda allo specifico documento di approfondimento disponibile gratuitamente su www.Leca.it



Scansiona il QR code il download



Leggerezza

Le soluzioni in argilla espansa assicurano **ridotti carichi permanenti a tutto favore della sicurezza sismica** nelle strutture soggette a rilevanti azioni orizzontali (in particolare il sisma ma anche il vento), per le quali la riduzione delle masse si traduce in una riduzione delle sollecitazioni.

L'utilizzo del **calcestruzzo leggero strutturale nel consolidamento e rinforzo di una copertura** (ad esempio in legno) assicura diversi vantaggi in quanto le strutture miste (nuova soletta interconnessa alla struttura esistente) **beneficiano di una minore massa e quindi minori pesi, ridotti sino al 40%** rispetto al calcestruzzo tradizionale a parità di resistenza; ne consegue una **risposta sismica attenuata a tutto vantaggio della sicurezza statica dell'edificio**.

Resistenza meccanica

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

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

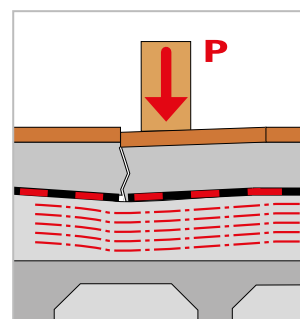
Dal punto di vista meccanico le soluzioni in **argilla espansa assicurano elevata resistenza** a compressione sia per carico distribuito che per carico concentrato o puntuale.

Diversi campi di applicazione riguardano coperture carrabili, coperture dove è prevista la posa di impianti tecnici quali ad esempio la posa di macchine per la refrigerazione



Resistenze meccaniche sottofondi

Lecacem Mini	5 N/mm²
Lecamix	12-16 N/mm²
Calcestruzzo con polistirolo	0,5-2 N/mm ²
Calcestruzzo cellulare	0,5-1 N/mm ²



Cedimento sotto carico del sottofondo con conseguenti danni allo strato di finitura/impermeabilizzazione.

I giunti

I giunti sono soluzioni di continuità appositamente realizzate nel massetto al fine di assecondarne le deformazioni e le variazioni dimensionali assicurando una corretta trasmissione delle sollecitazioni.

- **Giunti di frazionamento:** la loro funzione è quella di limitare le fessurazioni da ritiro controllandone la formazione e l'apertura in opportune sezioni. Vengono realizzati sul massetto appena stagiato e livellato ma ancora allo stato fresco con particolari frattazzi muniti di lama. Gli intagli possiedono una profondità pari ad almeno 1/3 dello spessore del massetto e realizzati quando le superfici sono molto estese (così da ridurle in campiture più limitate di forma regolare), in corrispondenza dei restringimenti e quando il rapporto tra i lati in pianta sia maggiore di 3 o nei locali di forma irregolare (ad esempio con pianta ad L).
- **Giunti perimetrali:** il massetto deve essere strutturalmente indipendente dagli altri elementi costruttivi dell'edificio quali muri e colonne in modo tale da consentire i movimenti differenziali e gli assestamenti dovuti sia al ritiro che alle deformazioni di natura termica. Vanno realizzati prima del getto posando a perimetro del massetto una striscia di materiale deformabile di opportuno spessore (ca. 3 mm).
- **Giunti di costruzione:** vengono creati nel massetto all'interfaccia tra due getti eseguiti in tempi diversi inserendo nel massetto reti o spezzoni metallici. Devono consentire liberamente gli spostamenti relativi orizzontali e nello stesso tempo impedire quelli verticali.

Giunti di frazionamento massetti Leca

Lecamix Fast-Facile	5 x 5 m (25 m²)
Massetto CentroStorico	

Dimensione massima dei riquadri con forma regolare.

La dimensione massima dei giunti di frazionamento si riduce a 3x3 m (9 m²), in accordo alla norma UNI 11493, in caso di posa diretta di pavimentazione ceramica in esterni.



La durabilità

Nelle coperture risulta fondamentale la scelta di un adeguato isolamento, in grado di assicurare:

- **prestazioni invariate nel corso degli anni.**
- **efficace protezione del "sistema tetto" da importanti differenze di temperatura**, responsabili di provocare tensioni significative sugli strati di impermeabilizzazione con conseguenti possibili lesioni tali da comprometterne la funzione di tenuta all'acqua. Le soluzioni in **argilla espansa**, grazie alla formazione di strati "isolanti massivi", consentono di **assicurare un isolamento termico dell'edificio durevole nel tempo** limitando i ponti termici.

Il **Leca** e i **premiscelati leggeri e isolanti in argilla espansa** non subiscono variazioni dimensionali, anche se sottoposti ad elevate differenze di temperatura. E in più gli strati isolanti in Leca sono **inalterabili e resistenti nel tempo**: non contengono materiali organici né loro derivati, non marciscono né si degradano nel tempo neanche sottoposti a temperature estreme.

Il **Leca** è un **materiale naturale, ecologico ed ecobiocompatibile** (certificato da **Anab-ICEA** per la applicazione in **Bioarchitettura**): non contiene, né emette, silice libera, sostanze fibrose, gas Radon o altri materiali nocivi, nemmeno in caso d'incendio.

Laterlite è socio del **GBC Italia (Certificazione LEED)**.

Reazione e resistenza al fuoco

Nella progettazione del "sistema copertura" è necessario porre attenzione all'impiego di prodotti dotati di caratteristiche adeguate, sia nei termini di reazione al fuoco dei materiali che di resistenza al fuoco delle strutture. La **reazione al fuoco** determina il grado di partecipazione di un materiale; il sistema di classificazione europeo identifica 7 classi: A1, A2, B, C, D, E e F.

L'argilla espansa, e i premiscelati con esso contenuti, appartiene alla classe A1 ovvero incombustibile: la migliore sicurezza contro il fuoco.

Per la resistenza al fuoco delle strutture si fa riferimento al **DM 16/02/2007** e al **Codice di Prevenzione Incendi**, nei termini indicati con la sigla REI ovvero l'attitudine di un elemento da costruzione (componente o struttura) a conservare, in tutto o in parte, la resistenza meccanica "R", l'ermeticità "E" e l'isolamento termico "I".

In copertura è preferibile che il materiale isolante utilizzato sia **incombustibile** e, se esposto alle fiamme per lungo tempo, rimanga stabile formando una barriera contro il fuoco al fine di evitare la propagazione dell'incendio sull'intera estensione della copertura.

Le **soluzioni Leca** offrono, grazie ai risultati di confronto con le tabelle presenti nell'allegato "D" del Decreto in oggetto e all'incombustibilità, **ottime prestazioni di protezione al fuoco**.

Comportamento acustico

Le soluzioni costruttive in Leca per coperture contribuiscono ad **aumentare il livello di comfort acustico** grazie alla massa offerta e alle prestazioni intrinseche dell'argilla espansa.

Il **DPCM 5/12/1997** "Determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici" prevede, per l'involucro edilizio, una prestazione acustica minima $D_{2m,nT,w}$ riferito all'intera "facciata"; la **copertura a falda di sottotetti abitabili può essere considerata la "facciata inclinata" dell'unità abitativa** e quindi soggetta al rispetto dei limiti riportati nella tabella a lato.

Le coperture realizzate in calcestruzzo e laterocemento, in virtù della massa specifica rilevante, sono quasi sempre adeguate per garantire i livelli minimi imposti dal DPCM. Cosa diversa riguarda le **coperture "leggere", in legno** o suoi derivati quali pannelli in OSB, per le quali l'**intervento progettuale** va quindi rivolto a:

- **arricchire la massa superficiale** della stratigrafia quanto possibile.
- **sigillare** le discontinuità tra i tavolati.
- **impiegare materiali isolanti di adeguata massa**, spessore e conducibilità termica.

Ecco che strati in **calcestruzzo e/o massetto alleggerito in argilla espansa**, in collaborazione con altri materiali isolanti, contribuiscono all'aumento della massa superficiale della copertura in modo omogeneo sull'intero sviluppo della stessa (strato massivo continuo) offrendo un aggiuntivo livello di resistenza termica da calcolare in funzione dello spessore di applicazione.



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

I sistemi di impermeabilizzazione

I sistemi di tenuta all'acqua possono essere classificati in due macro categorie:

- **Membrane flessibili prefabbricate** (bituminose e sintetiche), usate prevalentemente su supporti complanari e nel settore delle nuove costruzioni per l'impermeabilizzazione di coperture e terrazze. Generalmente necessitano di protezione superficiale, mediante massetto e pavimentazione o zavorramento in argilla espansa/ghiaia. Le membrane auto protette (con uno strato di protezione ardesiato) possono invece essere lasciate "a vista", in coperture non calpestabili, ma possono risentire dell'usura nel tempo.
- **Sistemi impermeabilizzanti liquidi** (cementizi, bituminosi, resinosi), validi su supporti con geometrie complesse (forme irregolari, presenza di elementi di discontinuità quali ad esempio camini o estrattori, etc.) e non complanari sia nel settore delle nuove costruzioni che con largo impiego in quello della ristrutturazione/manutenzione. Assicurano elevata adesione al supporto, durabilità e protezione all'acqua del massetto perché riescono ad assecondare al meglio il supporto e assicurano spessori di applicazione molto ridotti (pochi mm).

Ai fini della progettazione di un sistema di copertura tutti gli elementi che compongono la stratigrafia devono essere scelti in modo da **resistere ed essere compatibili**, in modo idoneo, alle previste azioni di progetto ed esecuzione. È quindi necessario **considerare in modo integrato le prestazioni generali** di sistema quali, come già affrontato più nel dettaglio nei paragrafi precedenti, il contenimento dei consumi energetici, la resistenza meccanica, il comportamento al fuoco e al sisma, l'isolamento acustico e la durabilità.

In particolare le soluzioni tecnologiche **non devono prevedere strati con elevata umidità residua**, inseriti tra strati impermeabili all'acqua e al vapore (come ad esempio tra strato per il controllo del vapore e elemento di tenuta). Infatti, l'intrappolamento di acqua non stechiometrica potrebbe determinare danneggiamenti fisico-chimici degli stessi elementi e una difficile individuazione degli effettivi difetti che producono ad esempio macchie di umidità. L'intrappolamento di acqua riduce le prestazioni termiche degli strati interessati da questo fenomeno e può creare sovrappressioni dovute all'evaporazione, possibili distacchi dell'elemento di tenuta e/o dell'elemento termoisolante, soprattutto quando posati in aderenza al loro supporto (maggiori approfondimenti a pag. 16).

Strati di pendenza e/o di zavorramento con soluzioni premiscelate a base di argilla espansa LecaPiù (quali massetti leggeri e isolanti della gamma Lecamix e CentroStorico, sottofondi alleggeriti e isolanti della gamma Lecacem e CentroStorico) assicurano veloci tempi di asciugatura assicurando massima compatibilità e sicurezza nel tempo.

È importante sottolineare come alla luce delle norme UNI 8178-1: 2019 e UNI 8178-2: 2019 "Edilizia - Coperture" riguardanti "Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue e discontinue e indicazioni progettuali per la definizione di soluzioni tecnologiche" la pendenza dell'elemento di tenuta (manto impermeabile) è sempre necessaria.

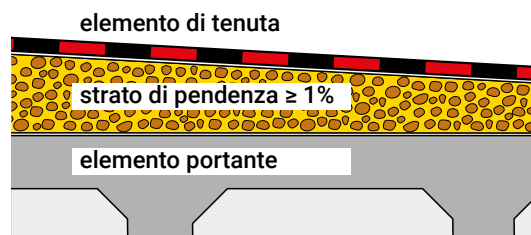
Ad esempio è possibile intervenire attraverso la formazione di uno strato (in Lecamix/Lecacem) con una **pendenza minima dell'1%** (1,5% per "coperture rovesce" e 3% per coperture con elemento di tenuta rivestito in lamiera metalliche), realizzato direttamente sull'elemento portante e direzionato verso la linea di convergenza e/o verso gli elementi di raccolta e smaltimento (come i pluviali) delle acque meteoriche al fine di evitare zone di ristagno di acqua.



Umidità residua massetti e sottofondi

Lecamix Fast	5 gg sp. 3 cm
Massetto CentroStorico	7 gg sp. 5 cm
Calcestruzzo cellulare/con polistirolo	rapporto acqua d'im-pasto sino al 50% ca.

Per i massetti in Leca i valori si riferiscono a u.r. ≤3% in peso.



Idoneità d'applicazione delle membrane impermeabili su sottofondi e massetti leggeri



Le soluzioni tecniche di isolamento termico in copertura previste all'interno di questa monografia propongono spesso la **posa dell'impermeabilizzazione a diretto contatto di sottofondi-massetti-calcestruzzi a base di argilla espansa**.

L'importanza del supporto di posa per le membrane bituminose e sintetiche è rimarcato nel progetto di norma UNI in corso di definizione "Criteri di posa in opera di membrane sintetiche e bituminose per impermeabilizzazione di coperture continue" dove sono indicate le caratteristiche che devono rispettare i vari supporti di posa.

È oltremodo opportuno fare riferimento alla **nota tecnica di Federchimica** (Aprile 2007) "Determinazione delle cause del degrado precoce rilevato in alcune zone dei manti impermeabili costituiti da membrane bitume polimero posate a vista su cemento cellulare" per **approfondire tecnicamente la qualità dei premiscelati Leca e la validità dei sistemi proposti** rispetto ad altre tipologie di supporti alleggeriti:

- i sottofondi (gamma Lecacem e CentroStorico) e i massetti (gamma Lecamix e CentroStorico) sono prodotti premiscelati in sacco a base di **Lecapiù, la speciale argilla espansa prodotta industrialmente secca e successivamente trattata con caratteristiche di "idrorepellenza"**. Questo **evita possibili fenomeni di ritenzione idrica dell'argilla espansa** a seguito della miscelazione dei premiscelati con acqua, il potenziale "ristagno" di acqua nel sottofondo posto in opera e la successiva migrazione verso la superficie esterna;
- prestazioni di **veloce asciugatura**, anche in presenza di spessori variabili ad esempio nei massetti per pendenze, che evita la formazione di bolle sotto il manto (con conseguente possibile precoce degrado) causate dalla condensazione del vapore acqueo sotto l'impermeabilizzazione;
- **elevata adesione** dell'impermeabilizzazione allo strato isolante grazie all'ottimale coesione superficiale del sottofondo/massetto, evitando così il precoce danneggiamento del manto sotto l'azione del vento con conseguenti problemi di contrazioni, pieghe, abrasioni e ritiri;
- **resistenza a compressione** che, sottoposto a carichi come ad esempio il pedonamento degli addetti alla posa o lo stoccaggio dei materiali di cantiere, non si deforma evitando quindi la formazione di depressioni che danno origine a ristagni d'acqua sul manto, con conseguente innesco di fenomeni degenerativi (spesso localizzati) dello stesso;
- **indeformabilità e resistenza meccanica nel tempo**, grazie all'alleggerimento realizzato con l'argilla espansa caratterizzata da ottime prestazioni di resistenza alla frantumazione del granulo;
- **assenza di additivi "schiumogeni"** (ad esempio impiegati per la preparazione del cemento cellulare), potenzialmente aggressivi nei confronti del manto impermeabilizzante. Gli schiumogeni utilizzati sono generalmente a base di tensioattivi che, fungendo da "detergente" sulle impermeabilizzazioni, tendono a ridurre la coerenza molecolare delle sostanze organiche (o di origine organica) delle impermeabilizzazioni con l'effetto negativo di accelerarne l'invecchiamento provocando i seguenti rischi:
 - **sui manti bituminosi e sintetici**, crepe e perdita di plastificanti;
 - **malte resinose**, incapacità di mantenere una coerenza molecolare e quindi la formazione di microcrepe che rendono permeabile la superficie;
 - **malte cementizie**, totale incoerenza e possibile rapida saponificazione del manto sul massetto.

Membrane impermeabili in bitume polimero: idoneità tecnica dei massetti e sottofondi Leca

La compatibilità tecnica dei massetti "Lecamix Facile/Fast", "Massetto CentroStorico", "Lecacem Mini" e di "Sottofondo CentroStorico" per la posa diretta delle membrane impermeabili in bitume polimero è stata testata attraverso qualificate prove di laboratorio, svolte in collaborazione con i principali produttori di guaine prefabbricate.

I **test di laboratorio**, realizzati secondo le indicazioni e l'esperienza dei centri di ricerca dei produttori di membrane bituminose, prevedono prove di peeling o di pull-out come di seguito descritto.

- Le **prove di peeling** sono state realizzate in accordo alla direttiva "UEAtc Technical Guide for the assessment of Roof Waterproofing Systems made of Reinforced APP or SBS Polymers Modified Bitumen" - Test according Sheets Resistance to peel from the support § 4.3.3".

Le prestazioni dei massetti testati sono risultati conformi alle specifiche tecniche della direttiva UEAtc in quanto i **valori** ottenuti sono **superiori ai limiti minimi di 25 N/50 mm**;

- Le **prove di pull-out** sono state realizzate in due differenti modalità:
 - secondo UNI EN 13596 "Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Impermeabilizzazione di impalcati di ponte di calcestruzzo e altre superfici di calcestruzzo traficcabili dai veicoli - Determinazione della resistenza dell'aderenza", attraverso l'applicazione di un carico incrementale, fino al distacco del provino, su un disco metallico di 10 cm di diametro totalmente incollato alla faccia superiore della membrana bituminosa;
 - secondo ANSI/SPR11A-1-2010 "Approved American National Standard/Single ply roofing".
 Secondo la norma **UNI 11442:2015** il riferimento di calcolo di resistenza a trazione perpendicolare al supporto per unità di superficie in adesione totale (100%) è pari ad almeno 20kN/m². Ad esempio, per superficie di adesione effettiva pari al 20% si può utilizzare il valore minimo di 4 kN/m². I risultati ottenuti permettono di considerare i **massetti alleggeriti Lecamix e CentroStorico idonei alla posa diretta delle membrane in bitume polimero**.

I risultati ottenuti con i principali produttori di membrane prefabbricate presenti sul mercato, disponibili presso l'Assistenza Tecnica Laterlite (02 48011962 | laterlite@laterlite.it), confermano l'idoneità tecnica dei massetti e sottofondi "Lecamix Facile/Fast", "Massetto CentroStorico", "Lecacem Mini" e "Sottofondo CentroStorico" come idonei supporti per la posa dei sistemi impermeabili in bitume polimero.



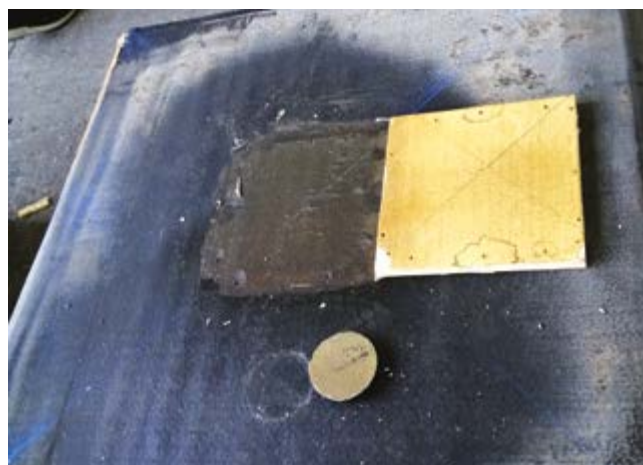
Prove di peeling di membrane in bitume polimero sui supporti in Lecamix.



Attrezzatura per il test di pull-out secondo UNI EN 13596 con disco metallico totalmente incollato alla faccia superiore della membrana



Test di pull-out secondo ANSI/SPR11A-1-2010.



Campione di Lecamix dopo il test di pull-out secondo ANSI/SPR11A-1-2010.



Lecamix dopo il test di pull-out secondo UNI EN 13596



Sistemi impermeabilizzanti liquidi: idoneità tecnica dei massetti Leca

La compatibilità tecnica dei massetti "Lecamix Facile/Fast" e "Massetto CentroStorico" per la posa diretta dei sistemi impermeabilizzanti liquidi è stata testata attraverso qualificate prove di laboratorio, svolte in collaborazione con i principali produttori di membrane cementizie/bituminose/resinose presenti sul mercato.

I test di laboratorio, effettuati in accordo alle normative di riferimento, prevedono la realizzazione di **diversi campioni di massetto** (lastre aventi dimensioni 50 cm x 50 cm e spessore 6 cm) confezionati con i diversi premiscelati Laterlite.

Sui campioni sono stati applicati i **sistemi impermeabilizzanti liquidi** (in accordo alla norma di riferimento EN14891:2017) in **tempi diversi** (da 2 a 7 gg di maturazione a seconda del prodotto). Dopo 24 ore dalla posa dei sistemi impermeabilizzanti liquidi è stata **posata la pavimentazione tipo ceramica** (in accordo alla norma di riferimento EN14891:2017) con idoneo collante di primaria Azienda produttrice.



Per valutare la durabilità del sistema impermeabilizzante, le lastre sono state sottoposte a **due diverse maturazioni**:

- **all'aria** (EN14891:2017): la lastra viene posizionata per 28gg all'interno della camera climatizzata, prima della valutazione delle resistenze meccaniche tramite prova di trazione diretta.
- **all'acqua** (EN 14891:2017): la lastra viene posizionata per 7gg all'aria all'interno della camera climatica, dopo il 7 gg verrà fabbricata una piscinetta artificiale sulla superficie della lastra rivestita, che permetterà all'acqua di rimanere a contatto con il collante fino al termine della maturazione (21gg).

Al termine delle due diverse maturazioni dei campioni è stata **verificata l'idoneità tecnica dei componenti nel sistema impermeabilizzante** effettuando **prove di trazione diretta** (in accordo alla normativa di riferimento EN14891:2017) sul rivestimento.

I risultati ottenuti con i principali produttori di membrane liquide presenti sul mercato, disponibili presso l'Assistenza tecnica Laterlite (02 48011962 | laterlite@laterlite.it), soddisfano pienamente i limiti d'accettazione imposti dalla normativa EN 14891:2017 confermando l'idoneità a pieno titolo dei massetti "Lecamix Facile/Fast" e "Massetto CentroStorico" come idonei supporti per la posa dei sistemi impermeabilizzanti liquidi già dopo 2 e 3 giorni dalla messa in opera.



Prove di trazione diretta eseguite su numerosi provini in Leca con diverse tipologie di sistemi di impermeabilizzazione.

Fissaggio meccanico delle membrane e dei pannelli isolanti sui massetti e sottofondi Leca

Il sistema di vincolo in copertura dell'elemento impermeabile o isolante a mezzo **fissaggio meccanico** deve essere progettato in modo da **resistere alle sollecitazioni causate dall'azione del vento**, senza causare rotture del sistema stesso.

Il **numero di fissaggi meccanici per unità di superficie** dell'elemento di tenuta della copertura è determinabile secondo la seguente formula, presente al punto 6.2.1 della **norma UNI 11442**:

$$n = F_w / W_{adm}$$

dove

F_w è l'azione del vento di progetto per unità di superficie (N/m^2);

W_{adm} è il valore di resistenza all'azione del vento del sistema composto dalla membrana, dal fissaggio e dal supporto in accordo al punto 2.2.1.3 dell'EAD 030351-00-0402 corrispondente a W_{corr} (così come indicato al punto 10.1 della UNI EN 16002:2010, diviso 1,5).

Qualora non fosse possibile effettuare il calcolo secondo il primo metodo, è necessario utilizzare un valore di resistenza all'azione del vento di ogni fissaggio pari al minore fra il valore di 400 N ed il valore di estrazione del fissaggio meccanico, calcolato secondo la seguente formula:

$$n = F_w / [\min (400 \text{ N}, F_{adm})]$$

dove

n è il numero dei fissaggi per unità di superficie;

F_w è l'azione del vento di progetto per unità di superficie (N/m^2);

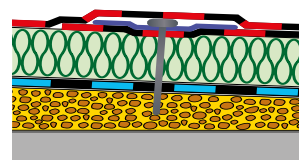
F_{adm} è il valore di resistenza a estrazione di progetto per fissaggio.

Per testare l'idonea tenuta dei sistemi meccanici di fissaggio sui massetti alleggeriti Lecamix Facile/Fast, Massetto CentroStorico, sottofondi Lecacem Mini e Sottofondo CentroStorico è stata condotta una campagna di prove di estrazione con specifici test di laboratorio.

Le prove di Pull-out sono state realizzate con diverse tipologie di elementi di fissaggio e con diverse profondità di inserimento nel supporto per coprire le numerose possibili casistiche.

I risultati delle prove di pull-out ottenuti sui massetti e sottofondi Leca superano abbondantemente i valori di F_{adm} di 400 N di resistenza all'azione del vento di ogni fissaggio, valore minimo di riferimento indicato dalla norma UNI 11442 per il calcolo dei fissaggi meccanici dell'elemento di tenuta.

I massetti Lecamix Facile/Fast, Massetto CentroStorico e i sottofondi Lecacem Mini possono quindi considerarsi supporti ideali per il sistema di fissaggio meccanico.



Esempio di fissaggio meccanico puntiforme sotto sormonta.



Lettere di idoneità tecnica

Contatta l'Assistenza tecnica Laterlite (02-48011962 | laterlite@laterlite.it) per richiedere copia dei test effettuati.



Prove di pull-out sui campioni di massetti leggeri premiscelati (prima e dopo il test) con varie tipologie di fissaggio e a varie profondità.



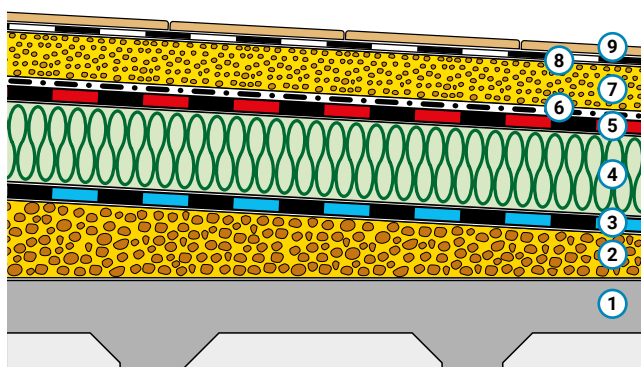
Coperture piane

Copertura praticabile	22
Copertura carrabile	24
Copertura non praticabile	26

Copertura praticabile

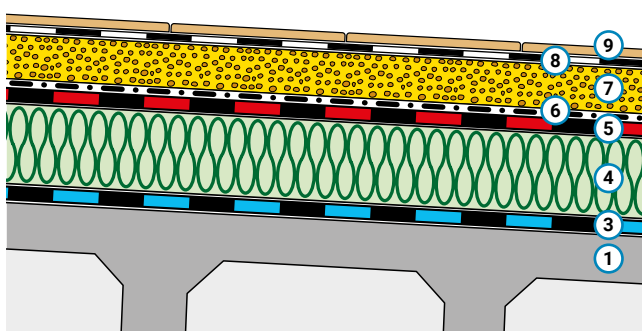
1. TETTO CALDO

pannello isolante su strato di pendenza



2. TETTO CALDO

su elemento portante in pendenza



Stratigrafia soluzioni

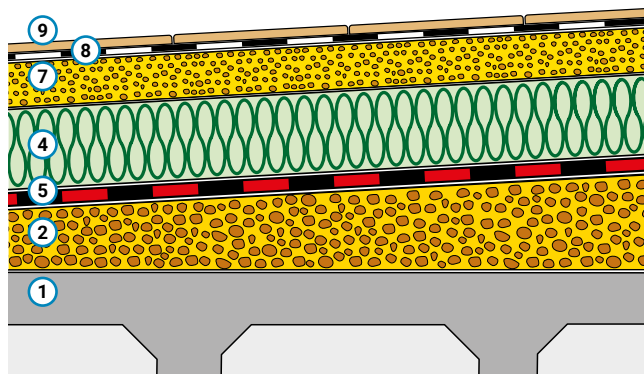
- 1 Elemento portante.
- 2 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI** o **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- 3 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 5 Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- 6 Strato di separazione.
- 7 Strato di finitura con funzione di isolamento termico in **LECAMIX FACILE/FAST** o **MASSETTO CENTROSTORICO** a base di argilla espansa LecaPiù nello spessore minimo di 5 cm.
- 8 Eventuale strato di protezione idraulica (ad esempio sistemi impermeabilizzanti liquidi).
- 9 Strato di pavimentazione (incollata e/o sopraelevata).

Esempio prestazioni di isolamento termico

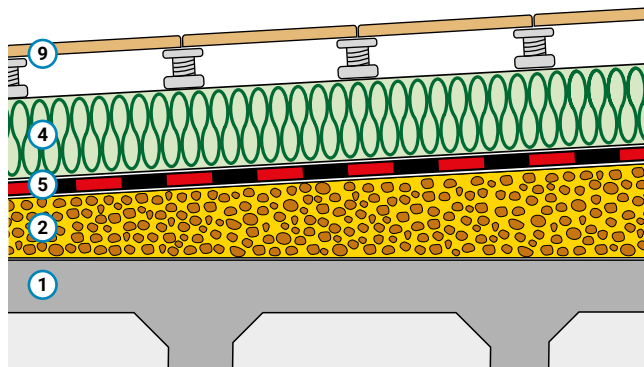
	Trasmittanza Termica U (W/m ² K)	Trasmittanza Termica Periodica Y _{IE} (W/m ² K)	Smorzamento f _a	Sfasamento S (h)
1. TETTO CALDO	0,18	0,011	0,06	17,63
2. TETTO CALDO su elemento portante in pendenza	0,18	0,017	0,09	14,94
3. TETTO ROVESCIO	0,18	0,012	0,06	17,61
4. TETTO ROVESCIO con intercapedine d'aria	0,18	0,018	0,10	14,17

Nota per il calcolo: strato (2) in Lecacem Mini sp. 7 cm, strato (4) $\lambda=0,035$ W/mK e sp. da 14 a 16 cm, strato (7) in Lecamix Facile sp. 5 cm, solaio in laterocemento (per approfondimenti laterlite@laterlite.it).

3. TETTO ROVESCIO



4. TETTO ROVESCIO con intercapedine d'aria



Approfondimenti

Spessore dello strato di finitura su elementi termoisolanti

Al fine di assicurare integrità e durata alla pavimentazione lo spessore del massetto di finitura va dimensionato in funzione dei carichi e della destinazione d'uso previsti, della stratigrafia nel suo complesso e del supporto di posa.

In base alla lunga e importante esperienza maturata da Laterlite nel settore si suggerisce uno **spessore dei massetti leggeri e isolanti della gamma Lecamix-CentroStorico ≥ 5 cm** (messi in opera secondo la regola dell'arte, adeguatamente compattati e stagionati), quando realizzati su elementi termoisolanti tipo **pannelli in EPS-XPS** caratterizzati da resistenze a compressione al 10% di schiacciamento ≥ 150 kPa. Condizione necessaria risulta la **stabilità dimensionale dei pannelli isolanti** e la **relativa compattezza**; in situazioni di cantiere peggiorative o carichi importanti superiori a quelli di tipo residenziale va prevista l'armatura del massetto e un aumento dello stesso sino a 10 cm circa di spessore.

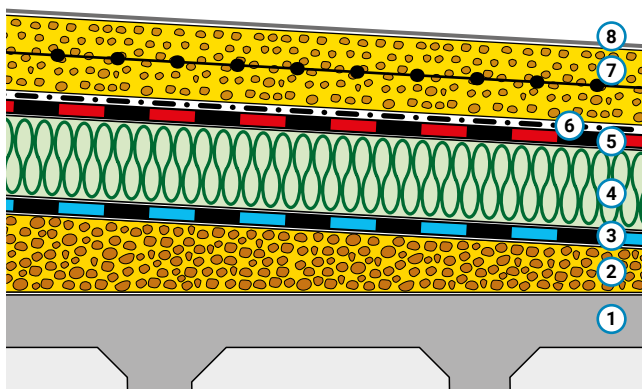
I massetti premiscelati Lecamix-CentroStorico assicurano facilità e sicurezza di messa in opera, anche tramite **pompaggio pneumatico** con distanze sino a circa 80-100 m in funzione del dislivello da coprire.

Lo strato di finitura va protetto dagli agenti atmosferici, a mezzo pavimentazione o idonei strati di rivestimento.

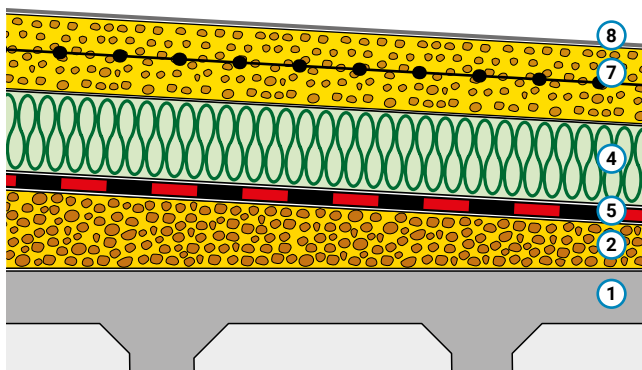


Copertura carrabile

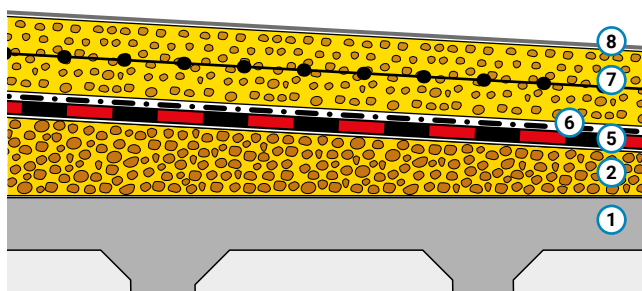
1. TETTO CALDO



2. TETTO ROVESCIO



3. TETTO SU LOCALE NON RISCALDATO



Stratigrafia soluzioni

- 1 Elemento portante.
- 2 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI** o **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- 3 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 5 Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- 6 Strato di separazione.
- 7 Strato in calcestruzzo armato con funzione di isolamento termico **LECACLS1400/1600/1800** a base di argilla espansa LecaPiù nello spessore minimo di 10 cm (da determinare in funzione dei carichi).
- 8 Finitura con spolvero al quarzo tipo pavimento industriale.

Esempio prestazioni di isolamento termico

	Trasmittanza Termica U (W/m ² K)	Trasmittanza Termica Periodica Y _{IE} (W/m ² K)	Smorzamento f _a	Sfasamento S (h)
1. TETTO CALDO	0,19	0,012	0,06	18,20
2. TETTO ROVESCIO	0,19	0,012	0,06	18,28
3. TETTO SU LOCALE NON RISCALDATO	0,79	-	-	-

Nota per il calcolo: strato (1) in Lecacem Mini sp. 7 cm, strato (4) $\lambda=0,035$ W/mK e sp. 14 cm, strato (7) in LecaCLS 1400 sp. 10 cm, solaio in laterocemento (per approfondimenti laterlite@laterlite.it).

Approfondimenti

Finitura con spolvero al quarzo tipo pavimento industriale

Lo spolvero al quarzo rappresenta la consolidata tecnica realizzativa utile a creare una sorta di "corazzatura" di pochi mm di spessore sulla superficie del getto di calcestruzzo, tale da renderlo **molto resistente all'abrasione e alle sollecitazioni meccaniche**.

Dopo aver pompato e staggiato il calcestruzzo armato nello spessore desiderato, solitamente tra i 10 e i 20 cm in relazione alle verifiche sui carichi di progetto, è necessario attendere l'indurimento del calcestruzzo tale da permetterne la pedonabilità (circa 2h nel periodo estivo, circa 5h in inverno).

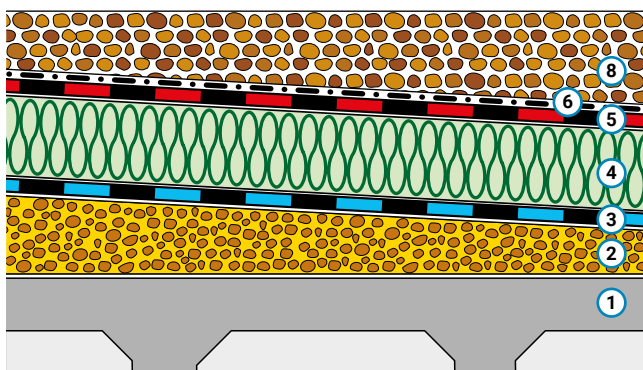
Terminata la fase di indurimento si procede **lisciando il getto di calcestruzzo con una miscela di cemento e quarzo attraverso l'impiego di apposite macchine fratazzatrici**, rendendo lo strato di usura del pavimento in LecaCLS molto resistente all'abrasione e durabile.

Laddove fosse richiesto un pavimento maggiormente resistente alle macchie e agli oli, è necessario procedere con interventi successivi specifici quali ad esempio l'applicazione di indurenti chimici.

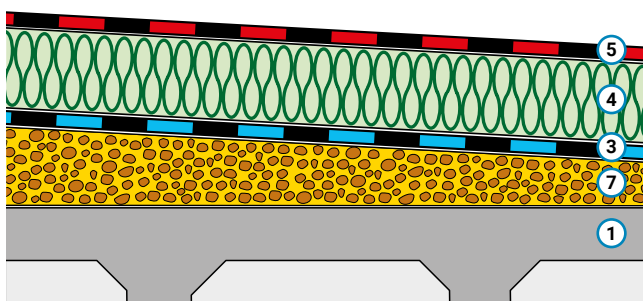


Copertura non praticabile

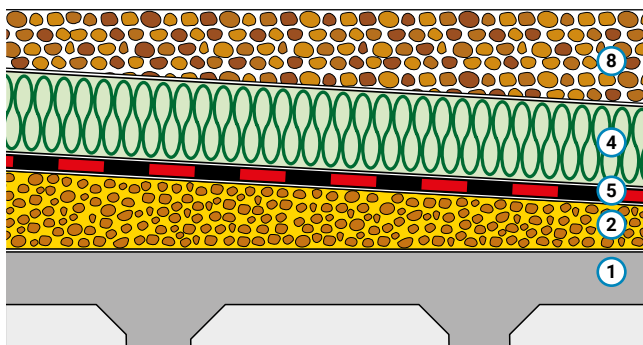
1. TETTO CALDO



2. TETTO CALDO



3. TETTO ROVESCIO

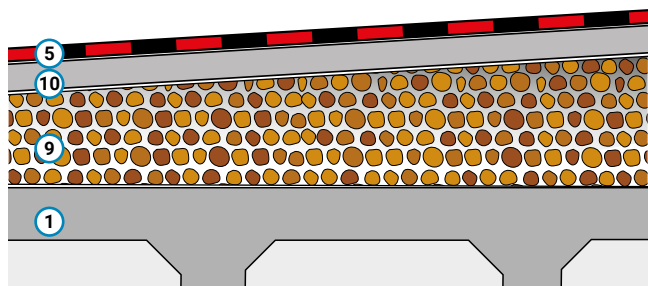


Stratigrafia soluzioni

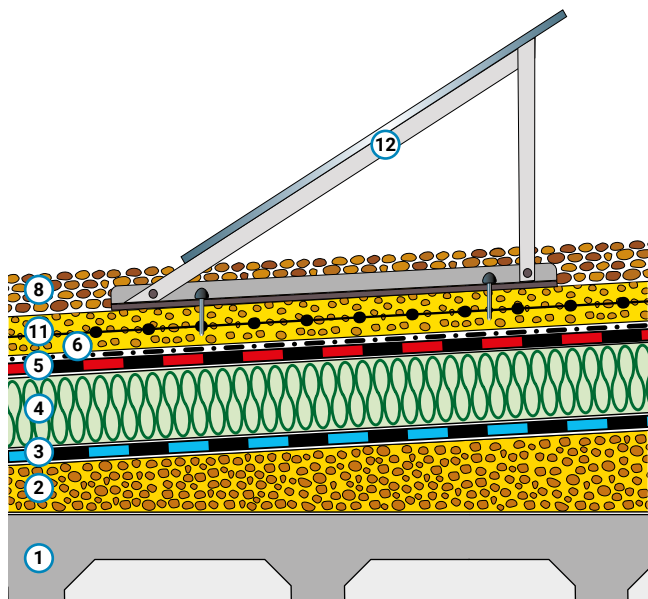
- 1 Elemento portante.
- 2 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI** o **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- 3 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 5 Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- 6 Strato di separazione.
- 7 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI** o **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- 8 Strato in **ARGILLA ESPANSA LECA 3-8 SFUSA** con funzione di isolamento/inerzia termica estiva e protezione dell'impermeabilizzazione/elemento termoisolante (spessore circa 10 cm), eventualmente imboiaccata.
- 9 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **ARGILLA ESPANSA LECA 3-8 IMBOIACCATA** (boiaccia di cemento in ragione di circa 10-15 kg/m²). Lo spessore dello strato isolante andrà determinato in funzione del calcolo termico, da svolgere in accordo alla normativa di riferimento (Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015). Prevedere un aeratore da posizionare ogni 50-60 m² circa di copertura.
- 10 Strato di finitura e supporto in sabbia e cemento.
- 11 Strato in calcestruzzo armato con funzione di isolamento termico in **LECACLS1400/1600/1800** a base di argilla espansa LecaPiù nello spessore minimo di 10 cm (da determinare in funzione dei carichi).
- 12 Modulo impianto fotovoltaico.



4. TETTO SU LOCALE NON RISCALDATO



5. COPERTURA CON IMPIANTI FOTOVOLTAICI



Esempio prestazioni di isolamento termico

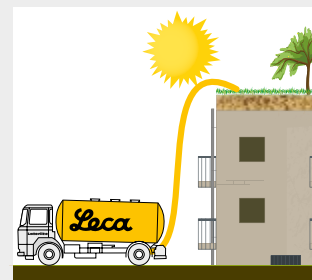
	Trasmittanza Termica U (W/m²K)	Trasmittanza Termica Periodica Y _{IE} (W/m²K)	Smorzamento f _a	Sfasamento S (h)
1. TETTO CALDO	0,18	0,010	0,06	18,24
2. TETTO CALDO	0,19	0,017	0,09	13,84
3. TETTO ROVESCIO	0,18	0,012	0,06	17,89
4. TETTO SU LOCALE NON RISCALDATO	0,69	-	-	-
5. TETTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	0,19	0,004	0,02	20,11

Nota per il calcolo: strato (2) in Lecacem Mini sp. 7 cm, strato (4) $\lambda=0,035$ W/mK e sp. da 12 a 16 cm, strato (7) in Lecamix Facile sp. 7 cm, strati (8-9) in Leca 3-8 sp. da 8 a 10 cm, strato (11) in LecaCLS 1400 sp. 5 cm, solaio in laterocemento (per approfondimenti laterlite@laterlite.it).

Approfondimenti

Pompaggio argilla espansa

L'argilla espansa, Leca e AgriLeca, può essere **pompata sfusa** con autotreni cisternati sino a **distanze di 30 m in quota o 80-100 m in orizzontale**. Le portate arrivano a **60 m³/h**, assicurando rapidità di messa in opera e favorevole logistica di cantiere.



Posa dell'impermeabilizzazione su strati di finitura in argilla espansa Leca

Gli strati di pendenza e finitura con i **premiscelati Leca** consentono la posa diretta degli elementi **impermeabilizzanti** grazie alle ottime caratteristiche tecniche:

- evitano il potenziale **"ristagno"** di acqua nel sottofondo posto in opera e la successiva migrazione verso la superficie esterna;
- assicurano prestazioni di **veloce asciugatura**;
- favoriscono l'**elevata adesione** dell'impermeabilizzazione allo strato isolante grazie all'ottimale coesione superficiale del sottofondo/massetto;
- possiedono buona **resistenza a compressione**;
- assicurano **indeformabilità** e **resistenza meccanica nel tempo**;
- salvaguardano l'**assenza di additivi "schiumogeni"** (ad esempio impiegati per la preparazione del cemento cellulare), potenzialmente aggressivi nei confronti del manto impermeabilizzante.

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle **pag. 16-19**.



Coperture inclinate

Tetto non ventilato

30

Tetto ventilato

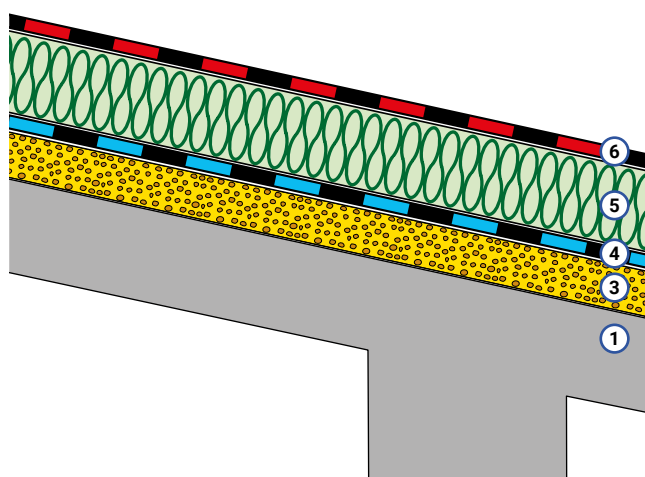
30

Sottotetto isolato

31

Tetto non ventilato

1. TETTO IN CLS E LATEROCEMENTO

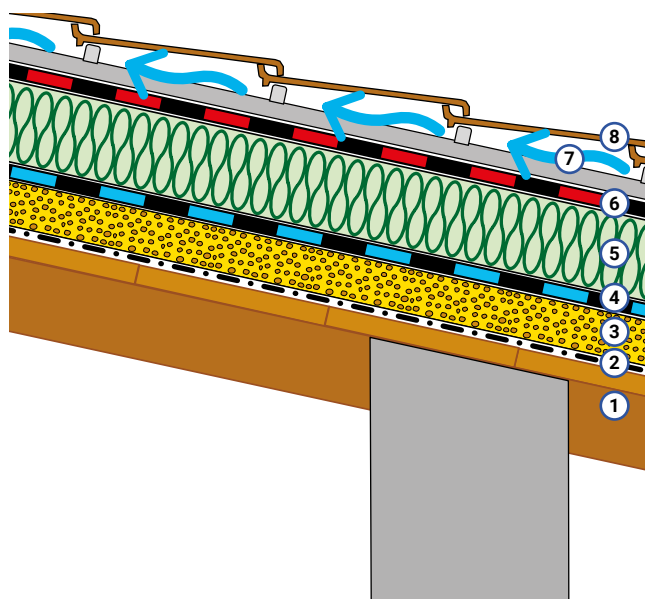


Stratigrafia soluzioni

- 1 Elemento portante.
- 2 Strato di separazione.
- 3 Strato di supporto isolante in **LECAMIX FACILE/FAST** o **MASSETTO CENTROSTORICO** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore minimo di 5 cm, con funzione di livellamento dell'elemento portante (in particolare su solaio in cls/laterocemento) e successiva posa dei pannelli termoisolanti oltre che isolamento termico/inerzia termica estiva (particolarmente rilevante su solai in legno).
- 4 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 5 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 6 Elemento di tenuta (manto impermeabile a vista).
- 7 Ventilazione.
- 8 Struttura di copertura.

Tetto ventilato

2. TETTO IN LEGNO



Esempio prestazioni di isolamento termico

	Trasmittanza Termica U (W/m²K)	Trasmittanza Termica Periodica Y _{IE} (W/m²K)	Smorzamento f _a	Sfasamento S (h)
1. TETTO IN CLS E LATEROCEMENTO	0,19	0,021	0,11	12,84
2. TETTO IN LEGNO	0,19	0,078	0,41	7,14

Nota per il calcolo: strato (2) in Lecamix Facile sp. 5 cm, strato (4) $\lambda=0,035$ W/mK e sp. 16 cm, solaio in laterocemento (per approfondimenti laterlite@laterlite.it).

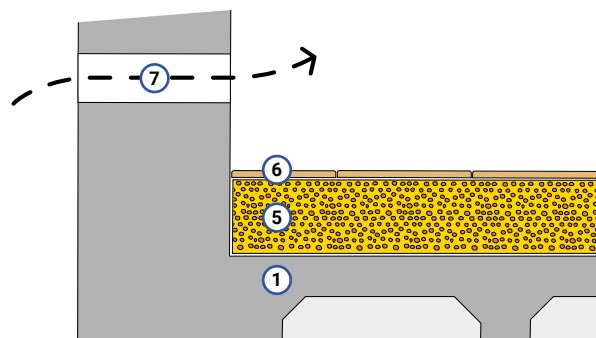
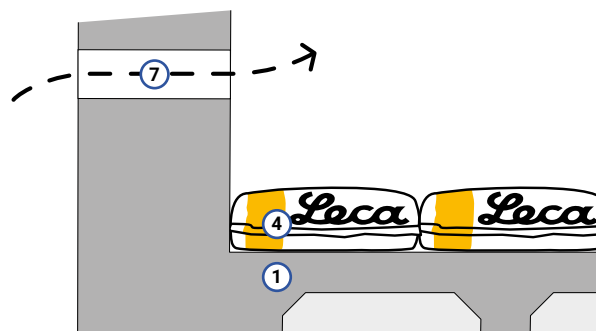
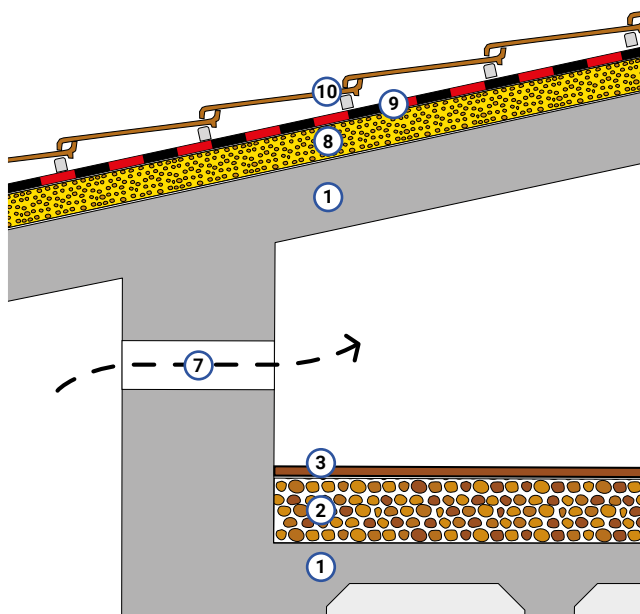


Sottotetto isolato

Stratigrafia soluzioni

- 1 Elemento portante.
- 2 Strato di isolamento termico sfuso (superficie non praticabile) in argilla espansa **LECA 3-8 SFUSA**. Per una praticabilità non frequente della superficie è possibile prevedere l'imboiaccatura superficiale (boiacca di cemento in ragione di circa 10-15 kg/m²).
- 3 Eventuale strato ripartitore di carico tipo lastre in OSB/ gesso fibra per la pedonalibilità dell'argilla espansa.
- 4 Strato di isolamento termico in argilla espansa **LECA 3-8 IN SACCO** (superficie non praticabile).
- 5 Strato di finitura con funzione di isolamento termico in **LECAMIX FACILE/FAST/FORTE - MASSETTO CENTRO-STORICO** a base di argilla espansa LecaPiù.
- 6 Strato di pavimentazione.
- 7 Eventuale ventilazione estiva.
- 8 Strato di supporto e/o livellamento dell'elemento portante con funzione di isolamento termico in **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore minimo di 5 cm.
- 9 Elemento di tenuta (manto impermeabile a vista).
- 10 Struttura di copertura.

Lo spessore dello strato isolante (punti 2-4-5-8) andrà determinato in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento (Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).



Approfondimenti

Pendenze limite di applicazione di massetti e sottofondi

In relazione alla tipologia di copertura, piana o inclinata, è necessario scegliere il miglior prodotto per la formazione dello strato di pendenza e dello strato di finitura.

Lecacem Mini, a consistenza fluida, è idoneo per applicazioni in copertura per pendenze sino a circa il **15%**.

La gamma di massetti **Lecamix** e **Massetto CentroStorico**, grazie alla consistenza tipo terra-umida, possono trovare applicazione per pendenze sino a circa il **35%**; si rivelano quindi la soluzione da preferire in presenza di coperture inclinate.



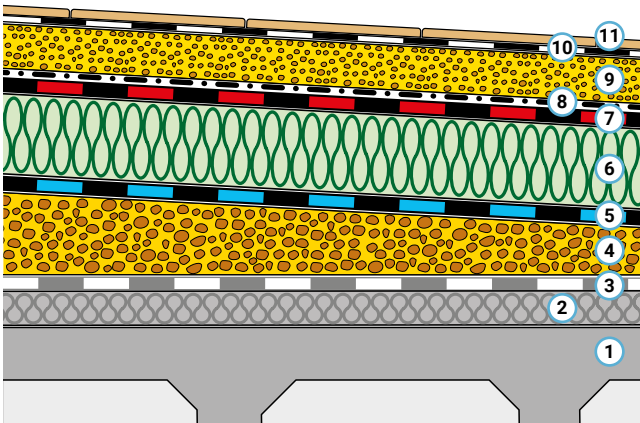


Riqualificazione di coperture esistenti

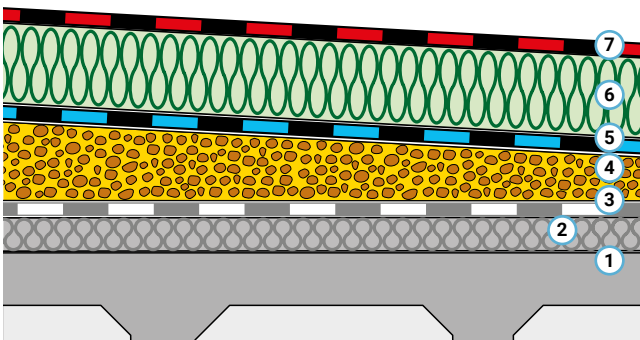
Copertura piana	34
Copertura inclinata	36
Terrazze e balconi	37

Copertura piana

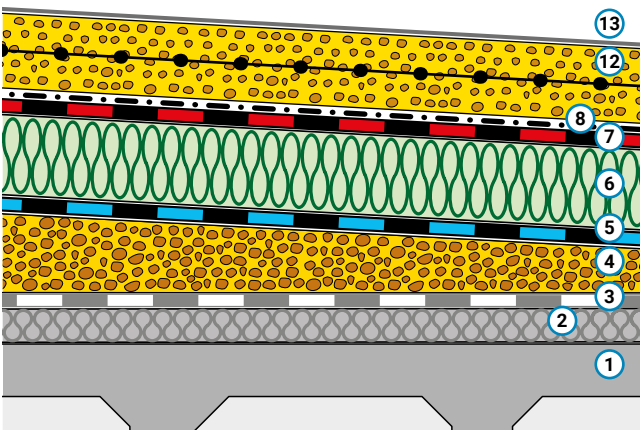
1. PRATICABILE



2. NON PRATICABILE



3. CARRABILE



Stratigrafia soluzioni

- 1 Elemento portante.
- 2 Eventuale elemento termoisolante esistente.
- 3 Eventuale elemento di tenuta esistente (manto impermeabile).
- 4 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI** o **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- 5 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 6 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 7 Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- 8 Strato di separazione.
- 9 Strato di finitura con funzione di isolamento termico in **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù nello spessore minimo di 5 cm.
- 10 Eventuale strato di protezione idraulica (ad esempio sistemi impermeabilizzanti liquidi).
- 11 Strato di pavimentazione.
- 12 Strato in calcestruzzo armato con funzione di isolamento termico in **LECACLS1400/1600/1800** a base di argilla espansa LecaPiù nello spessore minimo di 10 cm (da determinare in funzione dei carichi).
- 13 Finitura con spolvero al quarzo tipo pavimento industriale.

Esempio prestazioni di isolamento termico

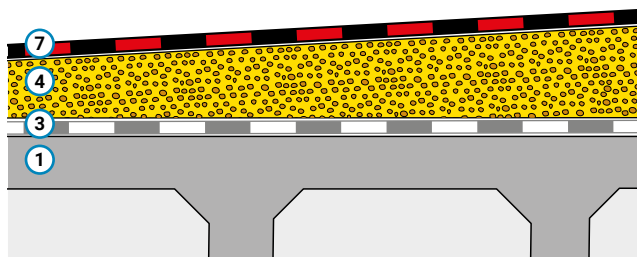
	Trasmittanza Termica U (W/m ² K)	Trasmittanza Termica Periodica Y _{IE} (W/m ² K)	Smorzamento f _a	Sfasamento S (h)	Peso soluzione (kg/m ² circa)
1. PRATICABILE	0,19	0,005	0,03	19,87	100
2. NON PRATICABILE	0,18	0,004	0,03	16,59	60
3. CARRABILE	0,18	0,004	0,02	20,81	190
4. SU LOCALE NON RISCALDATO	0,79	–	–	–	60

Nota per il calcolo: strato (4) in Lecacem Mini sp. da 7 a 10 cm, strato (6) $\lambda=0,035$ W/mK e sp. da 8 a 12 cm, strato (9) in Lecamix facile sp. da 5 a 7 cm, strato (12) in LecaCLS 1400 sp. da 10 cm, solaio in laterocemento (per approfondimenti laterlite@laterlite.it).

Stratigrafia soluzione

- 1 Elemento portante.
- 3 Eventuale elemento di tenuta esistente (manto impermeabile).
- 4 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI, LECAMIX FACILE/FAST** o **MASSETTO CENTROSTORICO** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile da un minimo di 5 cm sino a un massimo definito dalla geometria della copertura.
- 7 Elemento di tenuta (manto impermeabile a vista).

4. SU LOCALE NON RISCALDATO



Approfondimenti

Isolamento termico su locali non riscaldati.

Nel caso di strutture delimitanti lo spazio riscaldato verso ambienti non climatizzati, le trasmittanze termiche U riferite alle strutture opache di copertura (DM 26.06.15 - Requisiti Minimi) si modificano con il **fattore di correzione dello scambio termico ($b_{tr,U}$) in funzione delle caratteristiche del locale non riscaldato** (come indicato dalla norma UNI TS 11300-1).

Tale indicazione è valida sia per **edifici di nuova costruzione** che per **ristrutturazioni importanti/riqualificazioni energetiche di edifici esistenti** (cfr. Appendice A e B del DM 26.06.15).

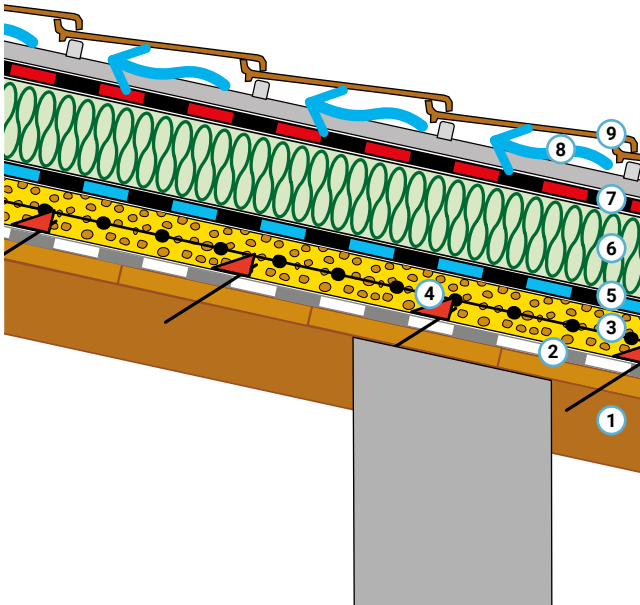
Nei casi di riqualificazioni energetiche e ristrutturazioni importanti di 2° livello per **interventi di isolamento termico dall'interno**, il Decreto consente di applicare il **coefficiente correttivo "1,3"** in aggiunta al fattore di correzione $b_{tr,U}$.

Per approfondimenti si rimanda allo specifico documento di approfondimento disponibile gratuitamente su www.leca.it



Copertura inclinata

1. TETTO IN LEGNO



Stratigrafia soluzione

- 1 Elemento portante.
- 2 Eventuale elemento di tenuta esistente (manto impermeabile).
- 3 Strato di consolidamento strutturale anche a valenza antisismica in **LECACLS 1400/1600** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore minimo di 5 cm.
- 4 Sistema di interconnessione in **CONNETTORE CENTRO-STORICO LEGNO**.
- 5 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 6 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 7 Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- 8 Ventilazione.
- 9 Struttura di copertura.

Esempio prestazioni di isolamento termico

	Trasmittanza Termica U (W/m²K)	Trasmittanza Termica Periodica Y _{IE} (W/m²K)	Smorzamento f _s	Sfasamento S (h)	Peso soluzione (kg/m² circa)
1. TETTO IN LEGNO	0,19	0,06	0,31	7,54	70
2. TERRAZZE	0,41	0,039	0,10	14,11	70

Nota per il calcolo: strato (3) in LecaCLS 1400 sp. da 5 cm, strato (6) $\lambda=0,035$ W/mK e sp. 16 cm, strato (6_terrazze) in Lecamix Facile sp. 7 cm, solaio in laterocemento (per approfondimenti laterlite@laterlite.it).

Approfondimenti

Isolamento termico estivo e la massa superficiale.

Al fine di limitare i fabbisogni energetici per la climatizzazione estiva e contenere la temperatura interna degli ambienti, il “Decreto Requisiti Minimi” impone che la **trasmittanza termica periodica Y_{IE} delle strutture di copertura (orizzontali e inclinate)** sia inferiore a **0,18 W/m²K** (con esclusione della zona climatica F, delle categorie E6 ed E8, delle località con valore medio mensile dell'irradiazione sul piano orizzontale nel mese di massima insolazione $I_{m,s} \geq 290$ W/m²K).

Per soddisfare tale requisito è importante il contributo offerto da **soluzioni isolanti** caratterizzate anche da **buona massa superficiale** (es. massetti isolanti Lecamix o soluzioni in argilla espansa per coperture a verde), in grado di garantire un **efficace sfasamento dell'onda termica accumulando il calore durante il giorno e rilasciandolo verso l'esterno la notte**.

Per maggiori approfondimenti si rimanda a pag. 10.



Terrazze e balconi

Stratigrafia soluzioni

- 1 Elemento portante esistente.
- 2 Eventuale elemento termoisolante esistente.
- 3 Eventuale elemento di tenuta esistente (manto impermeabile).
- 4 Elemento portante in calcestruzzo leggero strutturale armato tipo **LECACLS 1400/1600-1800** con funzione di isolamento termico.
- 5 Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- 6 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECAMIX FACILE/FAST** o **MASSETTO CENTROSTORICO** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile da un minimo di 3 cm sino a un massimo definito dalla geometria esistente.
- 7 Strato di protezione idraulica (ad esempio sistemi impermeabilizzanti liquidi).
- 8 Strato di pavimentazione.

Approfondimenti

Isolamento termico dei balconi.

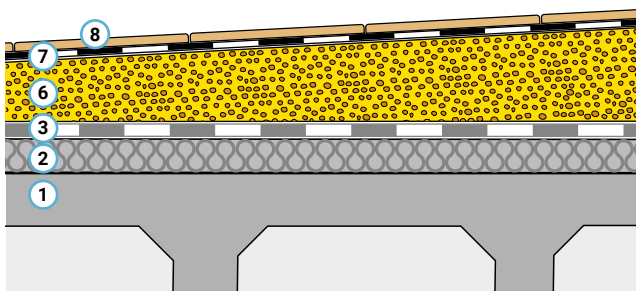
I balconi rappresentano un potenziale ponte termico il cui effetto, se non adeguatamente corretto, può pregiudicare la prestazione di isolamento termico dell'intera facciata penalizzando quindi il comportamento energetico dell'edificio. Infatti i balconi si configurano sia come ponte termico di struttura/materiale che di forma/geometria, rappresentando punti di eterogeneità della struttura.

Se il balcone è privo di isolamento, il calore si disperde sul lato non isolato permettendo la formazione di un importante ponte termico; questo porta dispersione energetica, abbassamento della temperatura nel locale, formazione di condensa e muffe.

Tra le soluzioni proposte si prevede l'impiego del **calcestruzzo isolante LecaCLS**, realizzato con argilla espansa Leca: il basso valore di conducibilità termica, unitamente all'elevata resistenza meccanica necessaria per la staticità del manufatto, **consente di isolare omogeneamente ed efficacemente l'elemento a sbalzo mantenendo inalterata la tradizionale modalità costruttiva evitando l'impiego di sofisticate e dispendiose soluzioni tecniche alternative.**

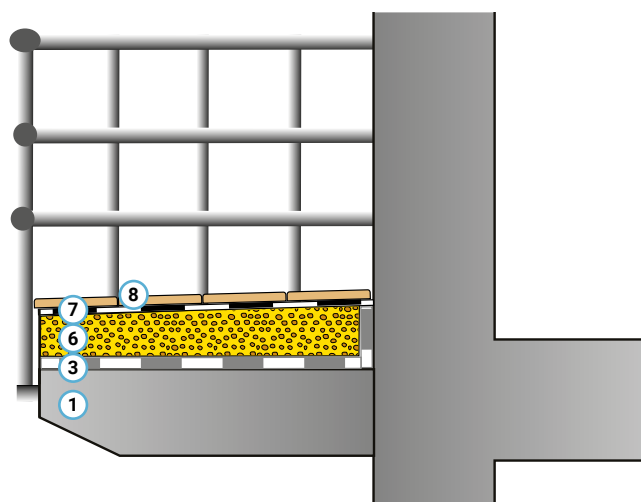
2. TERRAZZE

rifacimento del massetto di finitura



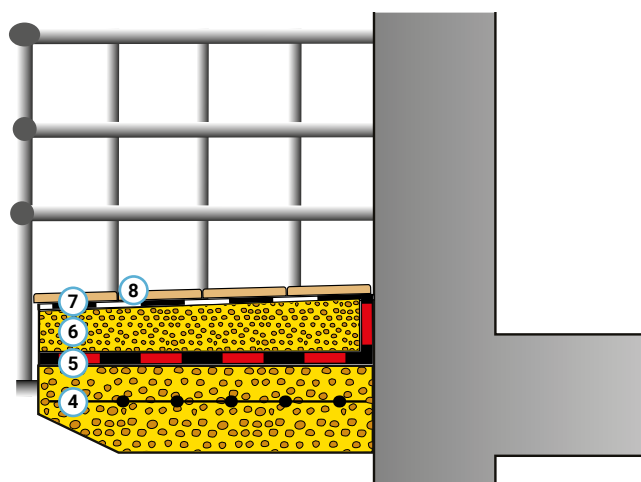
BALCONI

rifacimento del massetto di finitura



BALCONI

rifacimento soletta strutturale in pendenza





Coperture a verde

Tetto verde intensivo

40

Tetto verde estensivo

41

Tetto verde

1. INTENSIVO

L'inverdimento intensivo è impiegato principalmente su superfici piane e fruibili per la creazione di veri e propri giardini in:

- edifici residenziali con terrazze private.
- piazze e aree verdi pubbliche.
- scuole ed edifici pubblici.
- cantine vitivinicole.
- passanti stradali.



Stratigrafia soluzione

- 1 Elemento portante.
- 2 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI** o **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- 3 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 5 Elemento di tenuta (manto impermeabile) con protezione antiradice (membrane bituminose o in PVC).
- 6 Strato di protezione dell'elemento di tenuta (tipo geosintetici).
- 7 Strato drenante in argilla espansa **AGRILECA**, spessore ≥ 10 cm.
- 8 Strato filtrante (tipo geosintetici).
- 9 Substrato colturale **LECAGREEN INTENSIVO** a base di argilla espansa, spessore ≥ 10 cm.
- 10 Vegetazione (piante erbacee perenni, piante tappezzanti, rampicanti, arbusti e alberi).

La soluzione è a norma con la UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture a verde".



Stratigrafia soluzione

- 1 Elemento portante.
- 2 Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in **LECACEM MINI** o **LECAMIX FACILE** a base di argilla espansa LecaPiù, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- 3 Strato di controllo del vapore (barriera/schermo al vapore).
- 4 Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- 5 Elemento di tenuta (manto impermeabile) con protezione antiradice (membrane bituminose o in PVC).
- 6 Strato di protezione dell'elemento di tenuta (tipo geosintetici).
- 7 Strato drenante in argilla espansa **AGRILECA**, sp. 5-10 cm.
- 8 Strato filtrante (tipo geosintetici).
- 9 Substrato colturale **LECAGREEN ESTENSIVO** a base di argilla espansa, spessore circa 8 cm.
- 10 Vegetazione (sedum ed erbacee perenni).

Esempio prestazioni di isolamento termico

	Trasmittanza Termica U (W/m ² K)	Trasmittanza Termica Periodica Y _{IE} (W/m ² K)	Smorzamento f _a	Sfasamento S (h)	Peso soluzione (kg/m ² circa)
1. INTENSIVO	0,18	0,003	0,02	>24,00	90
2. ESTENSIVO	0,18	0,007	0,04	21,74	80

Nota per il calcolo: strato (3) in Lecacem Mini sp. 7 cm, strato (2) $\lambda=0,035$ W/mK e sp. da 10 a 12 cm, strato (6) in AgriLeca sp. da 10 a 15 cm, solaio in laterocemento (per approfondimenti laterlite@laterlite.it).

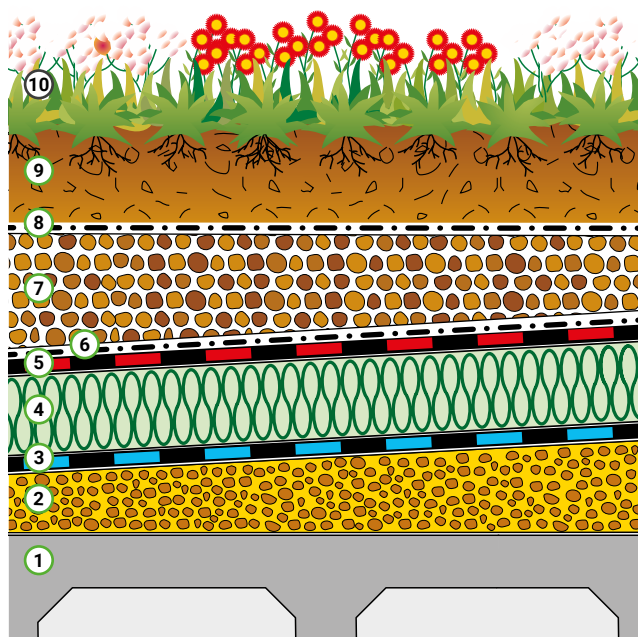


2. ESTENSIVO

L'inverdimento estensivo è generalmente realizzato su superfici di ampie dimensioni e non fruibili, con prevalente valenza estetica di mitigazione e di compensazione ambientale in contesti fortemente urbanizzati quali:

- capannoni commerciali e industriali;
- garage;
- centri commerciali;
- edifici residenziali, con tetti piani o inclinati.

La soluzione è a norma con la UNI 11235 "Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e la manutenzione di coperture a verde".





Prodotti

Strati di isolamento termico LECA e per verde pensile AGRILECA	44
Strati di alleggerimento e pendenza LECACEM	45
Strati di finitura e pendenza LECAMIX	46
Strati di consolidamento strutturale LECACLS	47

Leca AgriLeca

Argilla espansa per sottofondi, coperture, isolamenti anche a pH neutro per giardini pensili



Caratteristiche tecniche

	Leca 3-8	Leca 8-20	AgriLeca 3-8	AgriLeca 8-20	LecaGreen Estensivo	LecaGreen Intensivo
Massa volumica in mucchio (kg/m³) ca.	380	350	380	350	700 (1150 saturata)	750 (1200 saturata)
Resistenza alla frantumazione dei granuli (N/mm²)	≥1,5	≥1,5	≥1,5	≥1,5	–	–
Conducibilità termica λ (W/mK)	0,09				–	–
Porosità totale	86% ca.				70%	71%
Velocità di infiltrazione (mm/min)	200	>500	200	>500	43	25
Conducibilità elettrica (mS/m)	–	–	8	7	17	32
Volume d'acqua a pF1 (%V/V)	–	–	13	10	37	40
pH	≥9	≥9	≥5,5	≥5,5	7-8	7-8
Reazione al fuoco	Euroclasse A1 (incombustibile)					
Confezione	sacchi da 50 L/cad. pari a 3,75 m³ di prodotto sfuso (75 sacchi)				big-bag da 2 m³, sfuso in autotreni ribaltati e cisternati	
Voce di capitolato						

Richiedi il Catalogo
Prodotti o scaricalo
su Leca.it



Scansiona il QR
code per maggiori
informazioni



L'argilla espansa, Leca e AgriLeca, può essere **pompata sfusa** con autotreni cisternati sino a **distanze di 30 in quota o 80-100 m in orizzontale**. **Le portate** arrivano a **60 m³/h**, a rapidità di messa in opera e favorevole logistica di cantiere.



Lecacem

Sottofondi leggeri
e isolanti



Caratteristiche tecniche

	Lecacem Mini	Lecacem Classic	Lecacem Maxi	Sottofondo Centrostorico
Massa volumica in opera	600 kg/m ³ ca.	600 kg/m ³ ca.	450 kg/m ³ ca.	650 kg/m ³ ca.
Resistenza media a compressione certificata	5 N/mm ² (50 kg/cm ²)	2,5 N/mm ² (25 kg/cm ²)	1 N/mm ² (10 kg/cm ²)	7 N/mm ² (70 kg/cm ²)
Conducibilità termica λ certificata	0,142 W/mK	0,134 W/mK	0,126 W/mK	0,186 W/mK
Tempi di asciugatura	–	7 gg. per sp. 5 cm ca.	7 gg. per sp. 5 cm ca.	–
Spessori d'applicazione	≥ 3,5 cm (in aderenza al supporto)	≥ 5 cm	≥ 5 cm	≥ 3,5 cm (in aderenza al supporto)
Resa in opera (in funzione del grado di addensamento)	0,21 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 4,75 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,21 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 4,75 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,21 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 4,75 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,42 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 2,38 m ² /sacco sp. 1 cm ca.
Pedonabilità	24 ore dalla posa			
Reazione al fuoco	Euroclasse A1 _{fl} (incombustibile)			
Confezione	sacchi da 50 L/cad. pari a 2,5 m ³ di prodotto sfuso (50 sacchi)	sacchi da 50 L/cad. pari a 3,0 m ³ di prodotto sfuso (60 sacchi)	sacchi da 50 L/cad. pari a 3,5 m ³ di prodotto sfuso (70 sacchi)	sacchi da 25 L/cad. pari a 2,45 m ³ di prodotto sfuso (98 sacchi)
Voce di capitolato				



Lecamix

Massetti leggeri
e isolanti



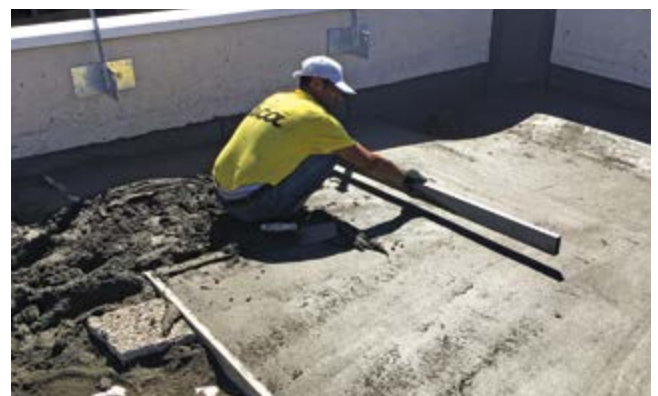
Caratteristiche tecniche

	Lecamix Fast	Lecamix Facile	Massetto Centrostorico
Massa volumica in opera	1200 kg/m ³ ca.	1000 kg/m ³ ca.	1250 kg/m ³ ca.
Resistenza media a compressione certificata	16 N/mm ² (160 kg/cm ²)	12 N/mm ² (120 kg/cm ²)	18 N/mm ² (180 kg/cm ²)
Conducibilità termica λ certificata	0,291 W/mK	0,251 W/mK	0,27 W/mK
Tempi di asciugatura (pavimentazioni sensibili all'umidità)	7 gg. per sp. 5 cm ca. 17 gg. per sp. 8 cm ca.	—	5 gg. per sp. 3 cm ca. 7 gg. per sp. 5 cm ca.
Tempi di posa pavimentazioni non sensibili all'umidità	3 gg ca.	5 gg ca.	36 h
Spessori d'applicazione	≥ 3,5 cm (in aderenza al supporto)	≥ 5 cm	≥ 3 cm (in aderenza al supporto)
Resa in opera (in funzione del grado di compattazione)	0,69 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 1,45 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,38 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 2,64 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,69 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 1,45 m ² /sacco sp. 1 cm ca.
Pedonabilità	24 ore dalla posa		
Reazione al fuoco	Euroclasse A1 _{fl} (incombustibile)		
Confezione	sacchi da 16 L/cad. pari a 1,34 m ³ di prodotto sfuso (84 sacchi)	sacchi da 32 L/cad. pari a 1,92 m ³ di prodotto sfuso (60 sacchi)	sacchi da 16 L/cad. pari a 1,34 m ³ di prodotto sfuso (84 sacchi)
Voce di capitolato			

Richiedi il Catalogo
Prodotti o scaricalo
su Leca.it



Scansiona il QR
code per maggiori
informazioni



LecaCLS

Calcestruzzi leggeri
e isolanti



Caratteristiche tecniche

	LecaCLS 1400	LecaCLS 1600	LecaCLS 1800	Calcestruzzo CentroStorico
Massa volumica in opera (UNI EN 206-1)	D 1,5 (ca. 1400 kg/m ³ ca.)	D 1,7 (ca. 1600 kg/m ³ ca.)	D 1,9 (ca. 1800 kg/m ³ ca.)	D 1,6 (ca. 1500 kg/m ³ ca.)
Classe di resistenza a compressione	LC 20/22	LC 30/33	LC 40/44	LC 25/28
Resistenza a compressione certificata	$R_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (cubica a 28 gg.) $f_{ck} = 22,5 \text{ N/mm}^2$ (cilindrica a 28 gg.)	$R_{ck} = 35 \text{ N/mm}^2$ (cubica a 28 gg.) $f_{ck} = 31,5 \text{ N/mm}^2$ (cilindrica a 28 gg.)	$R_{ck} = 45 \text{ N/mm}^2$ (cubica a 28 gg.) $f_{ck} = 40,5 \text{ N/mm}^2$ (cilindrica a 28 gg.)	$R_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$ (cubica a 28 gg.) $f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$ (cilindrica a 28 gg.)
Modulo elastico certificato	E = 15.000 N/mm ²	E = 20.000 N/mm ²	E = 25.000 N/mm ²	E = 17.000 N/mm ²
Classe di esposizione	X0-XC1	X0-XC1-XC2-XC3-XD1-XF2-XF3-XF4	X0-XC1-XC2-XC3-XC4-XS1-XS2-XS3-XD1-XD2-XD3-XF1-XF2-XF3-XF4-XA1	X0-XC1-XC2
Conducibilità termica λ certificata	0,42 W/mK	0,54 W/mK	0,70 W/mK	0,47 W/mK
Resa in opera (in funzione del grado di compattazione)	0,47 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 2,13 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,47 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 2,13 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,61 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 1,64 m ² /sacco sp. 1 cm ca.	0,74 sacchi/m ² sp. 1 cm ca. 1,35 m ² /sacco sp. 1 cm ca.
Pedonabilità	24 ore dalla posa			
Reazione al fuoco	Euroclasse A1 _f (incombustibile)			
Conformità	D.M. 17/01/2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni" e alla relativa "Circolare" (Istruzioni alle NTC)			
Confezione	sacchi da 25 L/cad. pari a 1,4 m ³ di prodotto sfuso (56 sacchi)	sacchi da 25 L/cad. pari a 1,2 m ³ di prodotto sfuso (48 sacchi)	sacchi da 19,6 L/cad. pari a 1,1 m ³ di prodotto sfuso (56 sacchi)	sacchi da 16 L/cad. pari a 1,34 m ³ di prodotto sfuso (84 sacchi)
Voce di capitolato				





Laterlite Spa



Laterlite@laterlite.it

Assistenza Tecnica

02.48011962 | via Correggio, 3 | 20149 Milano
Leca.it