



# *Analisi del Patrimonio Edilizio Esistente in Italia*



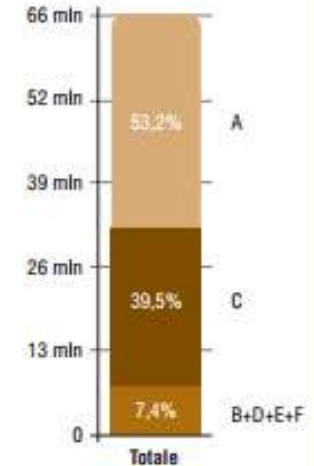
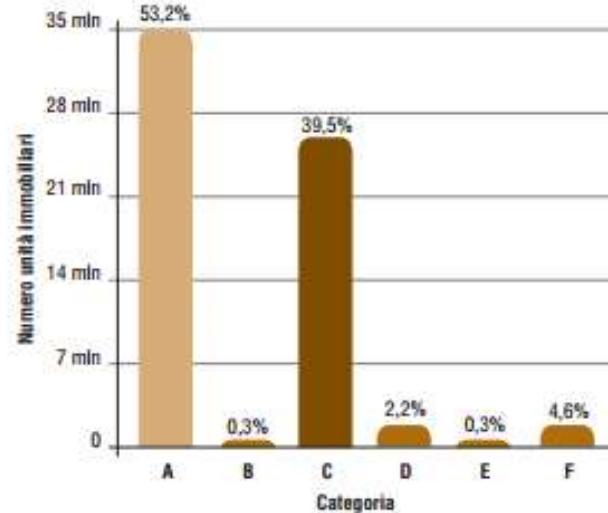
Bari, 05 Novembre 2019

# ***Distribuzione del Costruito e Pericolosità Sismica***

# L'analisi del patrimonio edilizio italiano

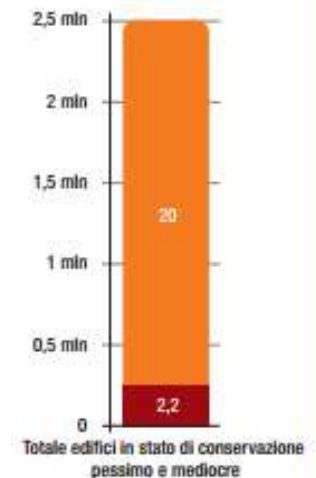
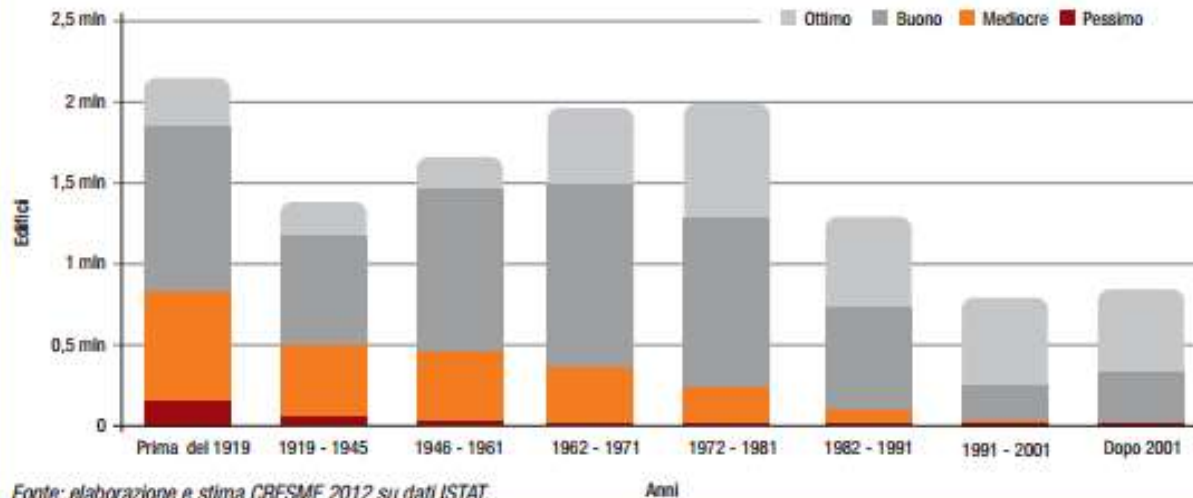
## Distribuzione del patrimonio immobiliare al 31.12.12 (n° unità)

A	Abitazioni, uffici e studi privati
B	Uffici pubblici, scuole, biblioteche, caserme
C	Negozi, magazzini, autorimesse
D	Alberghi, teatri, ospedali, fabbricati ad uso sportivo – commerciale – industriale
E	Stazioni ferroviarie e a aeroportuali, chiese
F	Lastrici solari, unità in corso di costruzione/definizione, fabbricati inutilizzabili



Fonte: statistiche catastali 2012 Agenzia delle Entrate.

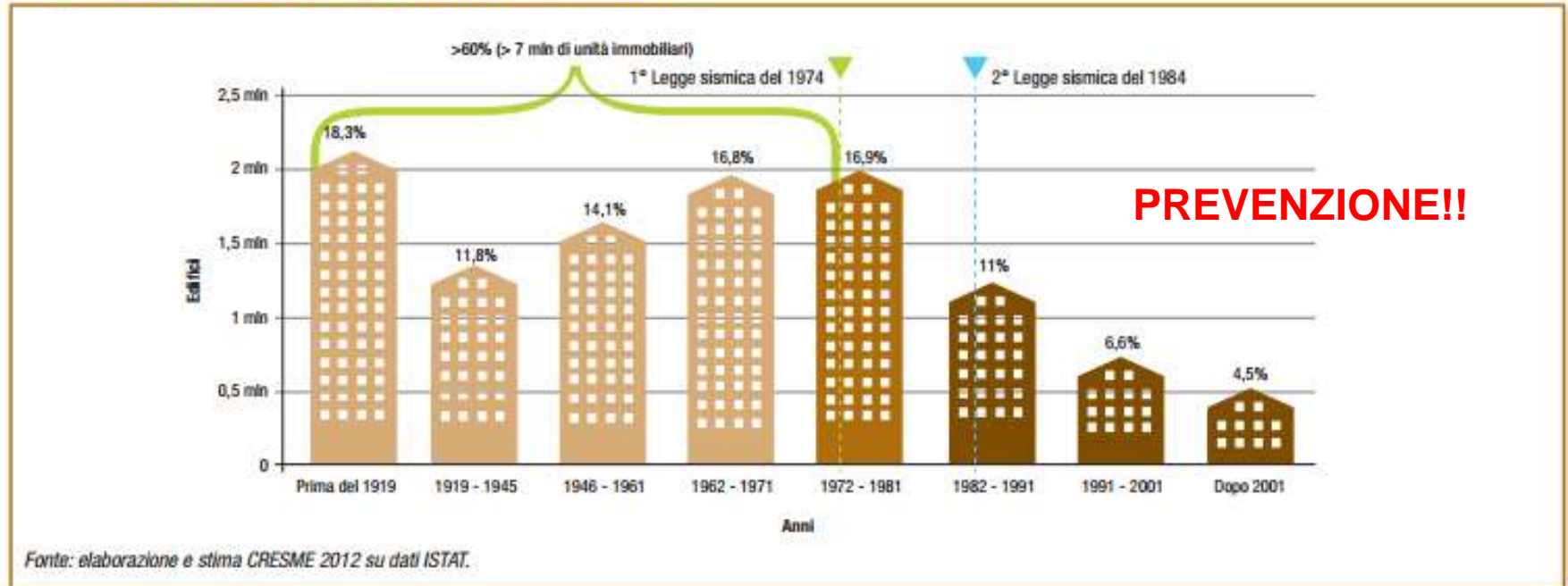
## Stato di conservazione degli edifici esistenti al 31.12.12



Fonte: elaborazione e stima CRESME 2012 su dati ISTAT.

# L'analisi del patrimonio edilizio italiano

## Edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione



Per quanto riguarda il rischio sismico, la classificazione territoriale per grado di pericolo evidenzia come oltre 21,5 milioni di persone abitino in aree del paese esposte a rischio sismico molto o abbastanza elevato (classificate, rispettivamente, 1 e 2), con una quota pari quasi a 3 milioni nella sola zona 1 di massima esposizione (tab.3).





Oltre **2,5 milioni** di edifici da **ristrutturare** in stato di conservazione pessimo o mediocre (oltre il **25%** del patrimonio edilizio esistente).

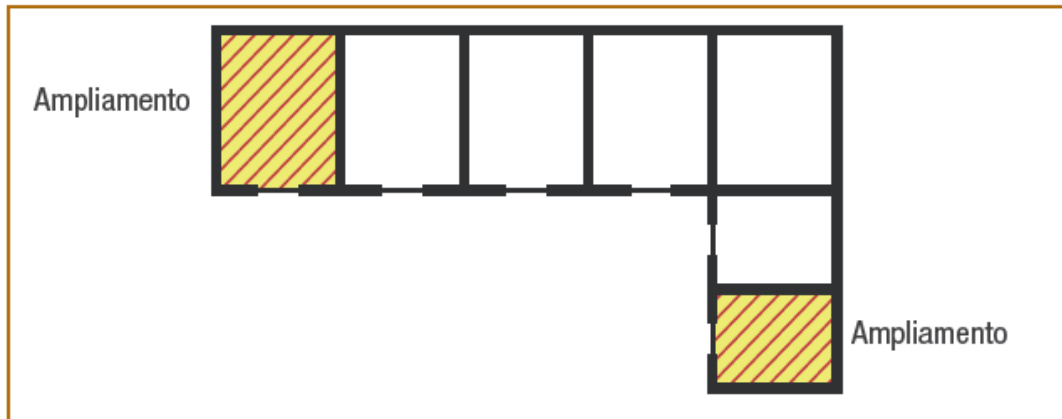


Oltre **7 milioni** di edifici costruiti prima delle **leggi antisismiche** del 1974 e 1984 (ca. il **60%** del patrimonio edilizio italiano).

## Interventi di Adeguamento



1. **Sopraelevazione** della costruzione.

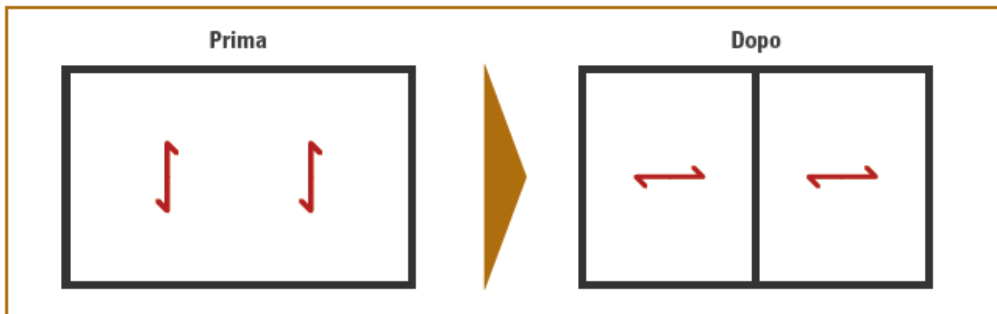


2. **Ampliamento** della costruzione mediante opere strutturalmente connesse all'esistente.

## Interventi di Adeguamento



3. **Variazioni di classe e/o destinazione d'uso** che comportino **incrementi dei carichi** (permanentemente portati e variabili accidentali) in fondazione **superiori al 10%** (resta fermo comunque l'obbligo di procedere alla verifica locale delle singole parti e/o elementi della struttura, anche se interessano porzioni limitate della costruzione).



4. **Interventi strutturali** volti a trasformare la costruzione mediante un insieme sistematico di opere che portino a un organismo edilizio diverso dal precedente.

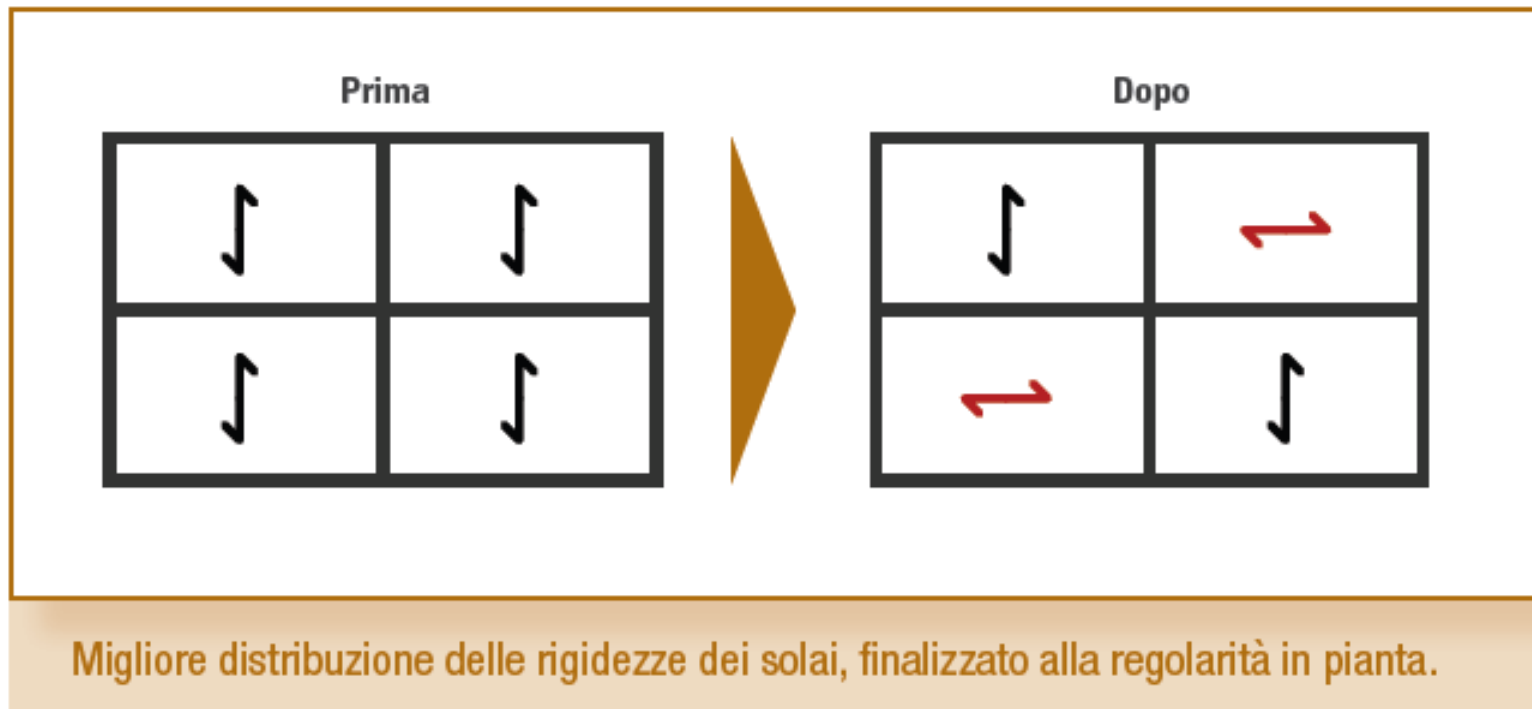
$$\zeta_E = a_{\text{max sopportabile}} / a_{\text{max nuova costruzione}}$$

$\geq 1.0$  in tutti i casi

$\geq 0.8$  nel caso di incremento del 10% oppure interventi che portano a edifici di classe III ad uso scolastico oppure di classe IV

## Interventi di Miglioramento

Tutti gli interventi finalizzati ad accrescere il livello di sicurezza



$$\zeta_E = a_{, \max \text{ sopportabile}} / a_{, \max \text{ nuova costruzione}}$$

≥ 0.6 classe IV e classe III ad uso scolastico

≥ 0.1 classe III e II

***I solai italiani***

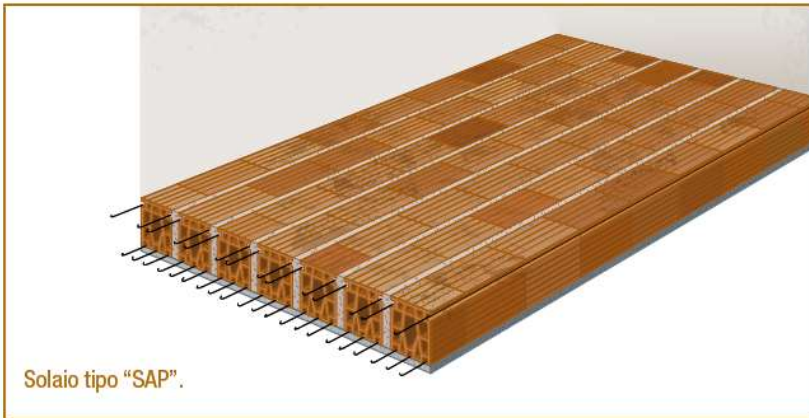


## CLASSIFICAZIONE TIPOLOGICA DEGLI ORIZZONTAMENTI/SOLAI ESISTENTI

- 1) Solai in legno
- 2) Solai in acciaio
- 3) Solai in laterocemento
- 4) Solai prefabbricati
- 5) Solai in calcestruzzo armato
- 6) Solai ad arco e volta



## SOLAIO TIPO SAP



Solaio brevettato nel 1925 dalla RDB di Piacenza conosciuto come solaio S.A.P. (solaio auto portante)

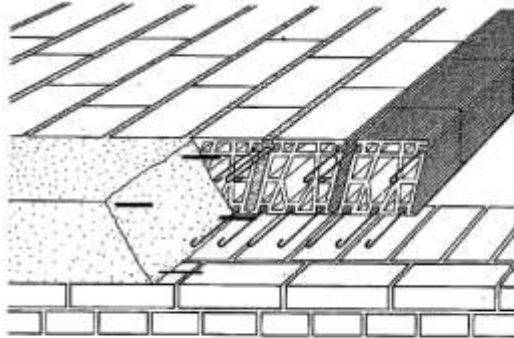
**Nervature di 2,5 cm poste ad interasse di 22,5 cm**

**Solai molto diffusi ed impiegati su intero territorio nazionale**

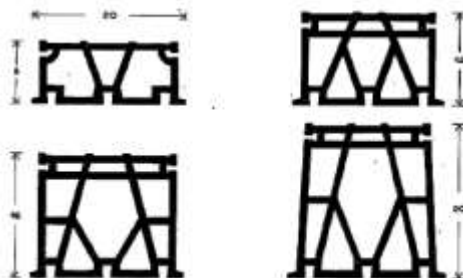
SOLAIO SAP - Portata sino a m 6

Solaio costituito da travi in laterizio armato confezionate a più d'opera, accostate e collegate tra loro con malta di cemento, caratterizzata da una grande suddivisione dell'armatura metallica in tondi di piccolo diametro posti a distanze non superiori a cm 7.

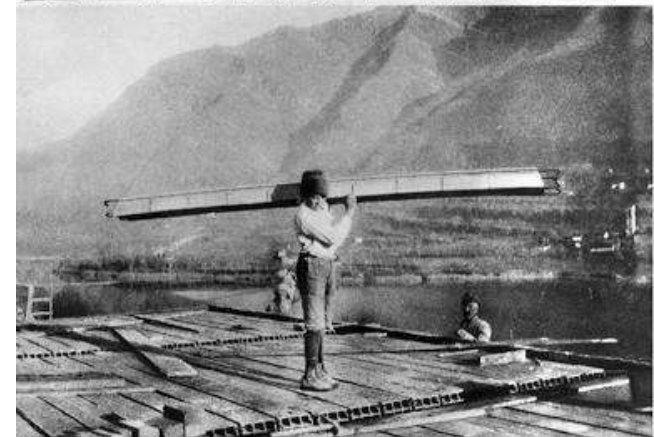
La larghezza delle travi è costantemente di cm 30. La larghezza minima dei tavolati di sigillatura tra le travi è di cm 2,5. I momenti di servizio ammissibili dedotti sperimentalmente, con coefficiente di sicurezza alla lussurazione 1,3 e coefficiente di rottura 2,5 sono riportati nella tabella.



Tipi di travata	Peso proprio (kg/m²)	Momenti (tonni) momento di servizio in kg/m² riferiti alla sezione di calcolo (spazio in l)			
SAP 8	65	230	290	405	—
SAP 12	110	305	540	455	—
SAP 16	130	615	720	940	1290
SAP 20	175	700	1170	1430	1890
Armature per ogni travata (spazio in l)		3 Ø 3	3 Ø 4	3 Ø 5	3 Ø 6
Carico di prova, minimo dall'assejo in kg/m²		70	40	55	30



# SOLAIO SAP



## DIFFUSIONE DEL LATERO – CEMENTO IN ITALIA

A partire dal dopoguerra (anni 40') iniziò la diffusione di solai a travetti di laterizio armati e prefabbricati il cui dimensionamento faceva riferimento al **Regio Decreto n.2229 del 16/11/1939** impiegato per oltre trent'anni sino all'entrata in vigore della legge n.1086 del 5/11/1971



In particolare l'**art. 25 del Regio Decreto 2229** diceva:

- Lo spessore di una soletta (che non sia di semplice copertura) non deve essere inferiore ad **1/30 della portata ed in ogni caso non inferiore a 8 cm**;
- Nei solai speciali con laterizi la soletta deve essere di **almeno 4 cm**;
- In tutti i solai con laterizi la **larghezza delle nervature non deve essere inferiore a 7 cm** ed il loro **interasse non deve superare i 40 cm** nei tipi a nervature parallele e 80 cm in quelli incrociati;
- Di regola devono essere previste nervature trasversali per luci maggiori di 5 m in quelli a nervature parallele;
- **È consentito l'uso di solai speciali con nervaturine in cemento armato e laterizi, senza soletta di conglomerato, purchè i laterizi, di provata resistenza, presentino rinforzi di conveniente spessore atti a sostituire la soletta di conglomerato e rimangano incastrati tra le dette nervaturine.**

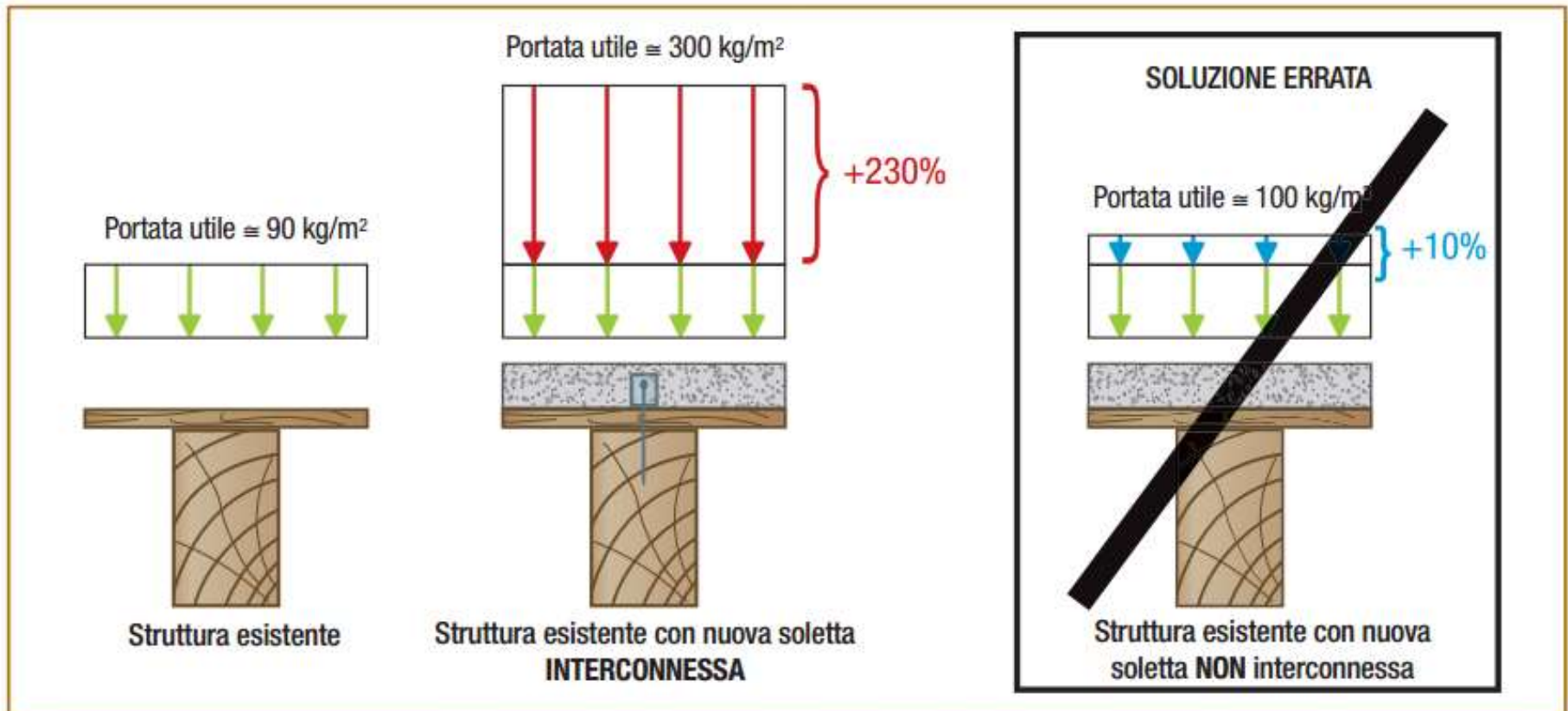




## ***Perché intervenire sui SOLAI ESISTENTI***



# Aumento della portata del solaio e cambio di destinazione d'uso

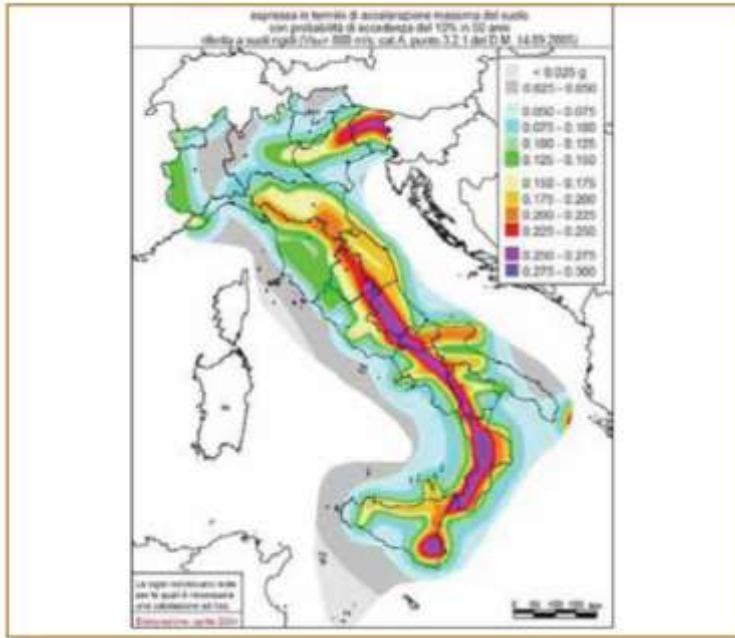


L'interconnessione tra trave e nuova soletta consente di **umentare fino al 200%** la portata utile del solaio, a parità di deformazione ammessa, rispetto alla soluzione non interconnessa (esempio calcolato su un solaio in legno con luce 4,5 m, sezione travi 10x18 cm, interasse travi 60 cm). L'impiego di **calcestruzzi leggeri strutturali** favorisce un **ulteriore incremento** della portata utile del solaio e una riduzione dei carichi permanenti che gravano sulla struttura esistente.

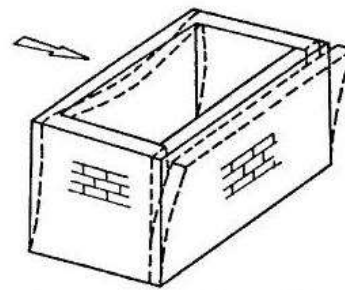
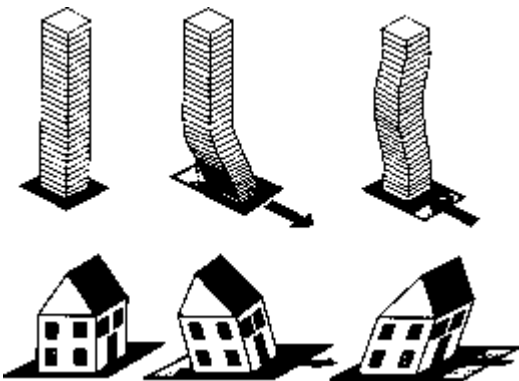
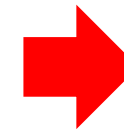
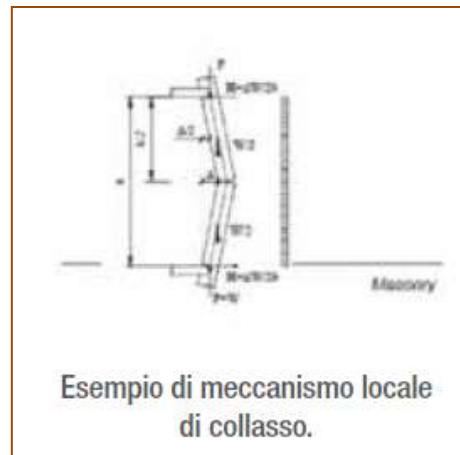
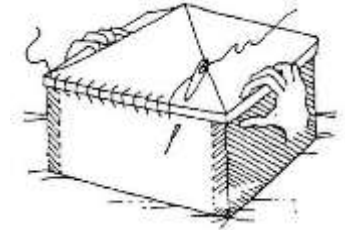


# Miglioramento del comportamento sismico

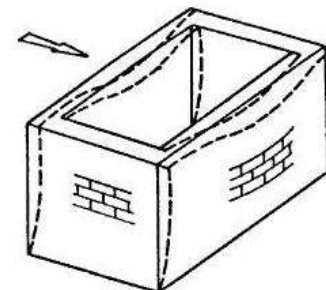
Mapa di pericolosità sismica del territorio italiano (INGV).



Murature connesse tra loro da un solaio con caratteristiche di diaframma rigido

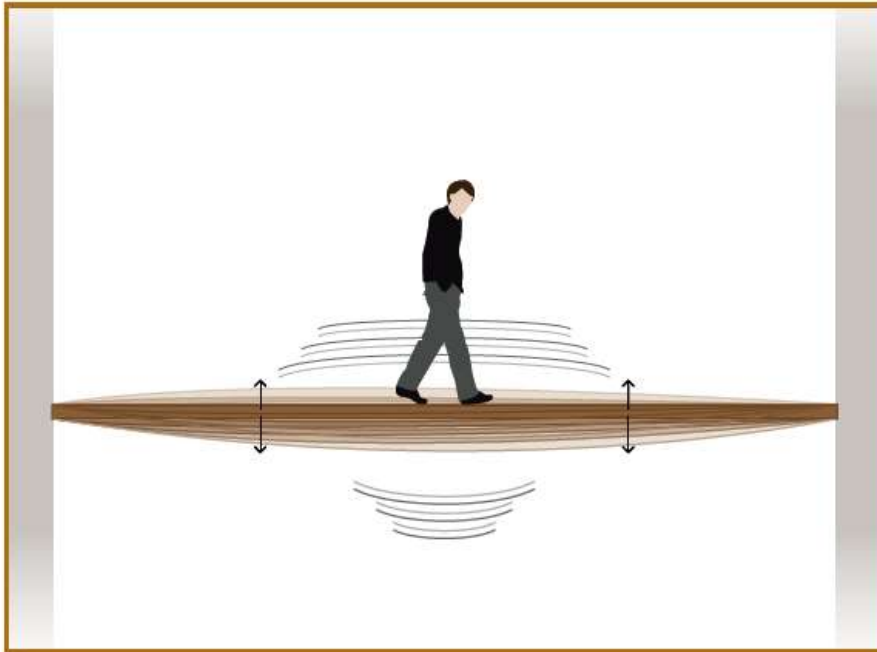


NO cordolo  
Solaio deformabile



CON cordolo  
Solaio deformabile

## Miglioramento del comportamento flessionale del solaio



Solaio eccessivamente deformabile, con evidenti vibrazioni provocate dal calpestio.



Solaio eccessivamente deformabile, con conseguenti danneggiamenti del massetto e della pavimentazione sotto carico.

# Miglioramento delle prestazioni tecniche del divisorio orizzontale

L'intervento di consolidamento e rinforzo del solaio esistente con la tecnica della soletta collaborante produce altri significativi benefici nel comportamento del divisorio orizzontale.

## Isolamento acustico

La formazione di una nuova soletta in calcestruzzo, abbinata ad uno **specifico materassino acustico anticalpestio** e laddove possibile ad un massetto di finitura, consente di **migliorare** sensibilmente le prestazioni di **potere fonoisolante apparente al rumore per via aerea  $R'_w$**  e il **livello di rumore di calpestio normalizzato per rumori trasmessi per via strutturale  $L'_{n,w}$**  (Legge n. 447 del 26/10/95 e D.P.C.M. 5/12/97).



## Isolamento termico

L'impiego di soluzioni leggere, oltre a favorire il miglioramento del comportamento statico del rinforzo del solaio, assicurano un **aumento dell'isolamento termico del divisorio orizzontale**. Infatti i **calcestruzzi leggeri strutturali** in abbinamento a **massetti di finitura leggeri** (quando lo spessore lo consente), grazie alla **bassa conducibilità termica  $\lambda$** , contribuiscono al **miglioramento della trasmittanza termica** dell'intero divisorio orizzontale con l'obiettivo di raggiungere il requisito di Legge  **$U \leq 0,8$  W/m<sup>2</sup>K**



## Protezione al fuoco

La presenza di una nuova soletta in calcestruzzo favorisce un **miglior comportamento al fuoco del divisorio orizzontale**, grazie alla presenza di uno **strato pieno di materiale isolante incombustibile** (per maggiori approfondimenti contattare l'Assistenza Tecnica Laterlite e scaricare la specifica documentazione su [www.leca.it](http://www.leca.it)).





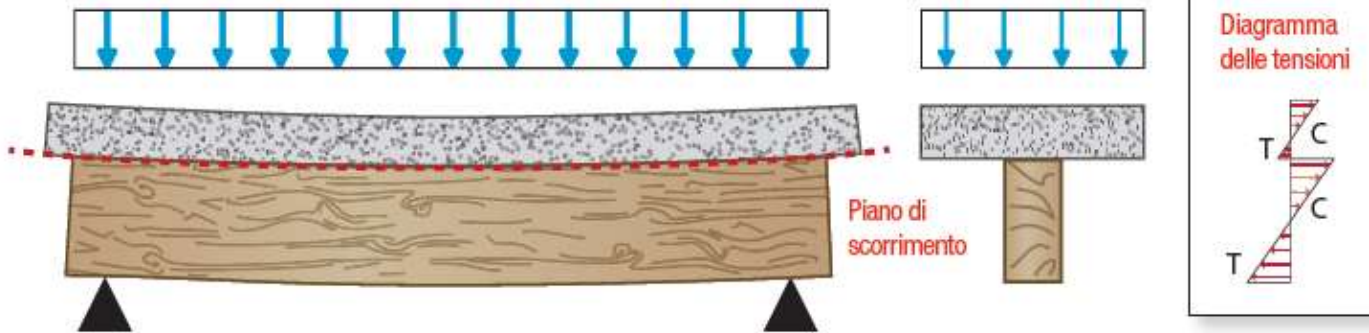


***Consolidamento  
Statico/Flessionale  
mediante la tecnica  
della soletta mista  
collaborante***

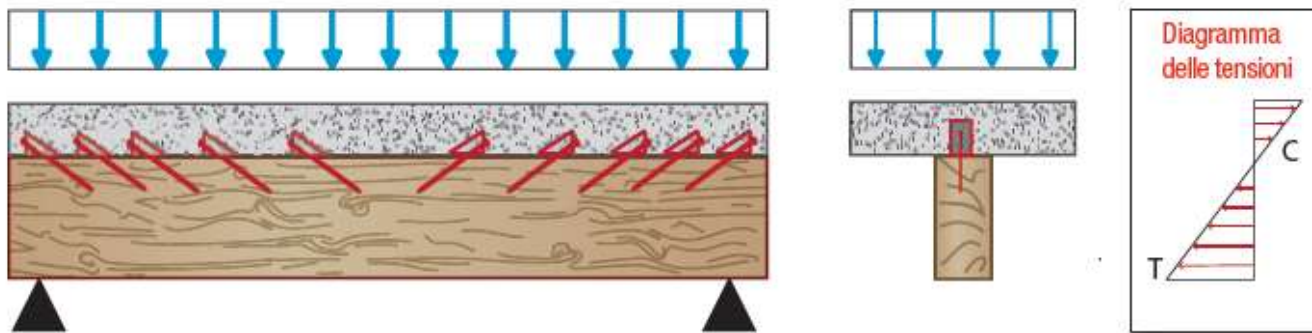


# La tecnica della soletta mista collaborante

Struttura non interconnessa.



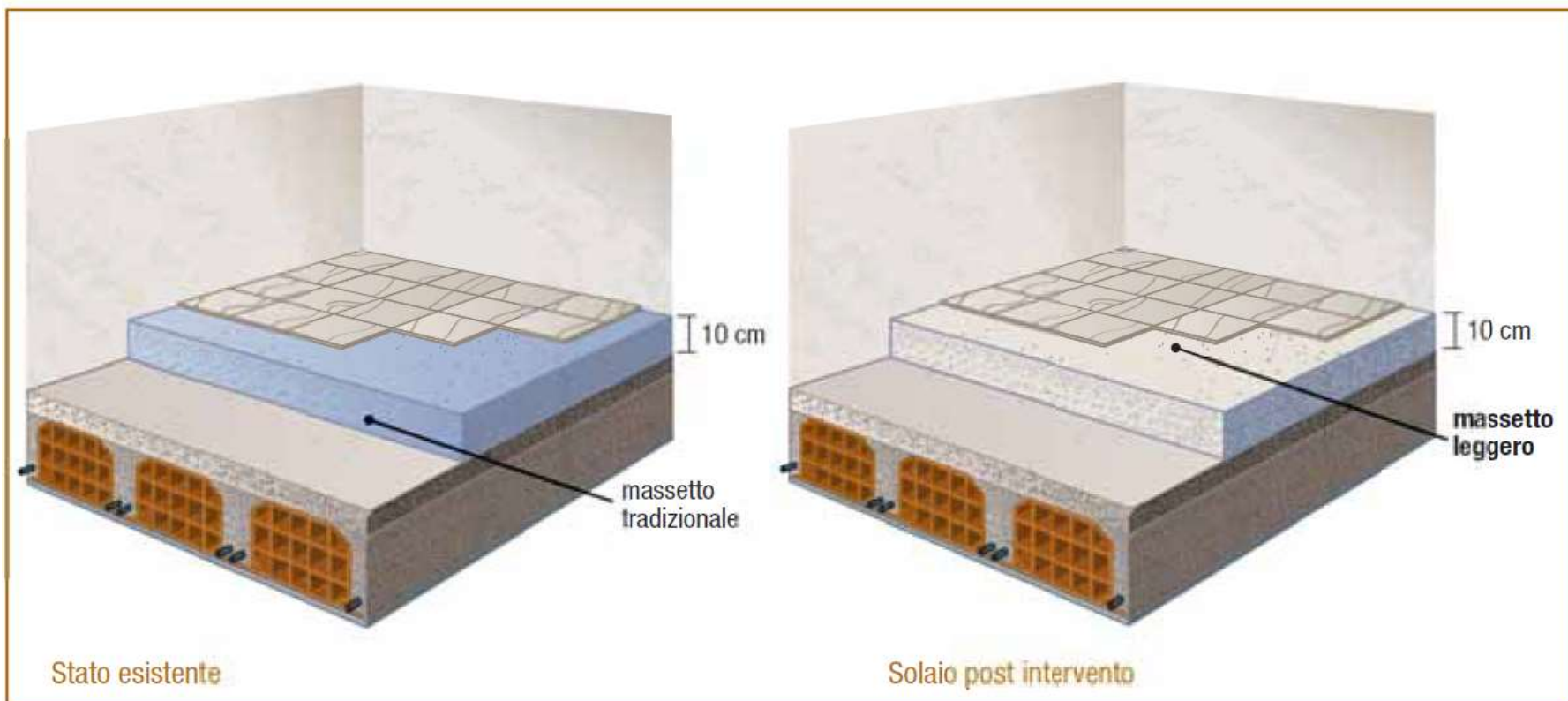
Struttura interconnessa rigidamente (monolitica).



**3 volte** più rigida della struttura non interconnessa e circa il **70% in meno** delle deformazioni flessionali

***L'importanza del  
contenimento dei  
carichi***

## Fino al 50% in meno di peso



Esempio: rimozione del sottofondo e la formazione di un nuovo massetto di finitura.

L'impiego di massetti leggeri Lecamix consente di ridurre significativamente il peso proprio complessivo sino al **50%** rispetto ad una soluzione tradizionale, a favore di un **eventuale** aumento dei carichi accidentali e/o permanenti portati.

**SOLUZIONE TRADIZIONALE**  
**CIRCA 200 kg/mq**

**SOLUZIONE LEGGERA**  
**CIRCA 100 kg/mq**

# Importanza del contenimento dei carichi

## Soluzione leggera



140 ton

-110 ton  
(-40%)

250 ton

## Soluzione tradizionale



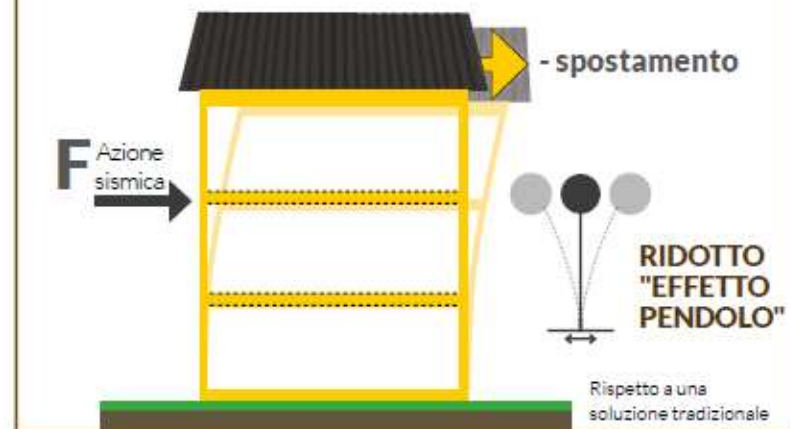
Soluzione leggera  
Leca

PESO  
-40%



Soluzione tradizionale  
pesante

## Riduzione delle masse oscillanti



*Le soluzioni tecniche*

**CONSOLIDAMENTO**

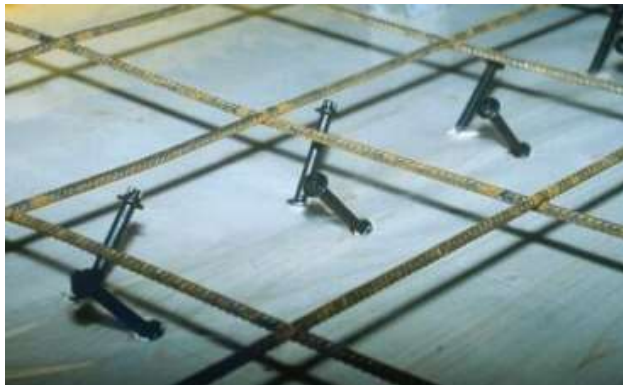
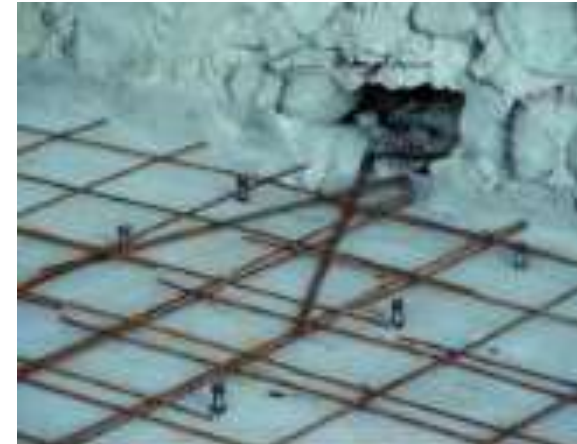
**STATICO/FLESSIONALE**



## Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO



# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

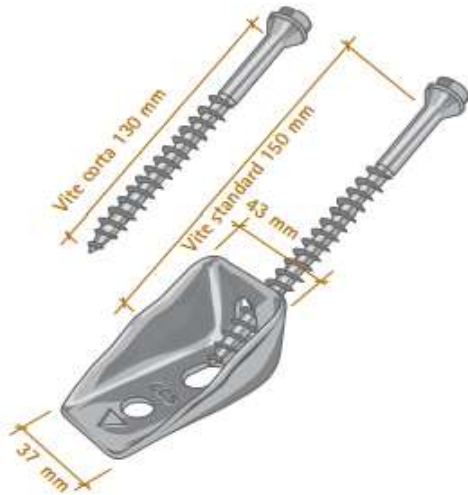
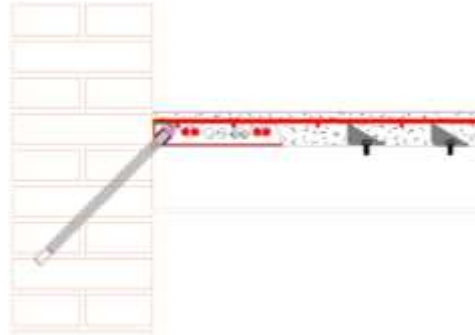
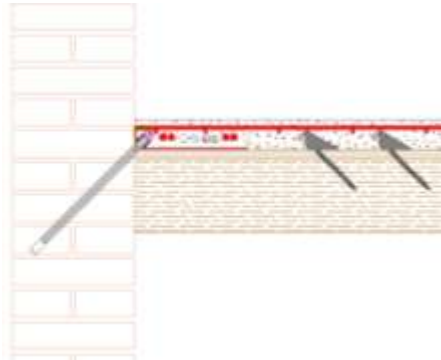




# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO



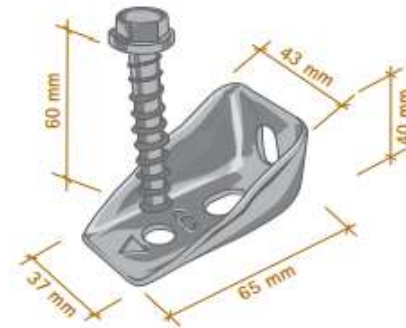
UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI DI TRIESTE



Connettore per solai in legno.



Connettore per solai in acciaio.



Connettore per solai in calcestruzzo.

# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

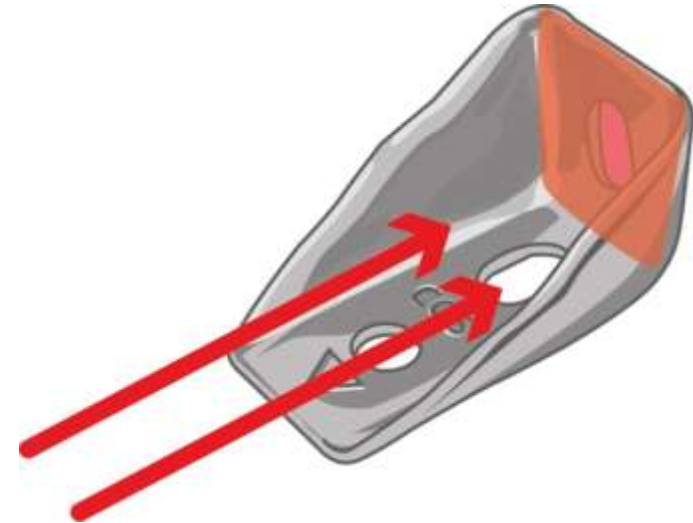
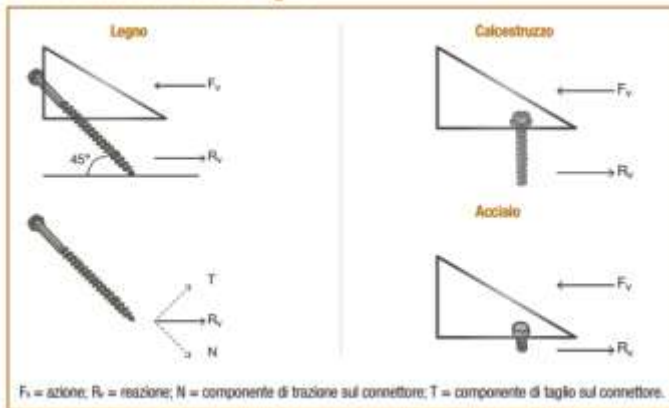
Connettore industrializzato (tipo sistema Connettore CentroStorico)



Connettore non industrializzato (tipo sistema "Turrini-Piazza")



Distribuzione delle forze di taglio



La particolare **conformazione a cuneo del prisma di base** del connettore centro storico permette di disporre di un'**ampia superficie verticale di contatto tra connettore e calcestruzzo**, che permette un'**ottimale trasmissione delle azioni di taglio**.

**Innovazione tecnica sostanziale rispetto ai sistemi a piolo o a barre piegate**

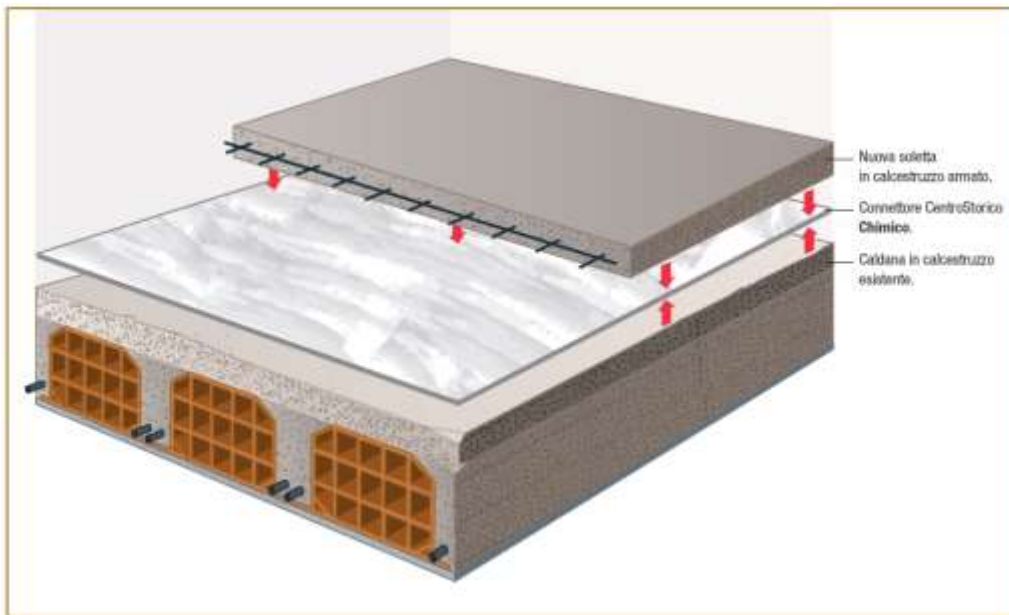
# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

POLITECNICO DI MILANO



Sistema di **incollaggio strutturale** tra calcestruzzo esistente e nuova soletta collaborante.

**Le azioni di taglio vengono trasferite su tutta la superficie**





## Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

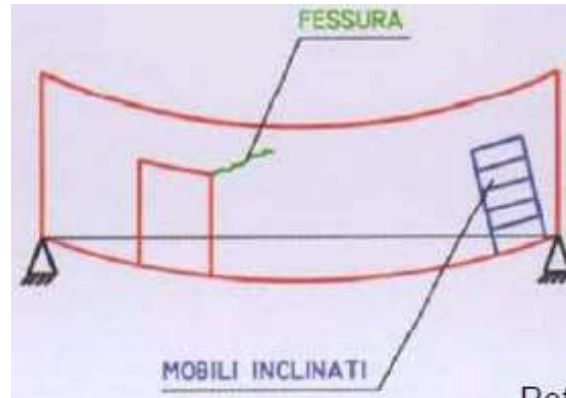
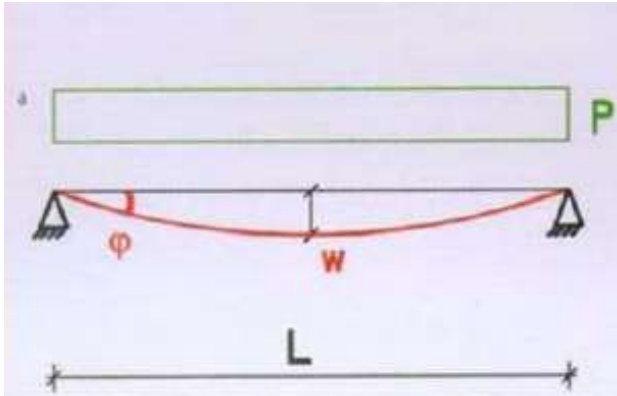


**Il consolidamento dei solai in legno**

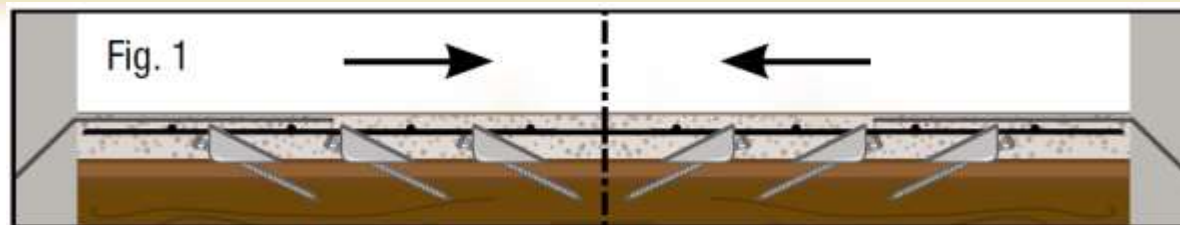
# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

Le principali criticità dei solai in legno sono rappresentate da:

- **Eccessiva deformabilità;**
- **Rumorosità al calpestio**



# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO





# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

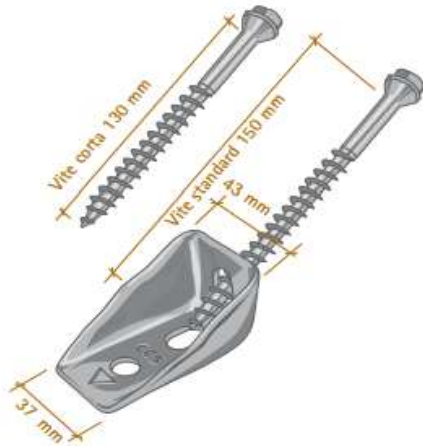
## DETERMINAZIONE DELLE PRESTAZIONI MECCANICHE CERTIFICATE

### ATTREZZATURE DI POSA

Trapano con punta per legno  $\phi$  6 mm (necessario in presenza di legni duri).



Avvitatore dotato di buona coppia (meglio se ad impulsi) con bussola esagonale 13 mm.



$K_{ser}$  – modulo di scorrimento

$K_u$  – modulo istantaneo di scorrimento per gli stati limite ultimi

$F_{v,Rk}$  – capacità portante caratteristica per singolo piano di taglio per mezzo di unione

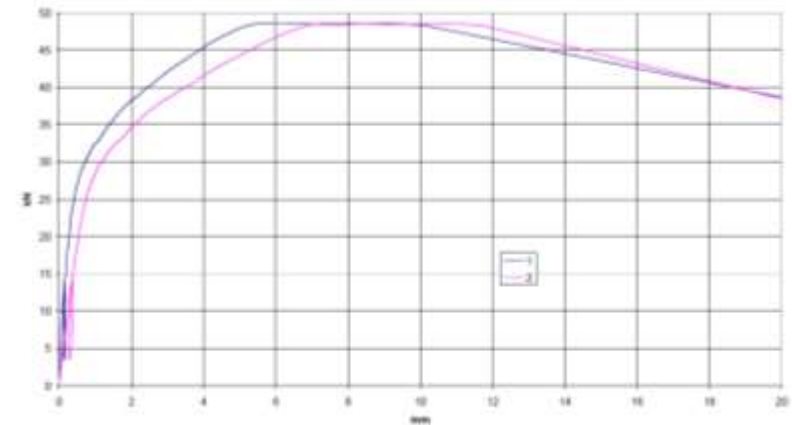
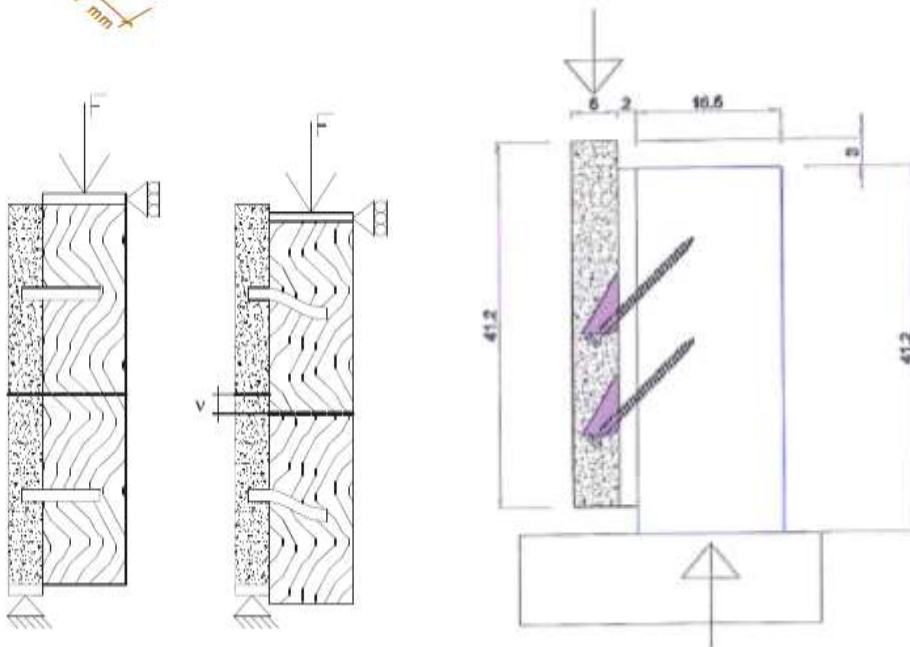
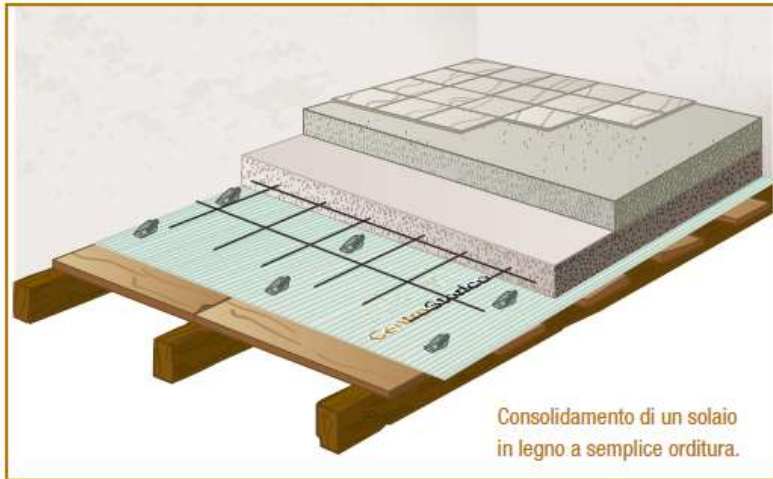
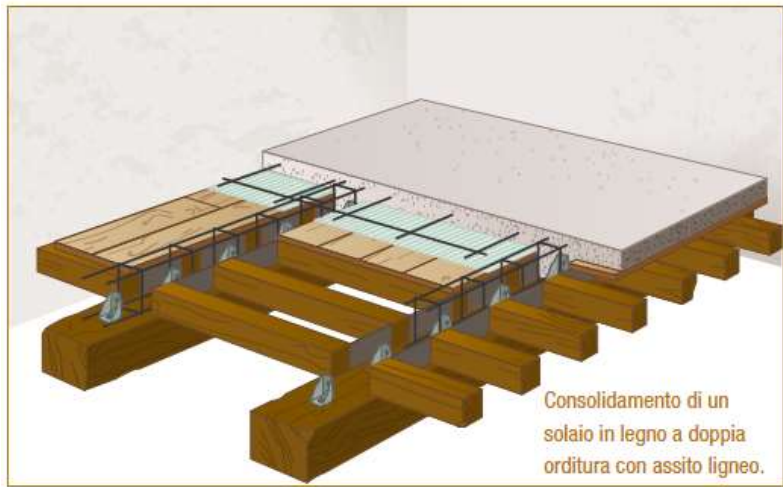


Grafico 5: CS Timber campione 09 - diagramma carico - scorrimento -

# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO



**Solaio a semplice orditura:**  
Posa orizzontale del connettore  
(per spessori di soletta fino a 8 cm)

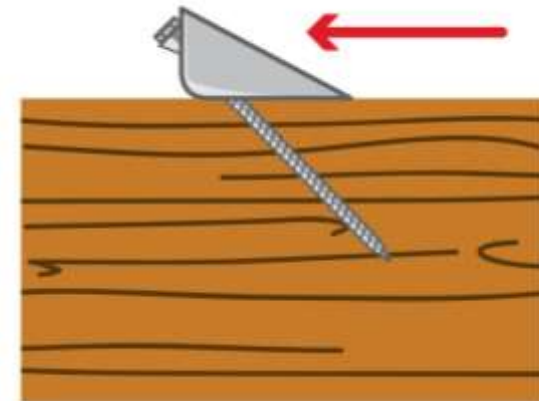


**Solaio a doppia orditura:**  
Posa verticale del connettore  
Comunque da preferire quando lo spessore della soletta supera gli 8 cm

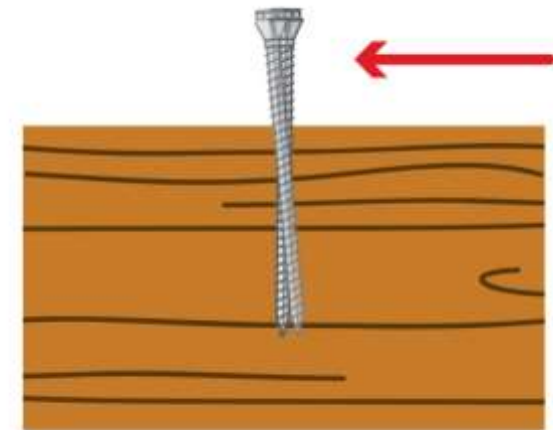
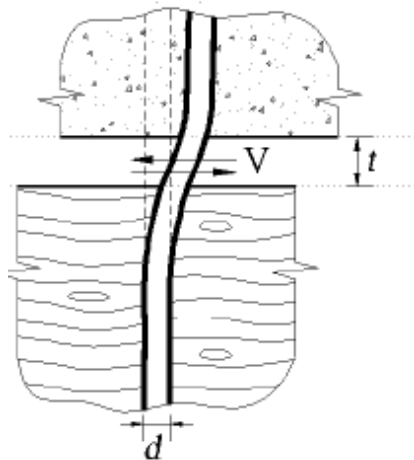


## SISTEMA CON VITE INCLINATA

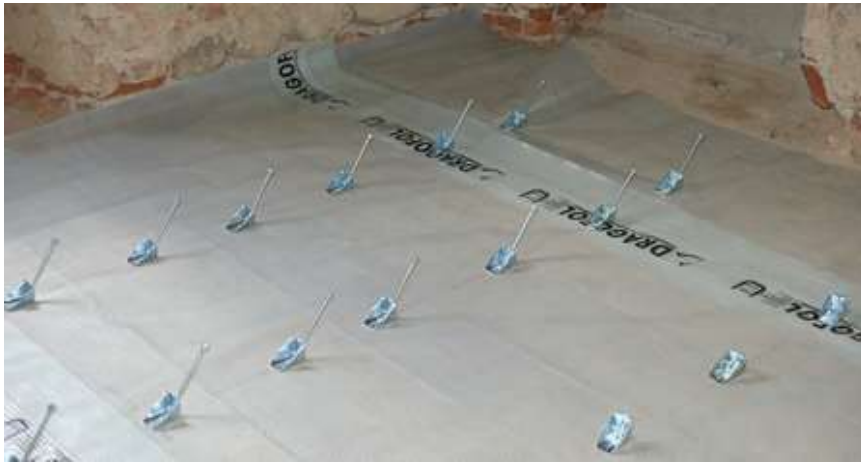
Il connettore CentroStorico Legno, grazie alla disposizione della vite a 45° ottimizza l'interazione con le fibre del legno, lavorando principalmente a estrazione e non solo a taglio – flessione come le viti tradizionali, che sono soggette a rischi di rifollamento nel tempo.



## SISTEMA CON VITE ORTOGONALE AL PIANO



## Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO



### Messa in opera:

- **Stesura della membrana**
- Tracciamento delle distanze
- Inserimento delle viti senza preforo (solo su legni duri eseguire preforo con punta da 6 mm)
- Posizionamento rete metallica
- Getto del CLS leggero

## Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO



**Il consolidamento dei solai in acciaio**



# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

## Posizionamento Connettori CentroStorico



## Vista planimetrica.



## Sezione trasversale.

Connettore CentroStorico Acciaio può essere fissato indistintamente sull'ala della trave o sull'anima (spessore minimo ala trave 6 mm).



## Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO



### **Variante per massimo contenimento dei carichi:**

- 1) Livellamento non portante con Lecacem Classic, Lecacem Mini o Leca sfusa fino alla quota dell'ala delle putrelle
- 2) Getto della soletta collaborante in spessore costante

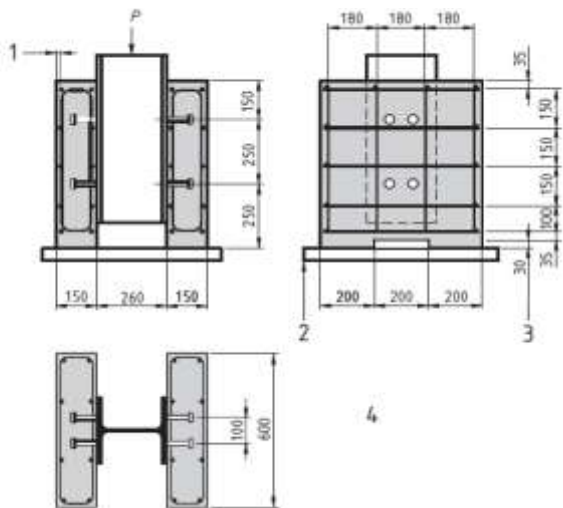
### **Messa in opera:**

- Tracciamento delle distanze - Esecuzione del preforo da 8 mm - Inserimento delle viti
- Posizionamento rete metallica - Getto del CLS leggero



# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

## DETERMINAZIONE DELLE PRESTAZIONI MECCANICHE CERTIFICATE



### ATTREZZATURE DI POSA

Trapano con punta per acciaio  $\phi$  8 mm.



Avvitatore dotato di buona coppia (meglio se ad impulsi) con bussola esagonale 13 mm.



### CARATTERISTICHE TECNICHE

Resistenza caratteristica $P_{RK}$	23,1 kN
Resistenza di progetto $P_{Rd}$	15,4 kN
Spessore minimo ala della trave	6 cm
Confezione	Secchielli da 100 pz.
Certificazione soluzione	Università di Trieste



## Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

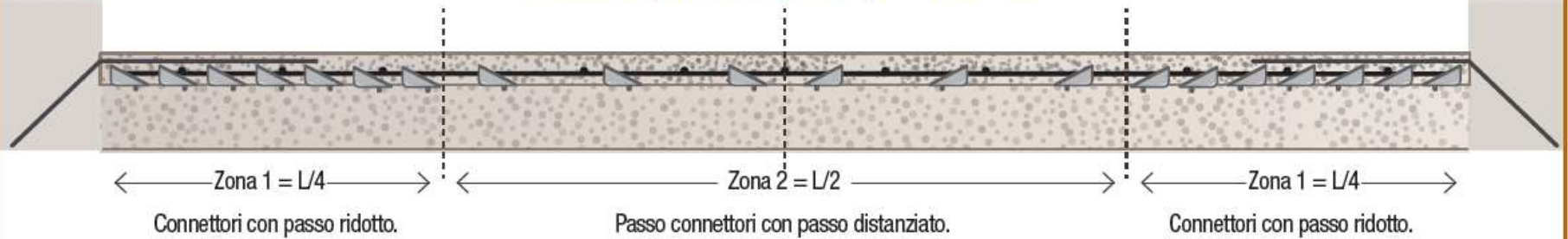


**Il consolidamento dei solai in LC**

# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

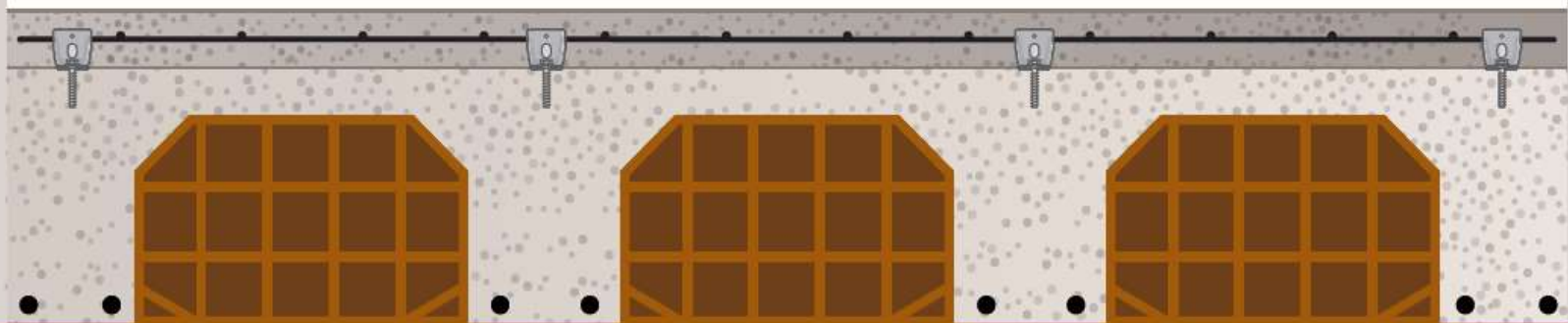
## Posizionamento Connettori CentroStorico

Sezione longitudinale - posa a passo variabile.



Posizionare i connettori con la punta sempre rivolta verso il centro del solaio.

Sezione trasversale.





# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

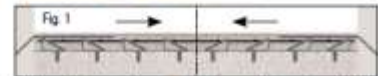
## Applicazione connettore CentroStorico Calcestruzzo



**1** Segnare le distanze a cui vanno posizionati i connettori.



**2** Eseguire il preforo con un trapano e una punta da 8 mm.



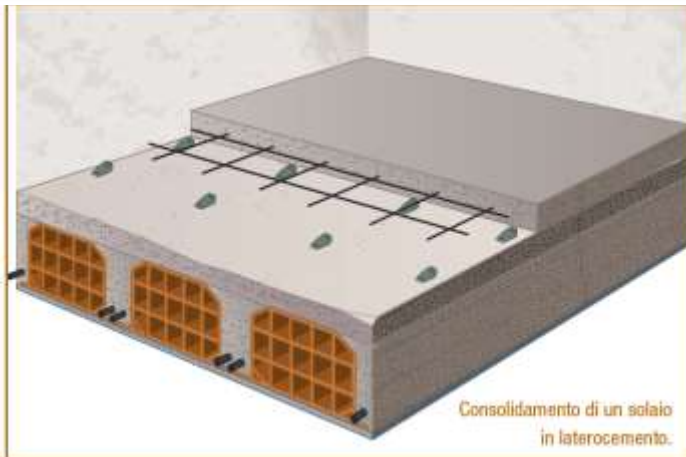
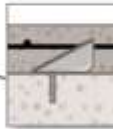
**3** Posizionare i connettori con la freccia rivolta verso la mezzera del solaio (ovvero con la parte posteriore rialzata rivolta verso i muri, vedi fig. 1) e fissarli con le viti inserite nel foro circolare del connettore al calcestruzzo mediante l'avvitatore.



**4** Posizionare la rete metallica.



**5** Gettare il calcestruzzo per la formazione della nuova soletta collaborante.

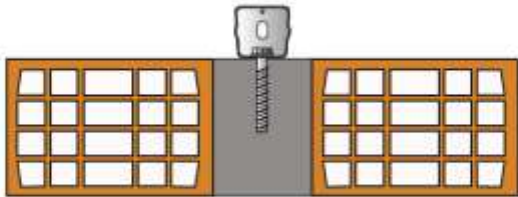


Consolidamento di un solaio in laterocemento.



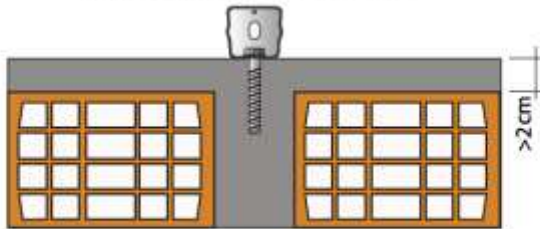
# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

Posa su solaio senza soletta esistente.



8 cm

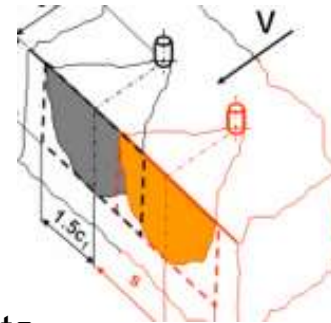
Posa su solaio con soletta esistente.



7 cm

**Larghezza del travetto sufficiente a permettere l'applicazione del connettore:**

- 8 cm nel caso di solaio senza soletta esistente o di spessore inferiore ai 2 cm
- 7 cm nel caso di solaio con soletta esistente superiore ai 2 cm





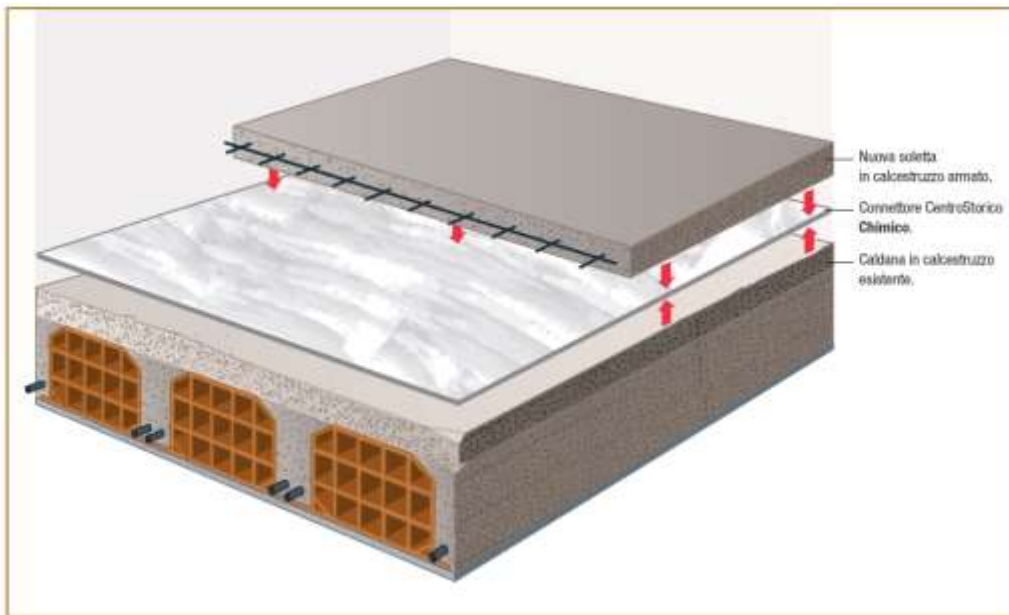
# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

POLITECNICO DI MILANO



Sistema di **incollaggio strutturale** tra calcestruzzo esistente e nuova soletta collaborante.

Le azioni di taglio vengono trasferite su tutta la superficie



# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

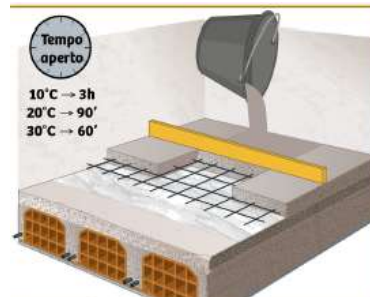
Per quanto non diversamente specificato nella presente norma, si intendono coerenti con i principi alla base della stessa, le indicazioni riportate nei seguenti documenti:

- Eurocodici strutturali pubblicati dal CEN, con le precisazioni riportate nelle Appendici Nazionali;
- Norme UNI EN armonizzate i cui riferimenti siano pubblicati su Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea;
- Norme per prove su materiali e prodotti pubblicate da UNI.

Marcatura CE	In accordo alla EN 1504-4. Risultato: "Passa".
Certificazione	Politecnico di Milano



# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO



## AVVERTENZE

- Applicare entro il tempo di vita utile, calcolato dall'inizio della miscelazione; il prodotto miscelato che rimane nel barattolo indurisce rapidamente e diventa non più utilizzabile.
- Non gettare il calcestruzzo fresco su Connettore CentroStorico Chimico indurito.
- Qualora la temperatura scendesse al di sotto dei +10°C, Connettore Chimico potrebbe presentare un aumento della viscosità e la formazione di grumi. Prima di utilizzarlo, scaldare le confezioni immergendo (a confezione chiusa) parte della latta in acqua calda fino alla scomparsa dei grumi.
- Non applicare su superfici bagnate, su supporti polverosi e poco consistenti.

## DURABILITÀ

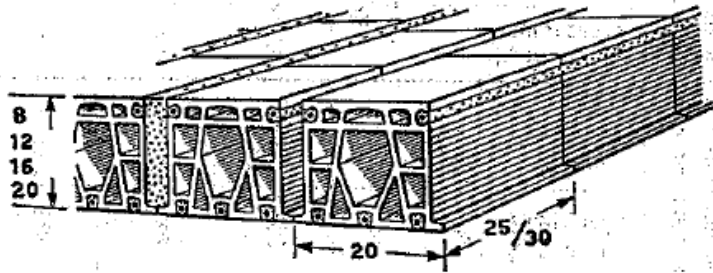
La normativa di riferimento per la Marcatura CE del prodotto è la UNI EN 1504-4 "Prodotti e sistemi per la protezione e la riparazione delle strutture di calcestruzzo – Definizioni, requisiti, controllo di qualità e valutazione della conformità – Parte 4: Incollaggio strutturale".

Tra i requisiti prestazionali della Marcatura CE è richiesto quello della Durabilità secondo EN 13733: "Il carico

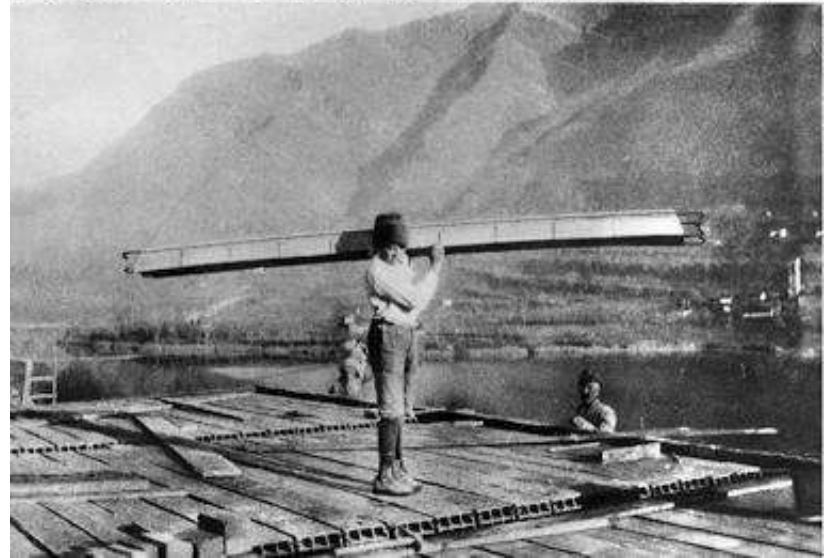


# Le soluzioni tecniche: consolidamento STATICO

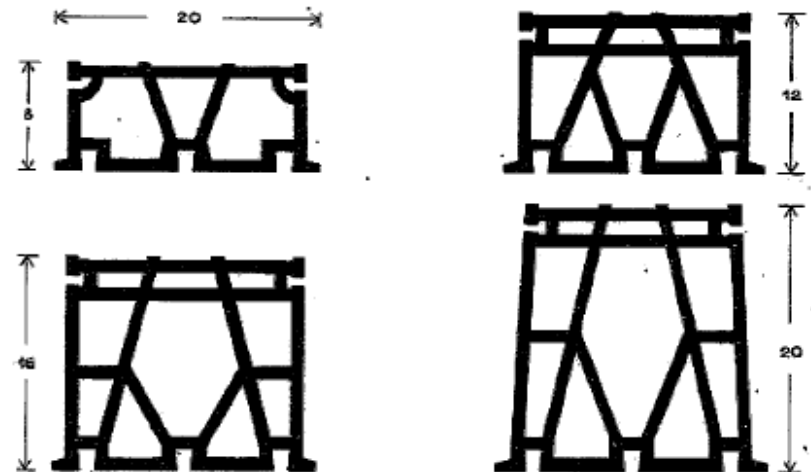
S O L A I O S A P



SOLAIO SAP



Solaio tipo "SAP".

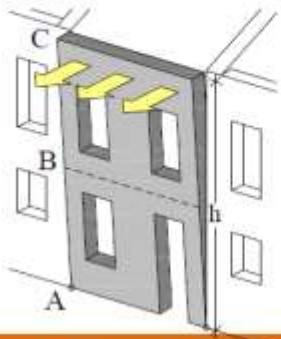




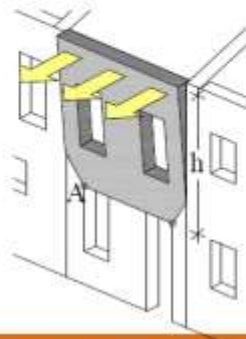
***Ruolo dei diaframmi di piano  
e dei collegamenti solaio –  
pareti***

# Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO

RIBALTAMENTO SEMPLICE



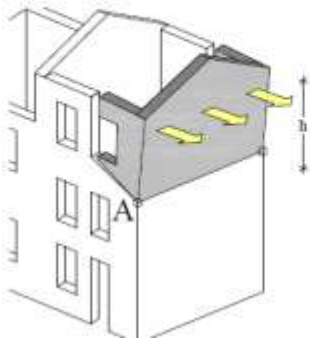
RIBALTAMENTO SEMPLICE



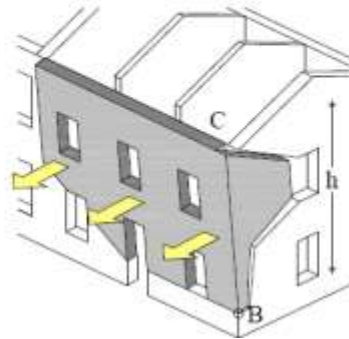
RIBALTAMENTO COMPOSTO



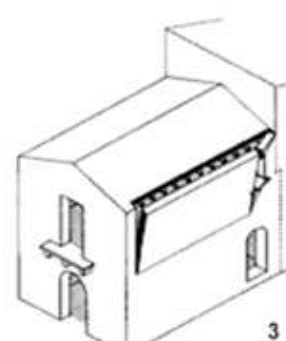
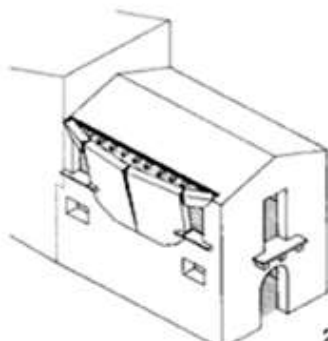
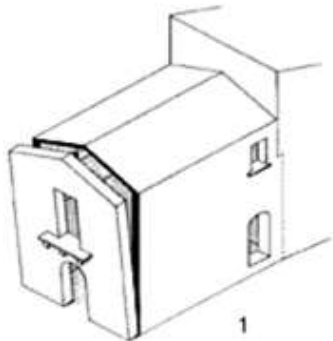
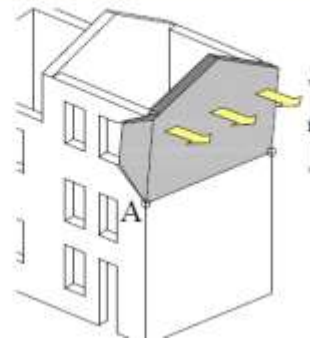
RIBALTAMENTO COMPOSTO



RIBALTAMENTO COMPOSTO



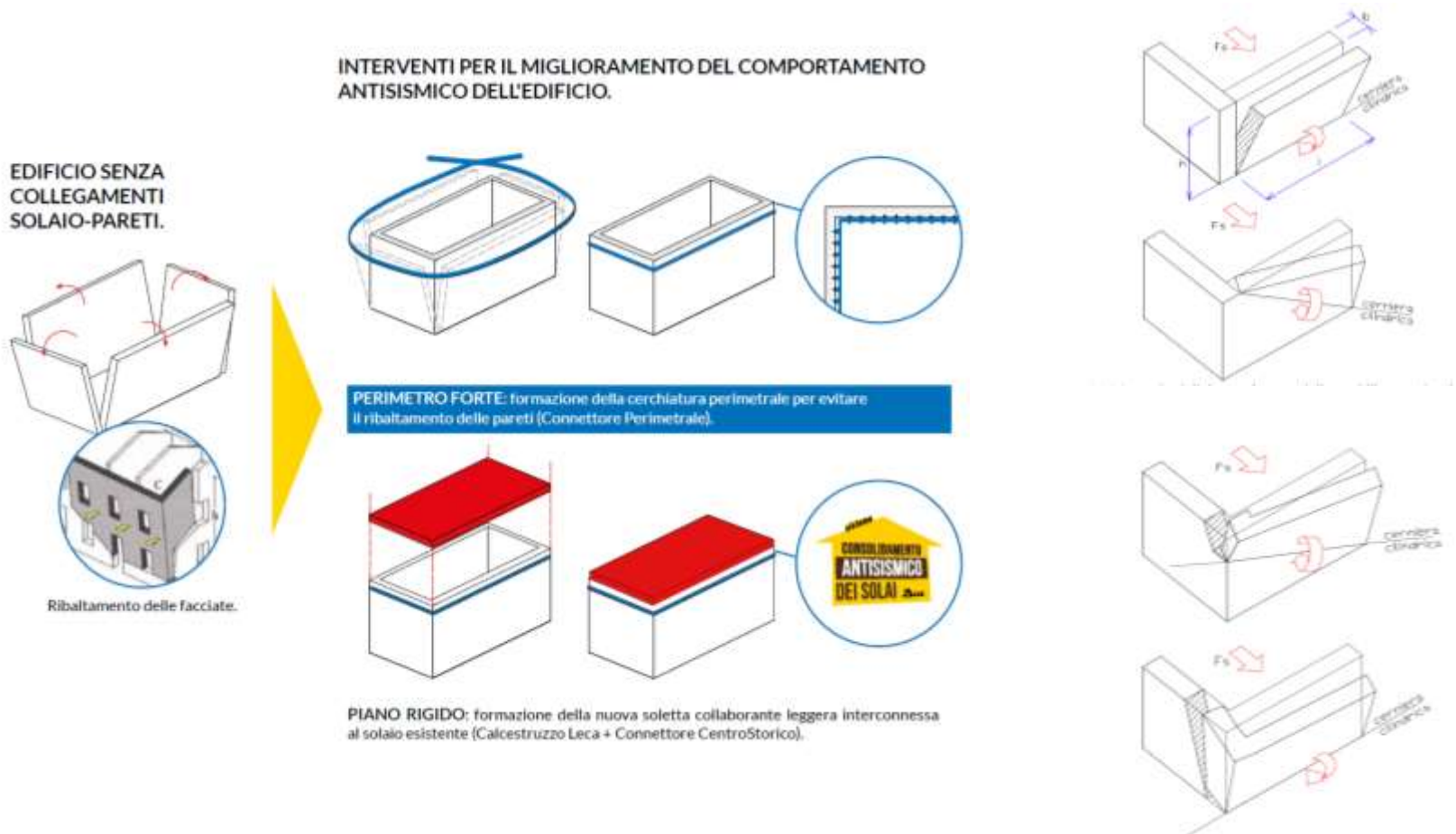
RIBALTAMENTO COMPOSTO



Edifici in  
MURATURA:  
esempi di  
meccanismi di  
danno e fuori piano

## Metodi di mitigazione del rischio sismico:

Prevenire o ritardare i meccanismi di collasso fuori piano **mediante alcuni sistemi costruttivi** che contribuiscono al comportamento scatolare

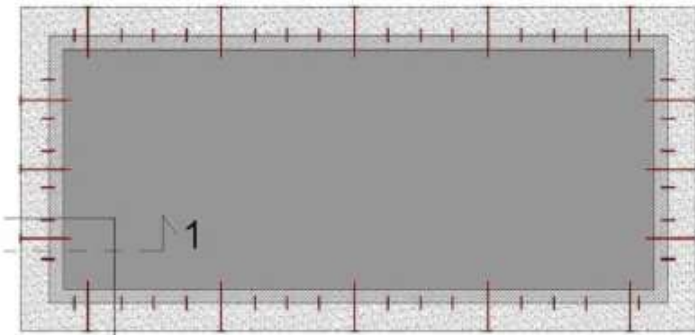


## Catene

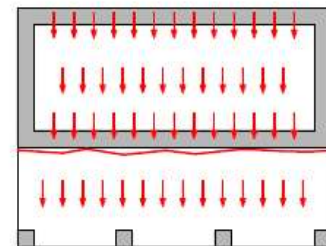
### Inefficaci quando:

- Snellezza eccessiva delle pareti
- **Discontinuità della fascia muraria**
- Murature scadenti
- Presenza di canne fumarie e quindi impossibilità di realizzare il sistema arco – catena
- Incatenamento incompleto/inefficace
- **Presenza di porticati o irregolarità in pianta**

→ Necessità diaframmi di piano



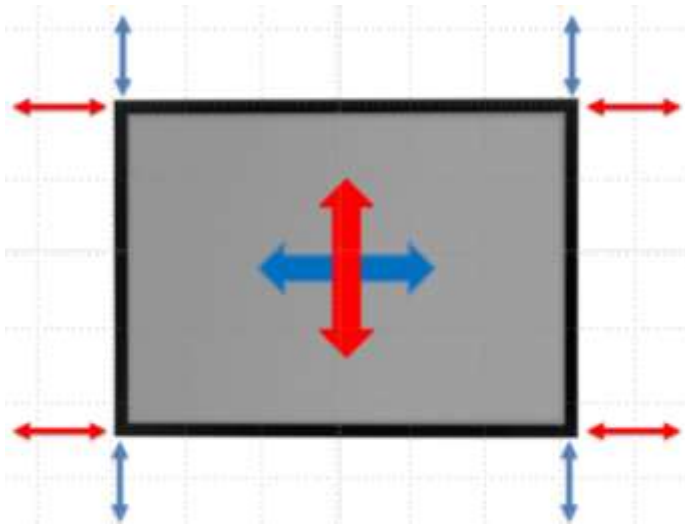
→ Catene inefficaci; necessità di diaframma di piano.





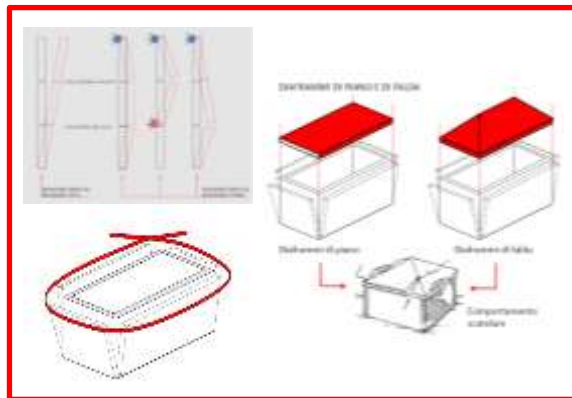
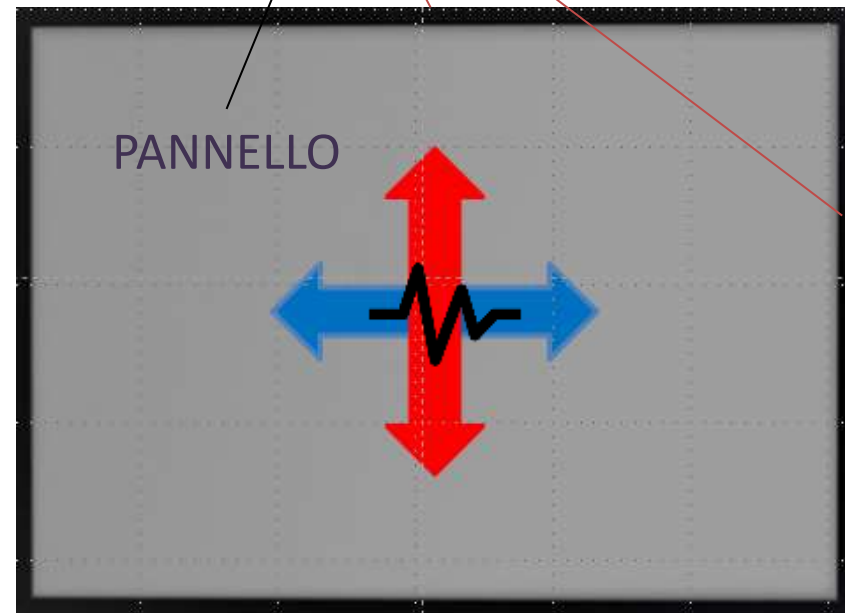
## 3.7 Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO

### 1) Organizzazione del diaframma

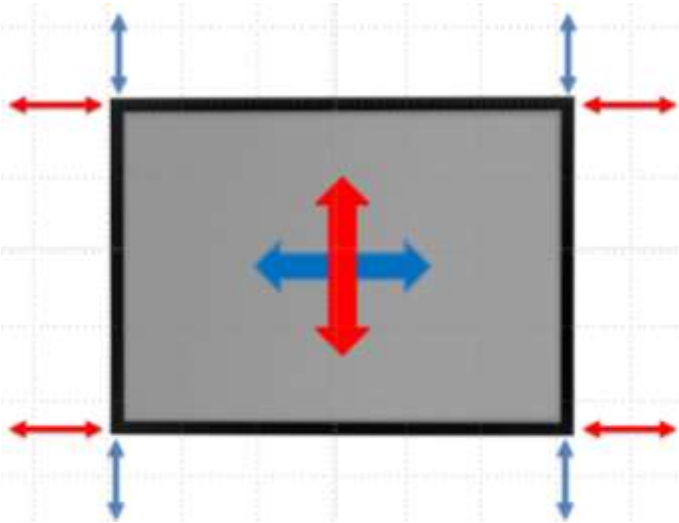


**DIAFRAMMA**

CORRENTI E  
RIPARTITORI

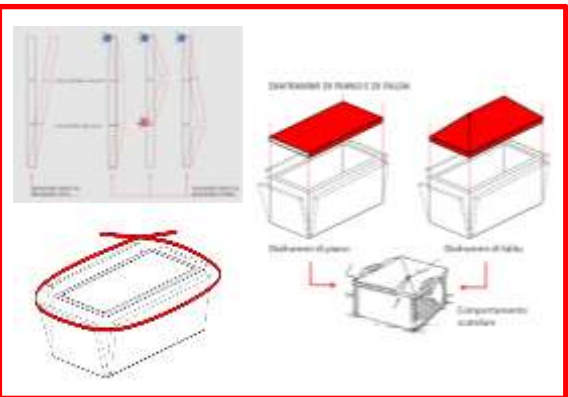
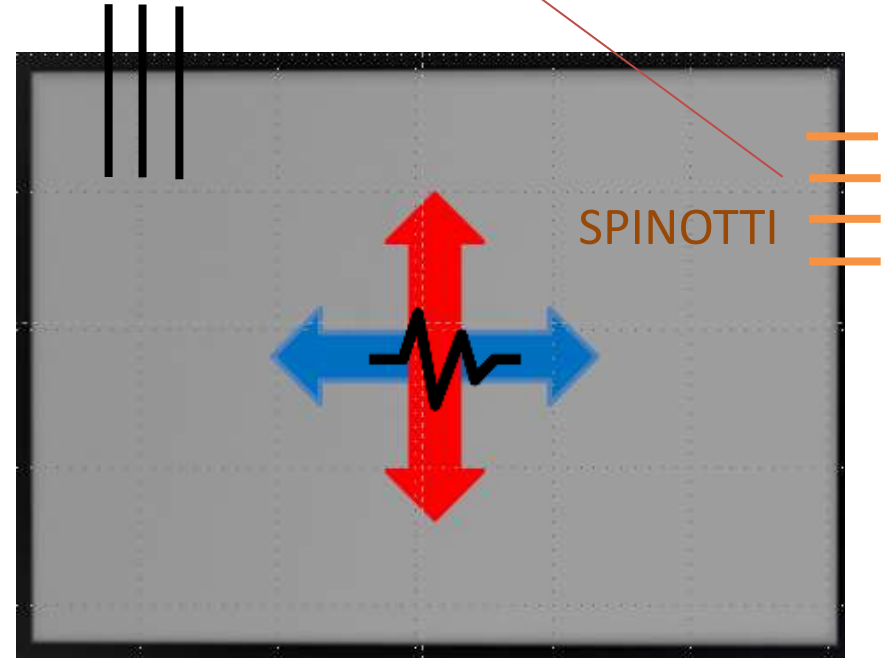


## 2) Organizzazione dei collegamenti



**COLLEGAMENTI**

TIRANTI



### Cordolo in acciaio (angolare perimetrale)



#### **Sistema efficiente ma impegnativo nella sua realizzazione:**

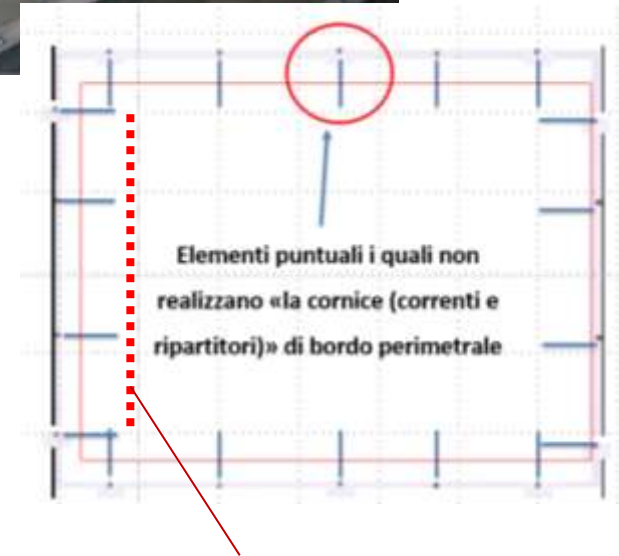
- Taglio degli angolari (lavori di carpenteria metallica);
- Trasporto e movimentazione;
- Saldatura;
- Inserimento degli spinotti e tiranti all'interno di sedi già forate degli angolari (poco versatile);
- Difficoltà nel seguire irregolarità di perimetro.

## Barre/Spezzi di «inghisati» nelle pareti



### Sistema artigianale:

- Aleatorietà legata alla posa in opera (inclinazione, lunghezza e diametro scelto, tipo di resina);
- Difficoltà di controllo delle quote;
- Mancanza dell'efficienza del sistema a CORRENTI/RIPARTITORI di perimetro (diaframma e collegamenti non organizzati!).



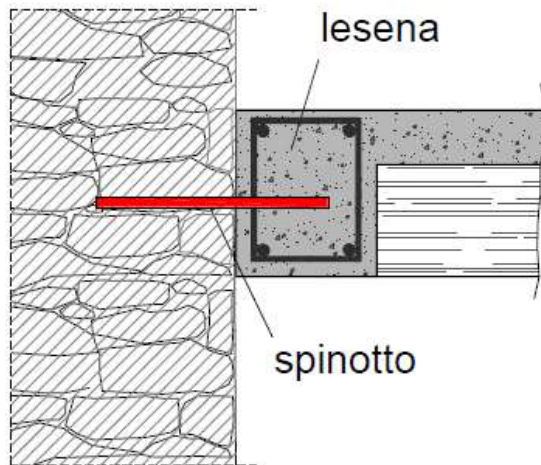
**RISCHIO DI LESIONI PER MANCANZA DI ELEMENTI CHE ASSORBONO TRAZIONI/COMPRESSIONI DI BORDO**



## Trave di bordo – cordolo in CA fuori spessore

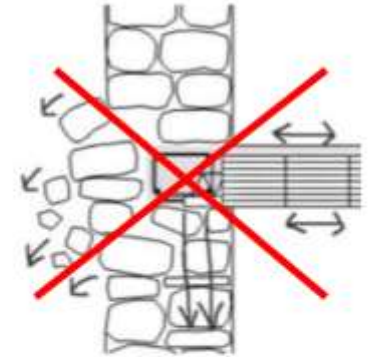
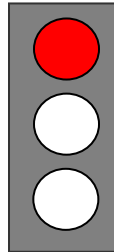
### Sistema invasivo e impattante:

- Impossibilità del contenimento delle quote;
- Lavoro impattante per la realizzazione del cordolo in CA, testa delle travi coinvolte.



# Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO

**Interventi da EVITARE!!!**



**EVITARE**  
cordoli  
perimetrale  
realizzato entro  
lo spessore  
della muratura



**EVITARE**  
connessioni  
a code di  
rondine

*Assenza totale o parziale di  
cordoli o catene.*

*Collegamenti tra orizzontamenti e  
pareti tramite cordoli in c.a. in breccia  
su un solo paramento.*

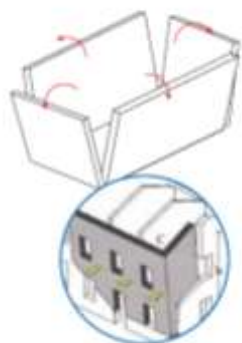
*Fonte: Regione Toscana: rilevamento della vulnerabilità sismica edifici in muratura*

# Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO

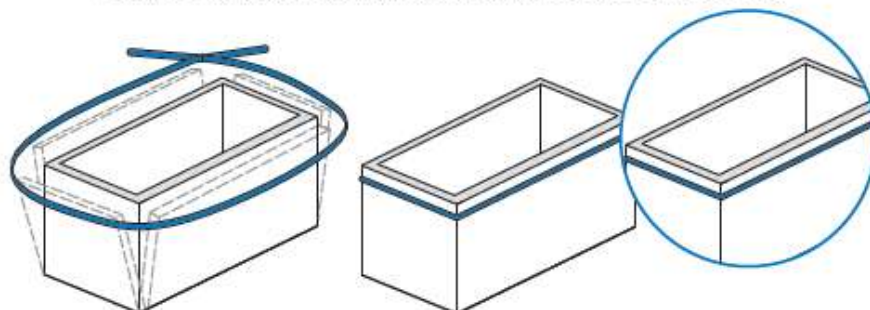
## Innovativo sistema costruttivo PERIMETRO FORTE

INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DEL COMPORTAMENTO ANTISISMICO DELL'EDIFICIO.

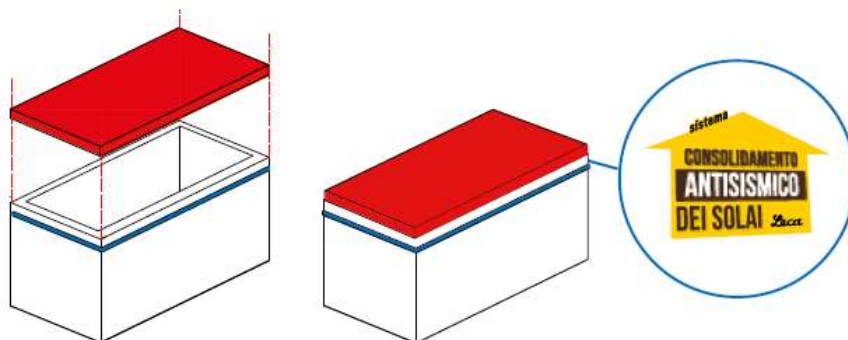
EDIFICIO SENZA COLLEGAMENTI SOLAIO-PARETI.



Ribaltamento delle facciate.



**PERIMETRO FORTE:** formazione della cerchiatura perimetrale per evitare il ribaltamento delle pareti (Connettore Perimetrale).



**PIANO RIGIDO:** formazione della nuova soletta collaborante leggera interconnessa al solaio esistente (Calcestruzzo Leca + Connettore CentroStorico).



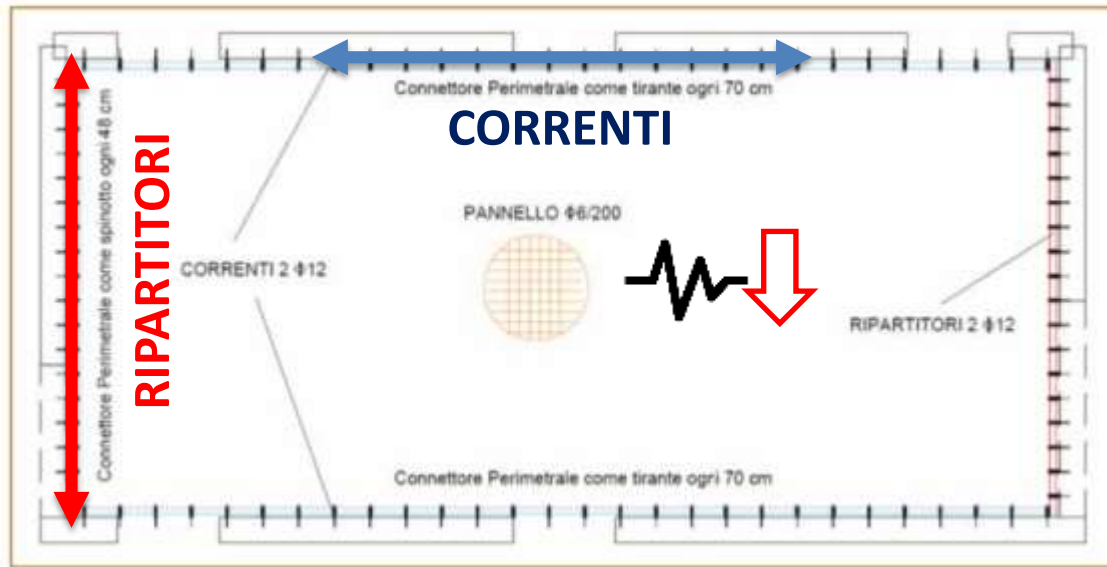
**RENDI PIÙ SICURA LA TUA CASA**  
Il sistema di **CONSOLIDAMENTO STATICO e ANTISISMICO** dei solai.





# Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO

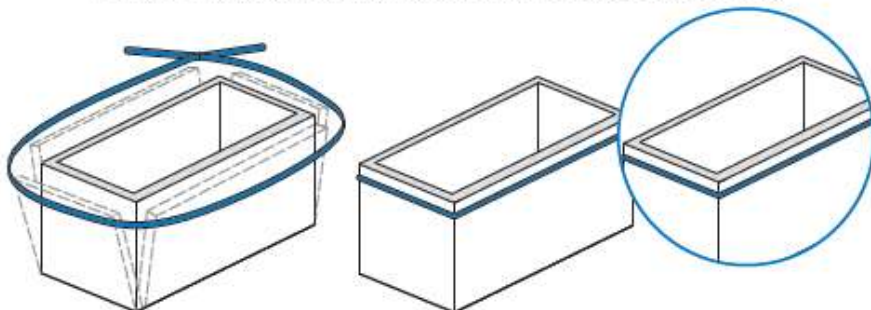
## Collegamento solaio – pareti & CERCHIATURA ANTISISMICA



perimetro  
**FORTE**



INTERVENTI PER IL MIGLIORAMENTO DEL  
COMPORTAMENTO ANTISISMICO DELL'EDIFICIO.



**PERIMETRO FORTE:** formazione della cerchiatura perimetrale per evitare il ribaltamento delle pareti (Connettore Perimetrale).



## CONNETTORE PERIMETRALE



il **1** CONNETTORE con funzione antisismica brevettato, industrializzato, certificato.



perimetro  
**FORTE**

Carico ultimo a trazione	15 kN
Carico ultimo a taglio	8,2 kN
Rigidezza della connessione	7,5 kN/mm
Confezione: scatole da 12 pezzi	
Certificazione soluzione: Università di Bergamo.	

Connettore Perimetrale è l'innovativo sistema certificato e brevettato in grado di realizzare la cerchiatura perimetrale antisismica Perimetro Forte, finalizzata a ridistribuire le forze sismiche dal solaio alle pareti riducendo i rischi di collassi locali causati dallo sfilamento dei solai e dal ribaltamento dei muri fuori dal loro piano.

Il sistema antisismico è studiato per completarsi al meglio con il consolidamento statico dei solai Leca-CentroStorico (Connettore CentroStorico, Calcestruzzi e Massetti Leca), soluzione certificata per l'aumento della portata utile del divisorio portante orizzontale. È certificato dall'Università di Bergamo, Dipartimento di Ingegneria e Scienze Applicate.



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI BERGAMO

### ✓ COMPORTAMENTO SCATOLARE DELL'EDIFICIO

Il sistema riduce la vulnerabilità dell'edificio con interventi finalizzati ad assicurare la stabilità delle pareti.

### ✓ MIGLIORAMENTO CAPACITÀ PORTANTE DEL SOLAIO

Connettore Perimetrale contribuisce all'aumento dei carichi di esercizio del solaio.

# Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO



## ANCORANTE CHIMICO



perimetro  
**FORTE**

Bussola metallica



Carico consigliato a trazione (barra $\phi$ 12)	2,8 kN (mattoni pieni) 13,5 kN (cls C20/25)
Carico consigliato a taglio	3,9 kN (mattoni pieni) 17,4 kN (cls C20/25)
Resa in opera (indicativa in funzione della tipologia di parete, della profondità e riempimento del foro)	1 cartuccia ogni 6 fori (L 30 cm, $\phi$ 16 mm)
Tempo di lavorabilità	10' (5-10°C) 6-8' (10-20°C) 4-5' (20-30°C)
Tempo di indurimento	2h (5-10°C) 75-85' (10-20°C) 40-50' (20-30°C)
Confezione: cartuccia da 300 ml in scatole da 6 pezzi	
Durata: 12 mesi (in imballi originali e ben conservati)	

Ancorante Chimico è la speciale resina metacrilato priva di stirene a consistenza tixotropica bicomponente per l'ottimale fissaggio strutturale del tirante-spinotto di Connettore Perimetrale all'interno delle pareti sismo-resistenti.

I due componenti vengono miscelati nel beccuccio mixer semplicemente estrudendo la cartuccia con la tradizionale pistola applicatrice (tipo silicone).

È certificato dall'Università di Bergamo in abbinamento al Connettore Perimetrale.

### ✓ ECCELLENTE ADESIONE STRUTTURALE E ALTO POTERE ADESIVO

Consente di ottenere monoliticità tra il solaio e le pareti sismo-resistenti.

### ✓ RAPIDO SVILUPPO DELLE PRESTAZIONI

Consente una veloce messa in esercizio di Connettore Perimetrale.

### ✓ SEMPLICE DA USARE, FACILE DA ESTRUDERE

La pratica confezione da 300 ml consente l'impiego della tradizionale "pistola" da silicone.



# Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO



1 Posizionare il Prisma di base lungo l'intero perimetro del solaio (adeguatamente pulito e regolarizzato) secondo lo schema di posa previsto dal Progetto. Eseguire il foro a 45° nella muratura utilizzando la dima presente nel Connettore Perimetrale servendosi di un trapano tassellatore (punta  $\phi$  16 mm) per una lunghezza pari a circa 300 mm.



2 Pulire il foro (con pistola ad aria compressa, scovolino metallico, aspirazione), inserire l'eventuale bussola metallica (in presenza di muratura eterogenea) e riempire con Ancorante Chimico sino a circa i 3/5 della profondità posizionando la cartuccia dentro la "pistola" applicatrice.



3 Inserire immediatamente il Tirante-Spinotto (completo del relativo Prisma) all'interno del foro resinato applicando un leggero movimento di rotazione.



4 Attendere l'indurimento di Ancorante Chimico (in funzione della temperatura da ca. 5 h, +5°C, a ca. 40 min, +30°C) e procedere al serraggio del Tirante-Spinotto al Prisma di base a mezzo avvitatore con bussola da 19 mm.

perimetro  
**FORTE**

Trapano tassellatore con punta  $\phi$  16 mm e lunghezza min 315 mm.



Avvitatore dotato di buona coppia (meglio se ad impulsi) con bussola esagonale 19 mm.



Scovolino metallico o aria compressa per pulizia foro.



Le soluzioni tecniche: consolidamento ANTISISMICO

## PERIMETRO FORTE: collegamento solaio – parete CERCHIATURA ANTISISMICA



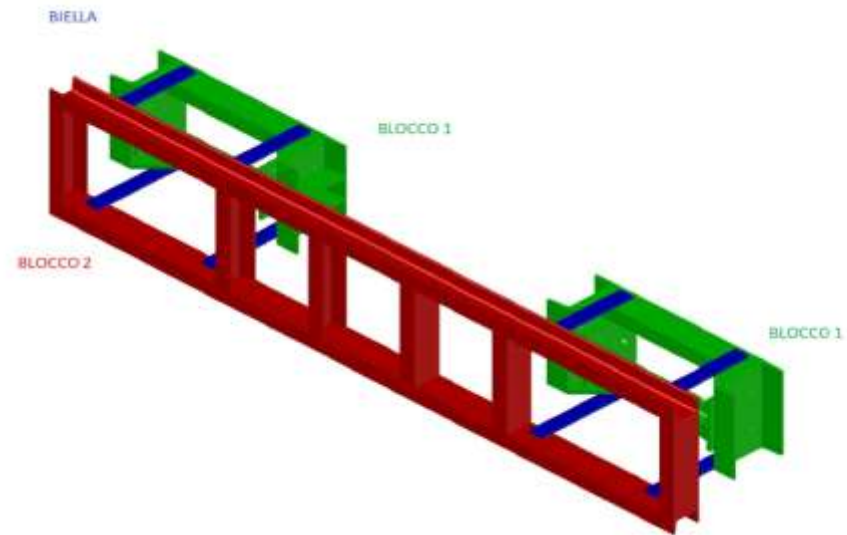
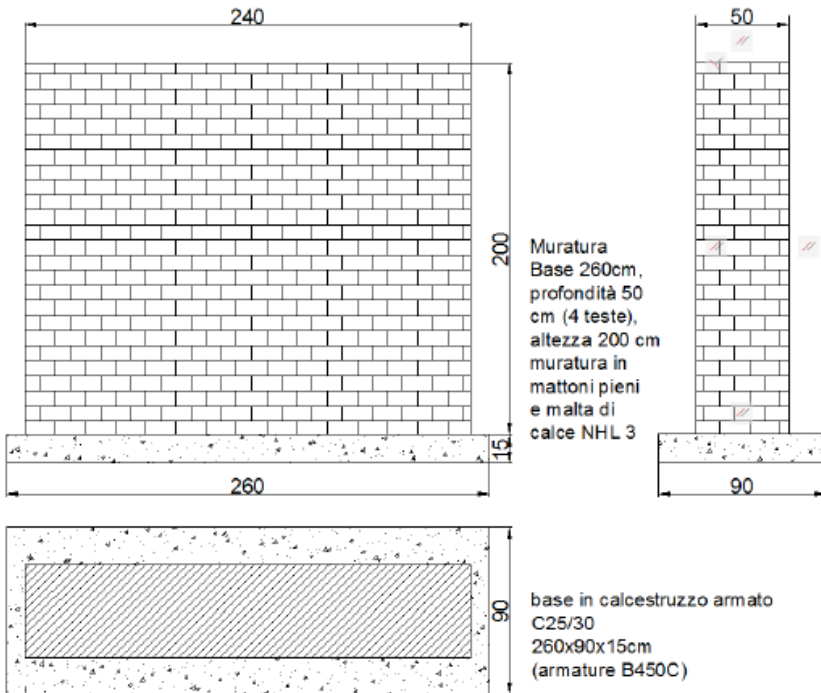


***Sperimentazione presso  
Università degli Studi di  
Bergamo***

## PERIMETRO FORTE: collegamento solaio – parete CERCHIATURA ANTISISMICA



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO  
Dipartimento di Ingegneria e Scienze applicate



**Ricostruito modello solaio – parete in scala reale e determinate le prestazioni:**

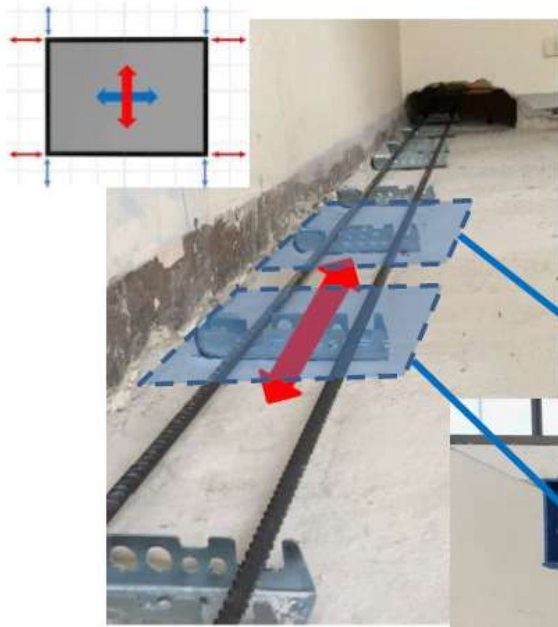
- Taglio puro del sistema spinotto
- Trazione pura del sistema tirante

**PERIMETRO FORTE: collegamento solaio – parete CERCHIATURA ANTISISMICA**



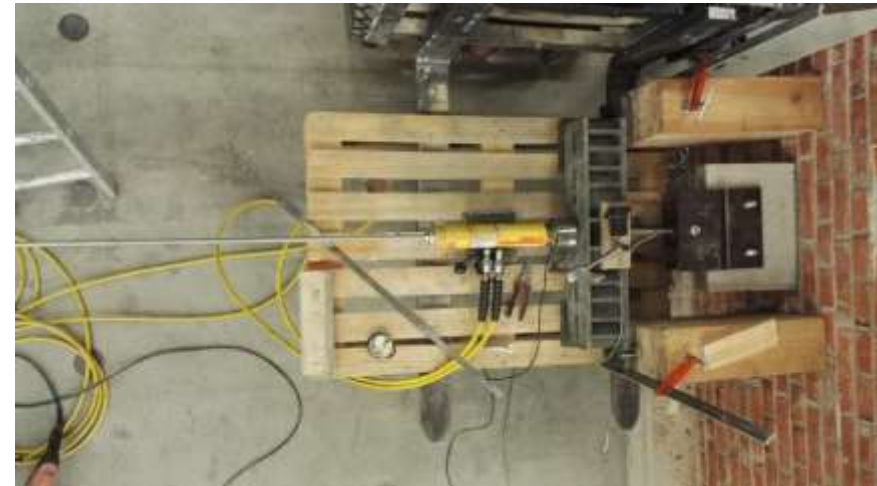


## PERIMETRO FORTE: collegamento solaio – parete CERCHIATURA ANTISISMICA



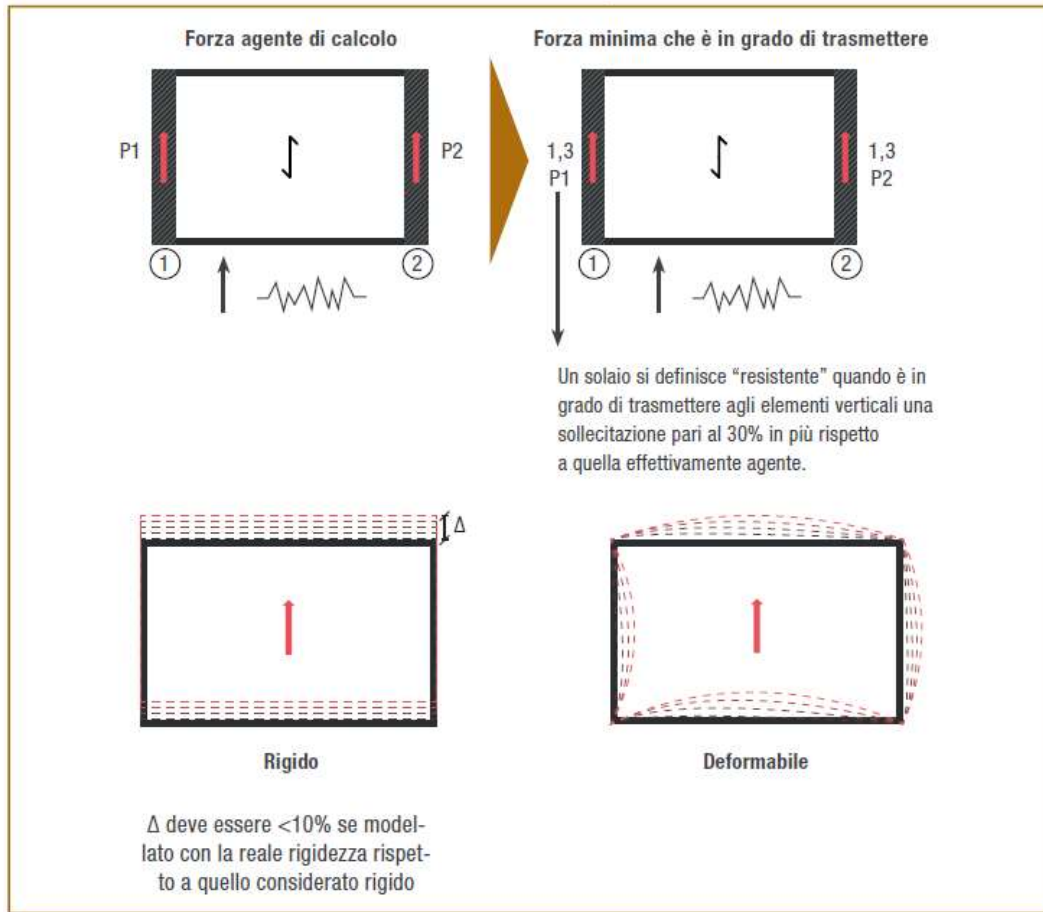


**PERIMETRO FORTE: collegamento solaio – parete CERCHIATURA ANTISISMICA**



# ***Ruolo delle soluzioni leggere nel diaframma***

# Criticità del diaframma e ruolo della leggerezza



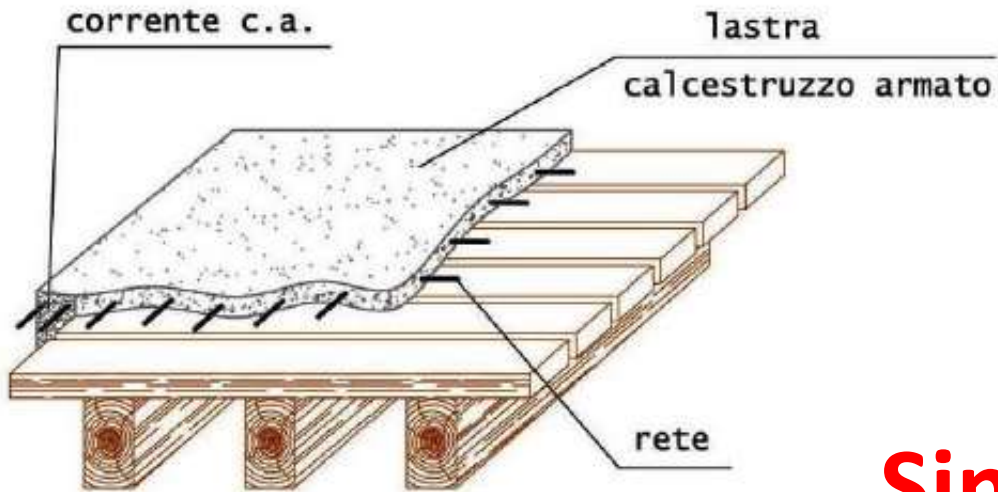
Ruolo del diaframma di piano e definizione di piano rigido

Ovviamente declinando il ruolo dei diaframmi orizzontali anche nei confronti degli aspetti statici, questi dovranno essere calcolati nei confronti delle azioni ultime ed esercizio (**deformabilità principalmente**) quando si tiene conto dell'azione dei carichi gravitazionali (vedere cap. 3.1 e 3.2).

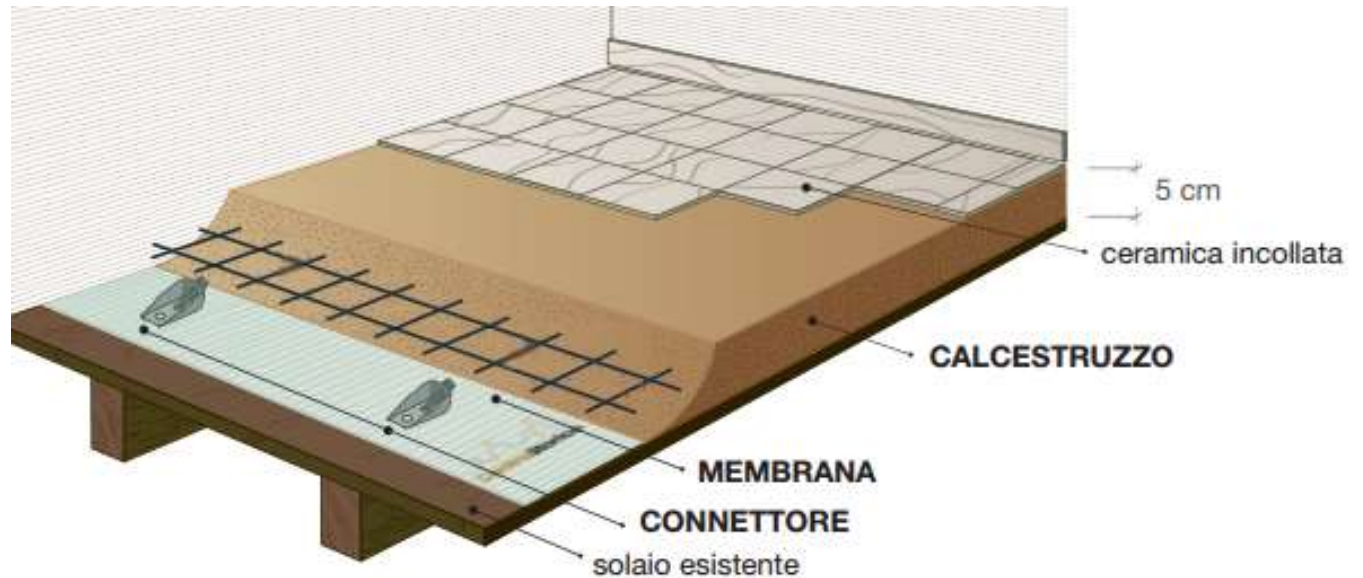
Si ricorda che **secondo le N.T.C. 2018 un diaframma si definisce rigido di piano se:**

- Realizzato in **latero – cemento con una cappa collaborante armata di almeno 4 cm di spessore;**
- In struttura mista **acciaio – calcestruzzo** oppure **legno – calcestruzzo** con uno **spessore della cappa collaborante di almeno 5 cm di spessore collegata** alle strutture esistenti **mediante sistemi di connessione a taglio opportunamente dimensionati.**

## Criticità del diaframma e ruolo della leggerezza

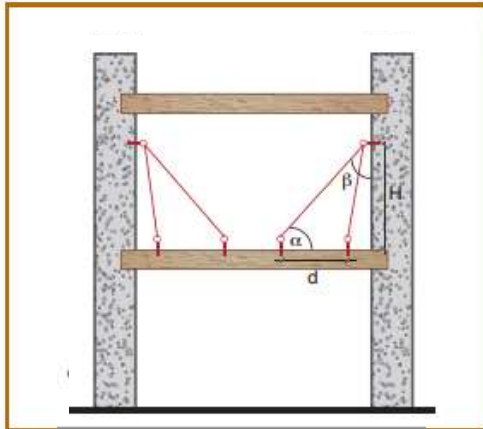


**Sino a -40% di peso**





# Criticità del diaframma e ruolo della leggerezza



Sostegno del solaio dall'alto.



Si suggerisce l'impiego di **calcestruzzi leggeri strutturali** che, grazie al peso ridotto sino al **40%** rispetto ai tradizionali, consentono di **limitare gli effetti deformativi all'atto del getto** (minore frecce istantanee): in particolare **Calcestruzzo CentroStorico Rapido**, a presa e indurimento rapido, è il nuovo calcestruzzo ideale per risolvere specifiche esigenze quali difficoltà di puntellamento e rapido scasseramento.



Resistenze meccaniche:

$$R_{cm}(2h) > 8 \text{ MPa.}$$

$$R_{cm}(8h) > 15 \text{ MPa.}$$

$$R_{cm}(24h) > 20 \text{ MPa.}$$

$$R_{ck} = 25 \text{ MPa.}$$

Sostegno del solaio dal basso.



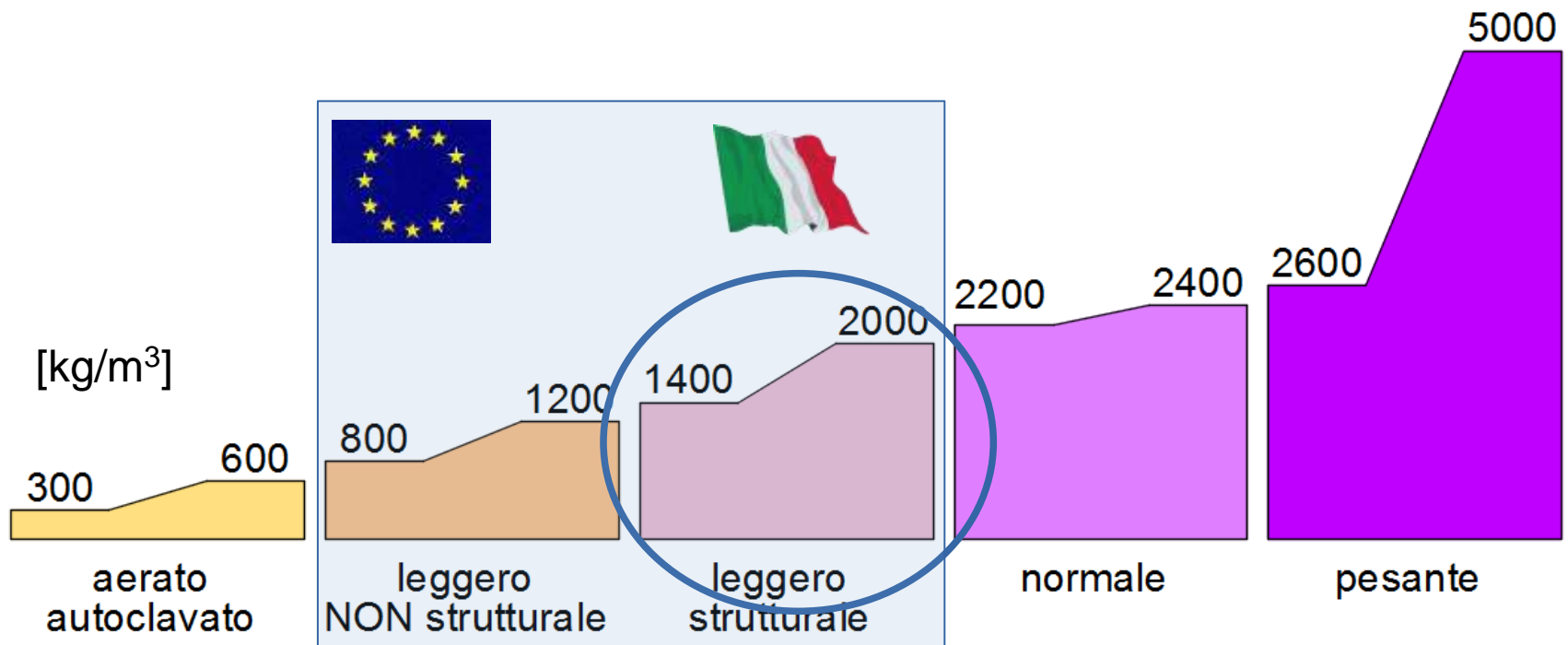




**Calcestruzzi  
leggeri strutturali**

## Definizione di calcestruzzo leggero strutturale

Vale la pena di porre l'attenzione, almeno all'inizio, sul fatto che non è correttissima l'espressione "calcestruzzo leggero" (che per brevità tutti, e anche qui noi, adottano), ma è più corretta l'espressione "**calcestruzzo di aggregati leggeri**" (**LWAC**), infatti un calcestruzzo può essere "leggero" perché a struttura aperta (anche se confezionato in parte con aggregati leggeri), o perché molto aerato (es: cls autoclavato), o perché con aggregati leggeri (es: polistirolo), ma non minerali ... e questi non sono *calcestruzzi strutturali leggeri*



# Definizioni e differenze rispetto ai calcestruzzi ordinari

## Definizione: classi di massa volumica a secco e di progetto

Classi di massa volumica del calcestruzzo leggero strutturale (tabella C4.1.VI. della Circ. 02.02.2009)

Classe di massa volumica	D1,5	D1,6	D1,7	D1,8	D1,9	D2,0
Intervallo di massa volumica a secco [kg/m <sup>3</sup> ]	$1400 < \rho \leq 1500$	$1500 < \rho \leq 1600$	$1600 < \rho \leq 1700$	$1700 < \rho \leq 1800$	$1800 < \rho \leq 1900$	$1900 < \rho \leq 2000$
Massa volumica calcestruzzo non armato [kg/m <sup>3</sup> ]	1550	1650	1750	1850	1950	2050
Massa volumica calcestruzzo armato [kg/m <sup>3</sup> ]	1650	1750	1850	1950	2050	2150

### Esempio:

- densità a secco: 1410 kg/m<sup>3</sup>
- classe: D1,5
- densità di riferimento: 1500 kg/m<sup>3</sup> (il valore maggiore della classe di appartenenza)
- densità di progetto: 1550 kg/m<sup>3</sup> (+ 50 kg di contenuto di acqua, circa 3%)
- densità di calcolo considerando l'armatura: 1650 kg/m<sup>3</sup> (+ 100 kg armatura)



### Definizione di calcestruzzo leggero strutturale

Secondo le NTC 2008 (§ 4.1.12 e §C 4.1.12, § C.4.1.12.1) si ha un cls leggero strutturale se:

contiene **aggregati leggeri minerali**, artificiali o naturali conformi alla UNI EN 13055-1

ha classe di **resistenza minima LC 16/18** ( $f_{ck} \leq 16 \text{ N/mm}^2$ ,  $R_{ck} \leq 18 \text{ N/mm}^2$ )

***(LC20/22 nella progettazione per azioni sismiche con le NTC 2018)***

ha classe di **resistenza massima LC 55/60** ( $f_{ck} \leq 55 \text{ N/mm}^2$ ,  $R_{ck} \leq 60 \text{ N/mm}^2$ )

ha **densità minima** a secco  $\geq 1.400 \text{ kg/m}^3$

ha **densità massima** a secco  $\leq 2.000 \text{ kg/m}^3$

## Definizione di inerte leggero per calcestruzzo

- ❖ ha origine minerale (sia che sia naturale sia che sia “artificiale”)
- ❖ ha densità (apparente) dei granuli non superiore a  $2000 \text{ kg/m}^3$
- ❖ ha densità in mucchio non superiore a  $1200 \text{ kg/m}^3$

da notare che “**artificiale**” è la traduzione adottata in italiano di “**manufactured**”, termine utilizzato nella versione originale inglese della norma che invece è molto più vicino al senso di trasformato/processato e che infatti è ben chiara nella definizione :

- ❖ manufactured aggregate: aggregate of mineral origin from an industrial process involving thermal or other modification



### Definizione di aggregato leggero per calcestruzzo

deve essere conforme alla UNI EN 13055-1 (che a breve sarà ribattezzata semplicemente UNI EN 13055), quindi deve:

- ❖ **essere marcato CE** con relativa **DoP** (Dichiarazione di prestazione) disponibile per tutti gli interessati
- ❖ essere soggetto a un sistema di valutazione e verifica della costanza della prestazione AVCP (Assesment and Verification of Constancy of Performance) di **classe 2+**



## Aggregati per calcestruzzo

Come vedremo **tutte le caratteristiche** fisiche, meccaniche, termiche di un LWAC dipendono dalla sua **densità** e questa dipende dall'**aggregato leggero** utilizzato: quindi **è l'aggregato leggero che "regola" il calcestruzzo leggero**



**LWA** 300-700 kg/m<sup>3</sup> in mucchio



**sabbia** 1400-1600 kg/m<sup>3</sup> in mucchio

**ghiaia** 1500-1800 kg/m<sup>3</sup> in mucchio





# Definizioni e differenze rispetto ai calcestruzzi ordinari

## ARGILLE ESPANSE PER CALCESTRUZZI STRUTTURALI

LECA			
Denominazione commerciale	0 - 2	2 - 3	3 - 8
Densità in mucchio Kg/m <sup>3</sup> circa	700	480	380
Resistenza alla frantumazione dei granuli N/mm <sup>2</sup>	≥ 4,5	≥ 2,5	≥ 1,5
Conducibilità termica certificata λ W/mK	0,12	0,10	0,09
Reazione al fuoco	Euroclasse A1 (Incombustibile)		

LECA STRUTTURALE			
Denominazione commerciale	0 - 5	5 - 15	0 - 15
Densità in mucchio Kg/m <sup>3</sup> circa	720	600	650
Resistenza alla frantumazione dei granuli N/mm <sup>2</sup>	≥ 10,0	≥ 4,5	≥ 9,0
Conducibilità termica certificata λ W/mK	0,12	0,12	0,13
Reazione al fuoco	Euroclasse A1 (Incombustibile)		

LECA TERRECOTTE			
Denominazione commerciale	0 - 6	6 - 12	0 - 12
Densità in mucchio Kg/m <sup>3</sup> circa	950	800	900
Resistenza alla frantumazione dei granuli N/mm <sup>2</sup>	≥ 15,0	≥ 7,0	≥ 12,0
Reazione al fuoco	Euroclasse A1 (Incombustibile)		



Argilla espansa Leca.



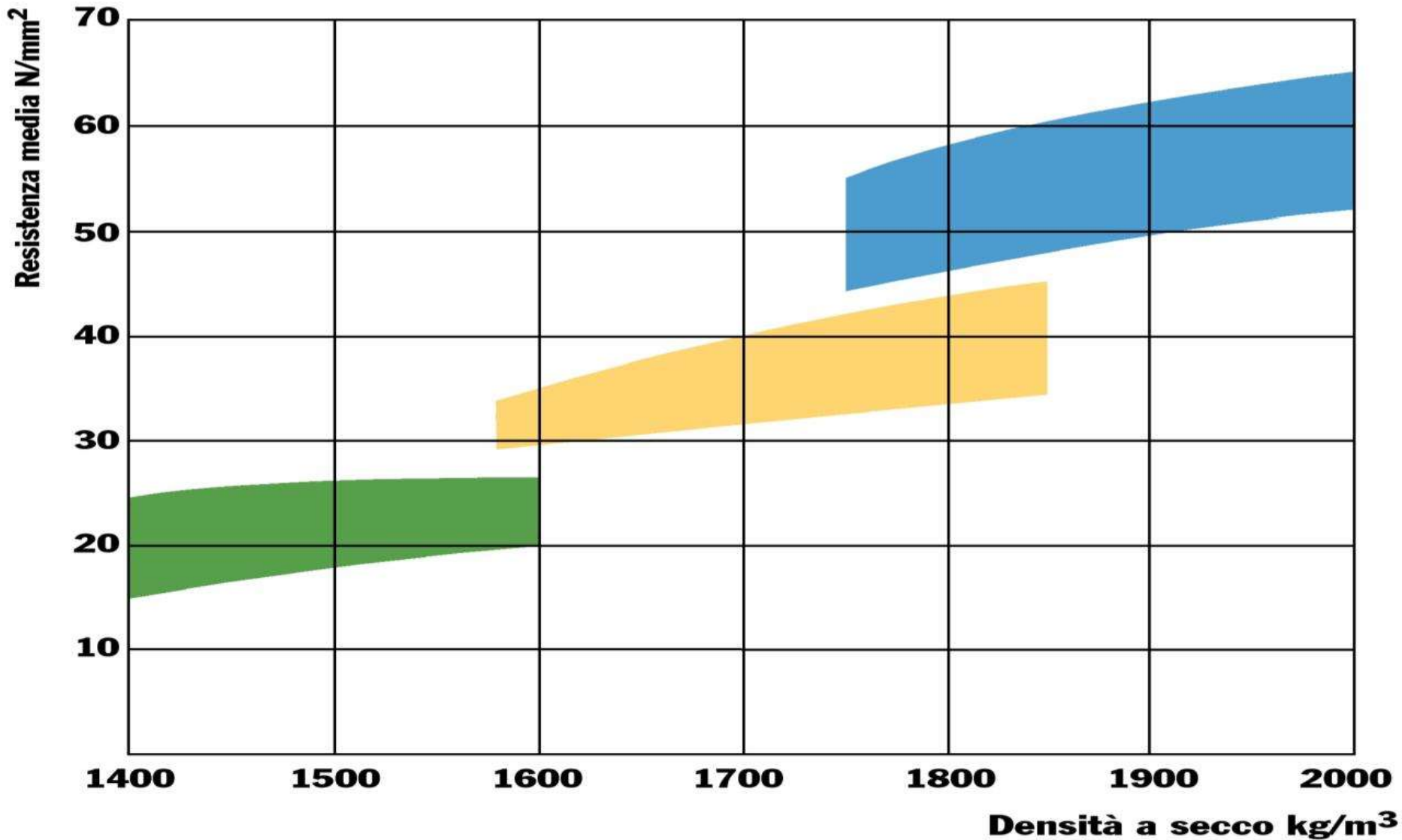
Argilla espansa Leca Strutturale.



Argilla espansa Leca Terrecotte.

# Definizioni e differenze rispetto ai calcestruzzi ordinari

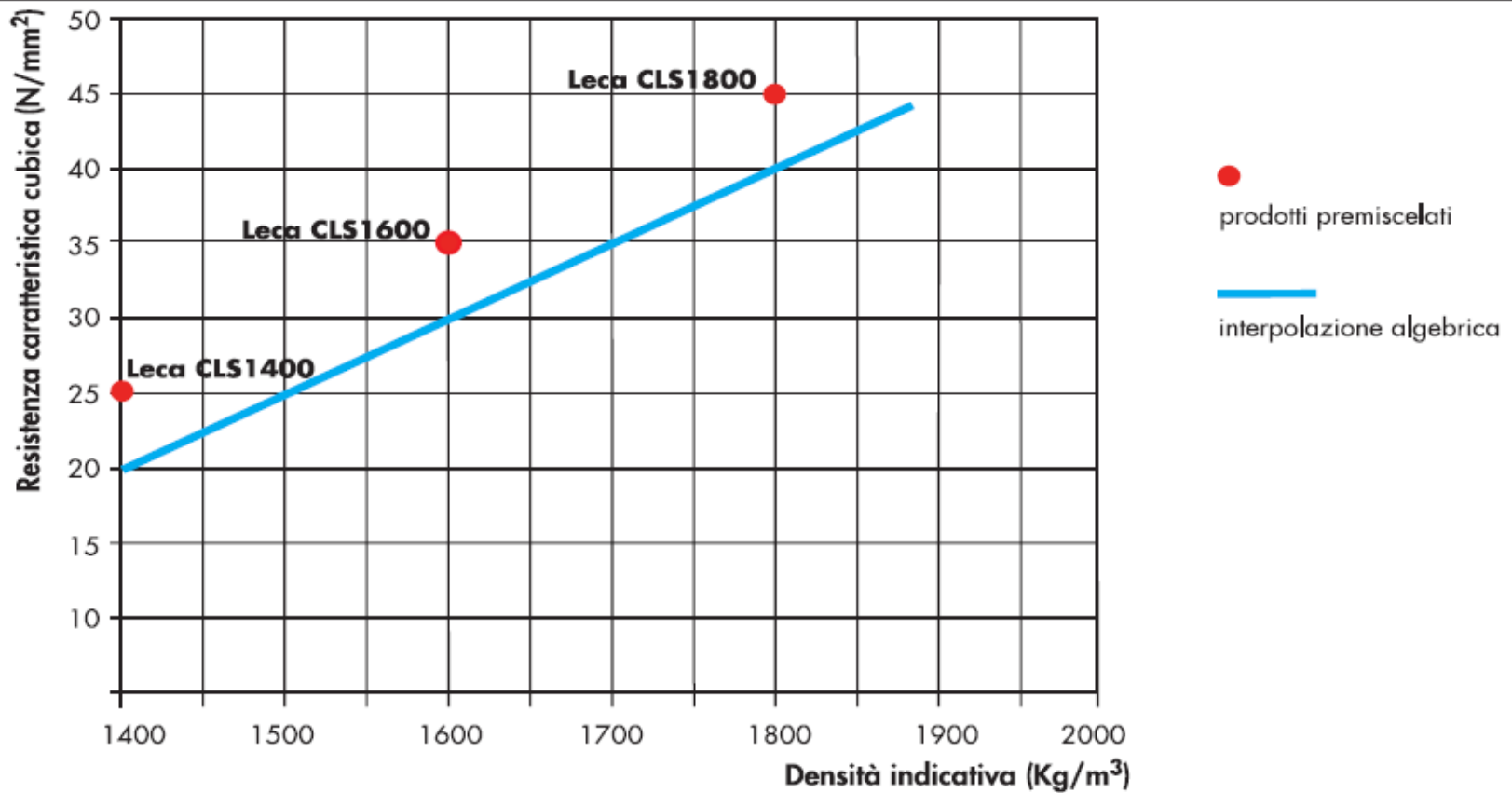
## PRESTAZIONI MECCANICHE



# Definizioni e differenze rispetto ai calcestruzzi ordinari

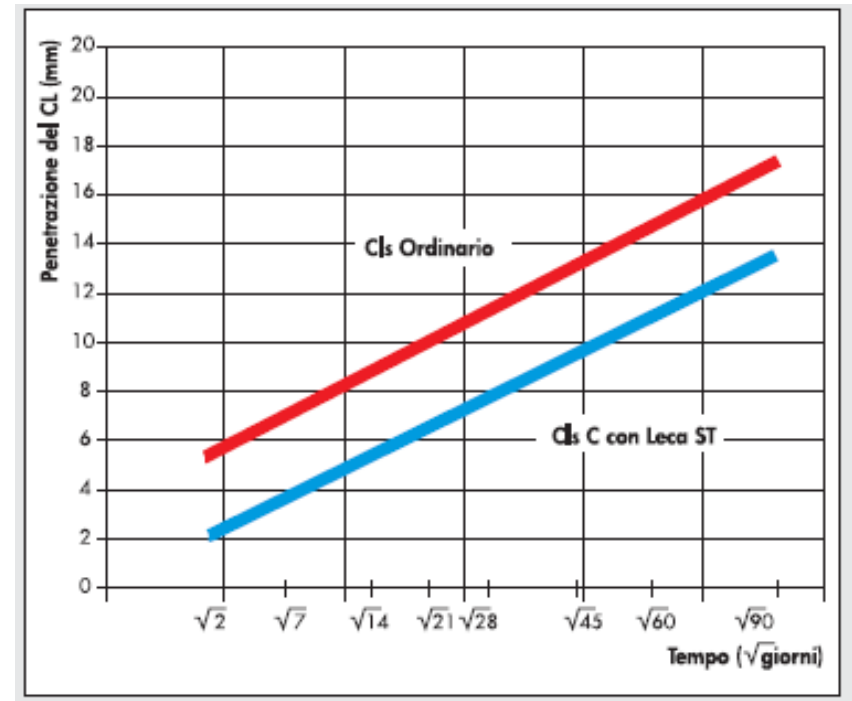
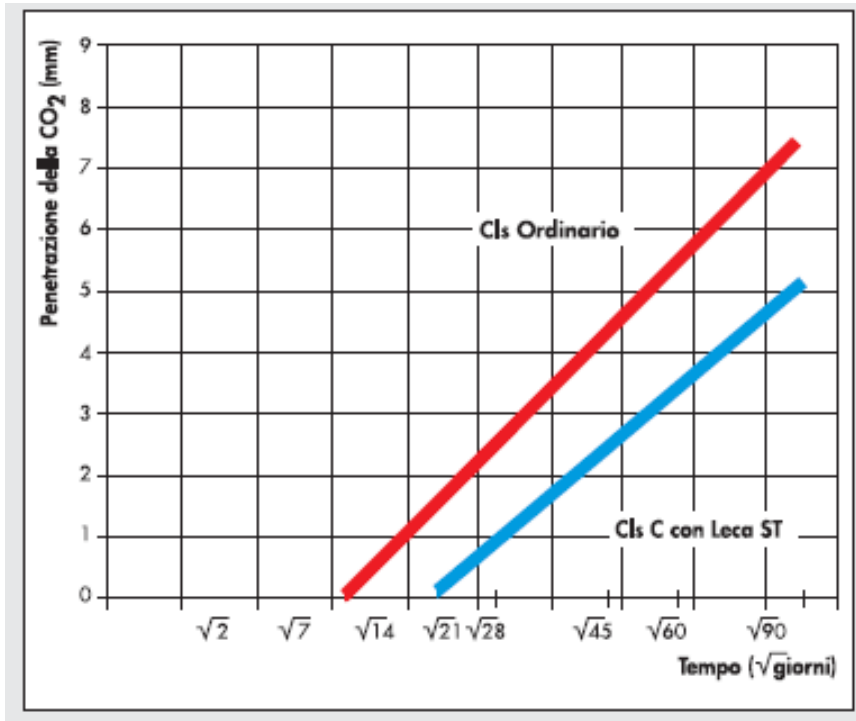
## PRESTAZIONI MECCANICHE

DIAGRAMMA ANDAMENTO RESISTENZE-DENSITÀ



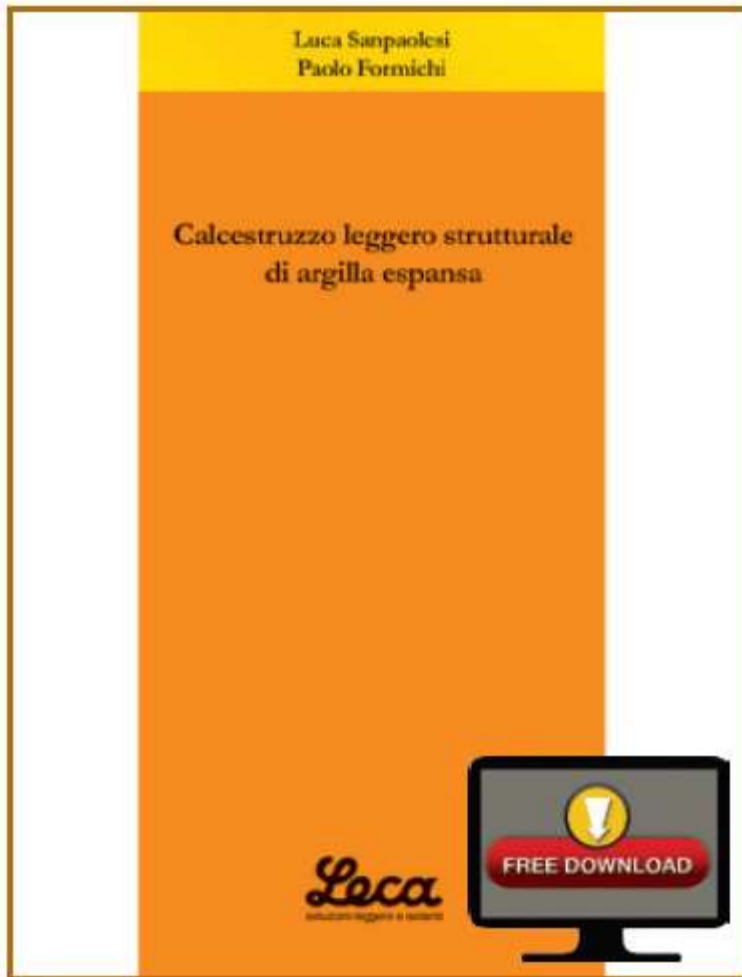
## DURABILITA'

### CONFRONTO CLS LEGGERO VS TRADIZIONALE





## Esempi applicativi



La teoria e il calcolo dei calcestruzzi strutturali leggeri di argilla espansa secondo le norme nazionali ed internazionali, così come il mix design ed il confezionamento sono trattati nel manuale «Calcestruzzi strutturali leggeri di argilla espansa» a cura dei Prof. Sanpaolesi e Formichi dell'università di Pisa.

Il volume è scaricabile sul sito [www.leca.it](http://www.leca.it)



UNIVERSITÀ DI PISA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE

*I vantaggi della leggerezza*  
*Referenze ed esempi di*  
*strutture in LWAC*

## Referenze e case history di impiego dei LWAC

I calcestruzzi strutturali leggeri a base di argilla espansa Leca, grazie al favorevole rapporto resistenza/peso sono ideali per:

- Strutture con peso proprio preponderante ai carichi portati
- Grandi opere di ingegneria (grandi luci o altezze)
- Interventi su terreni con limitata portanza
- Ristrutturazione in generale
- Strutture soggette ad elevate azioni orizzontali (sisma per esempio)
- Riduzione di ponti termici grazie alla ridotta conduttività termica
- Strutture a rischio di incendio
- Solai in calcestruzzo pieno di ridotto spessore



Edificio pluripiano con elementi in aggetto (parapetti) e struttura portante di sommità (piano attico e superattico) in calcestruzzo leggero strutturale (CityLife Milano).

# Referenze e case history di impiego dei LWAC

---

Torre di Fuksas  
(Pescara)



Residenze Citylife  
(Milano)





## Referenze e case history di impiego dei LWAC



Auditorium «Teatro  
della musica»  
Ravello (SA)



# Referenze e case history di impiego dei LWAC



Complesso  
Multifunzionale Sesta  
Porta (Pisa)





# Referenze e case history di impiego dei LWAC



Torre  
Polifunzionale  
(PD)



Cassoni del  
MOSE (Venezia)

Grattaciolo BMW  
(Monaco di Baviera)



Viadotto S.S. Isernia  
Castel di Sangro (AQ)



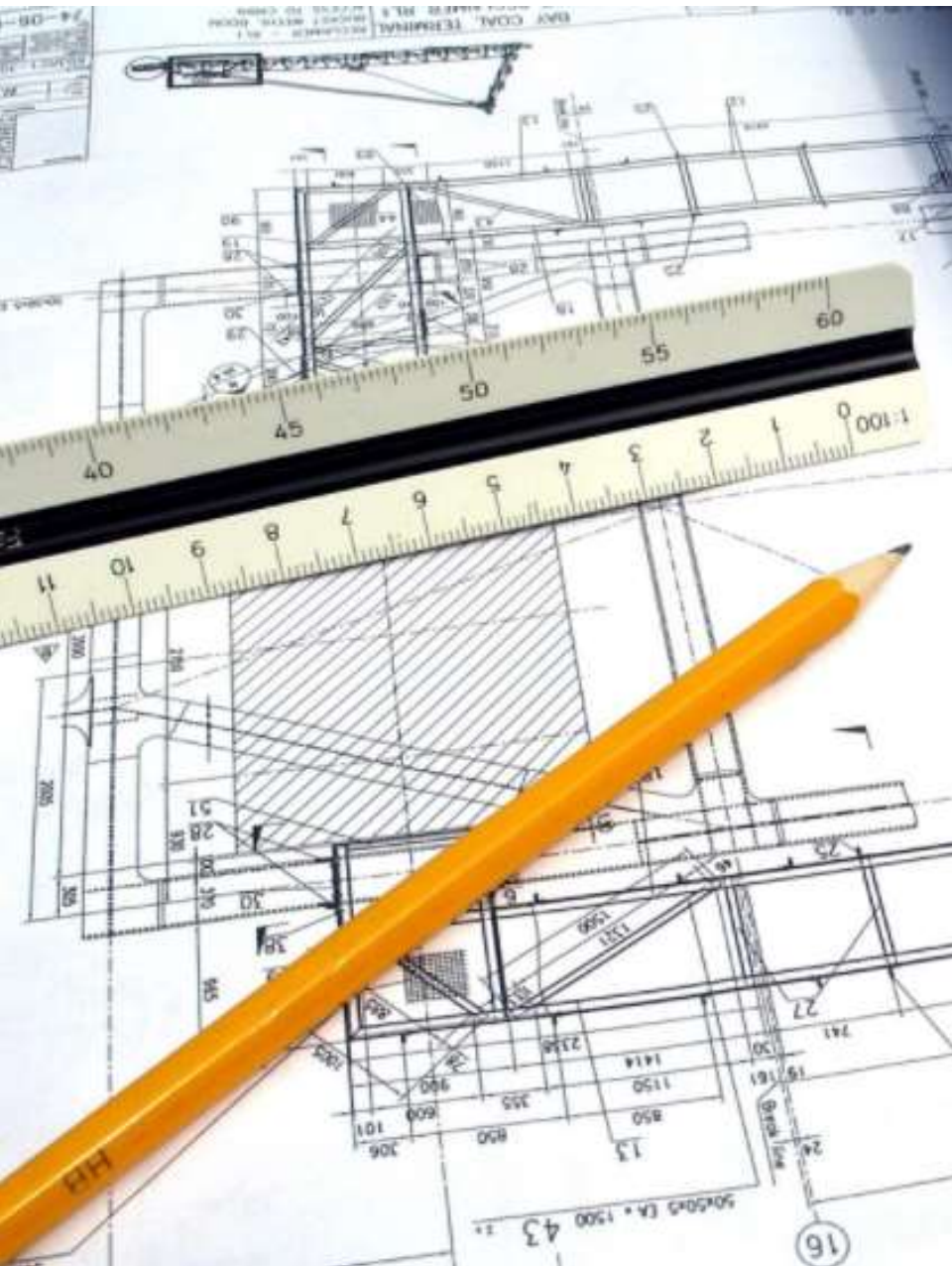
Definizioni e differenze rispetto ai calcestruzzi ordinari

## Durabilità: Nordhordland Bridge



Nordhordland Bridge - Norvegia





## ***Servizi e Assistenza Tecnica***



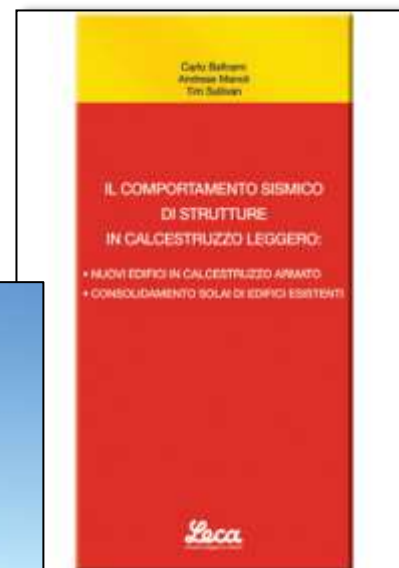
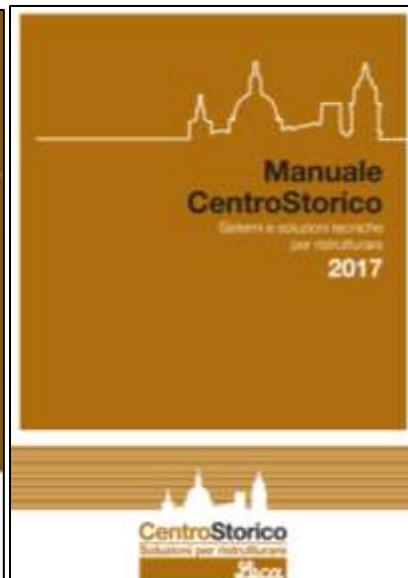








# Documentazione Tecnica



[www.Leca.it](http://www.Leca.it)



[www.CentroStorico.eu](http://www.CentroStorico.eu)



Newslette

r

*Iscrivetevi*

!



è anche sui principali **Social Network.**



Clicca **Mi piace** sulla nostra pagina e rimani in contatto con noi.

Per te

- novità,
- referenze,
- convegni

..... e tanto altro!







**Le soluzioni di consolidamento  
statico e antisismico.**

# 5-8 cm

## BASSO SPESSORE SISTEMA MONOSTRATO

### Membrana

Membrana traspirante al vapore e impermeabile all'acqua per la protezione dei solai in legno.

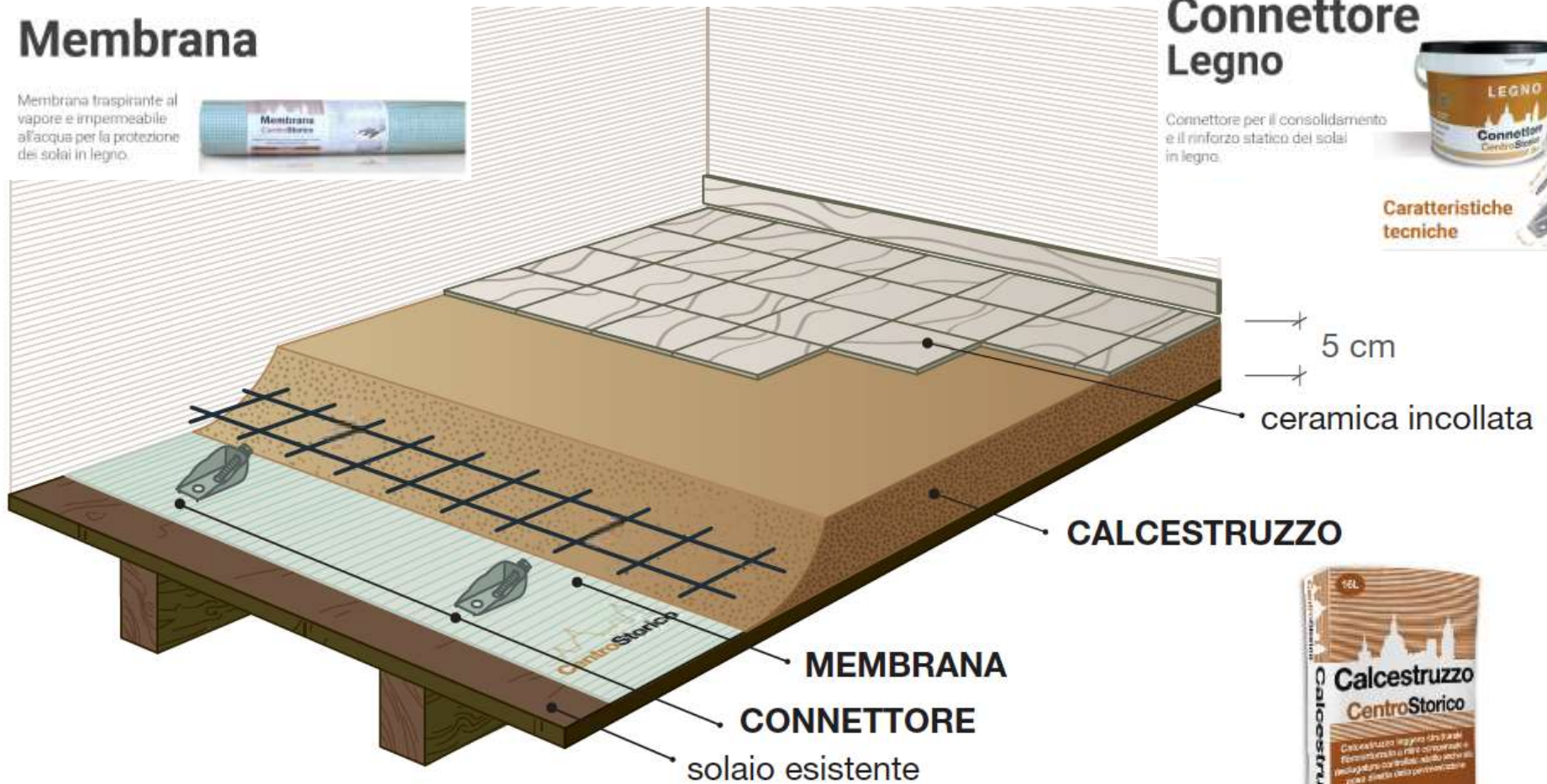


### Connettore Legno

Connettore per il consolidamento e il rinforzo statico dei solai in legno.



Caratteristiche tecniche



**CALCESTRUZZO**

**MEMBRANA**

**CONNETTORE**

solaio esistente

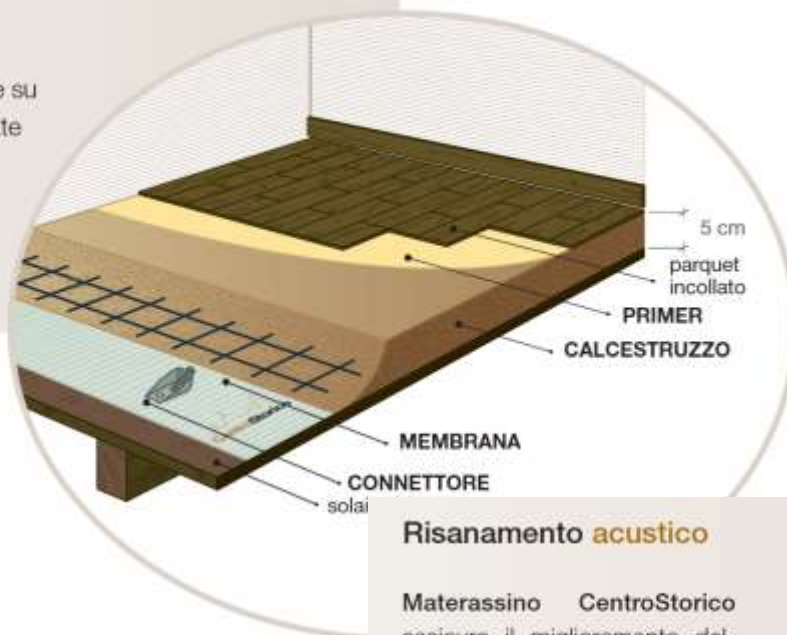


# 5-8 cm

## BASSO SPESSORE SISTEMA MONOSTRATO

Pavimentazione in **parquet** e assimilabile

**Primer CentroStorico**, da applicare su Calcestruzzo CentroStorico, permette la posa diretta di pavimenti sensibili all'umidità quale il parquet.



## Primer

Primer epossidico bicomponente antirisalita di umidità per l'impermeabilizzazione di massetti e calcestruzzi. Anche per consolidamenti e riparazioni.



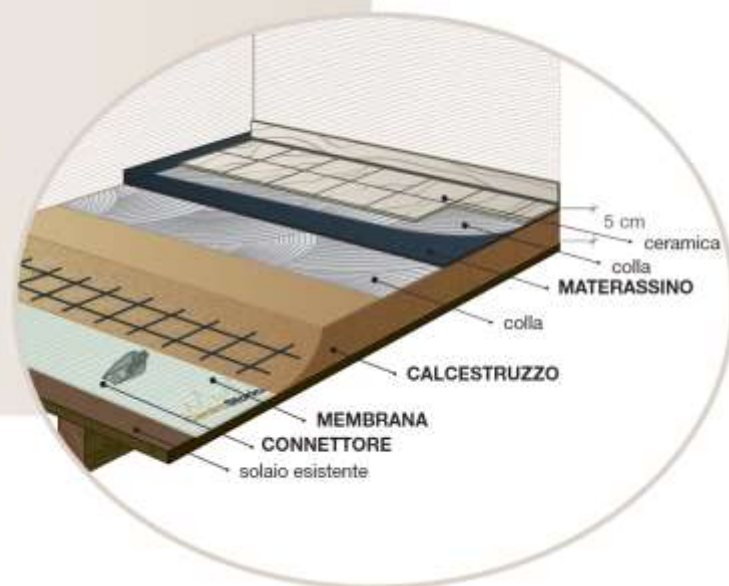
## Materassino

Isolante anticalepestio sottopavimento per il risanamento acustico dei divisori orizzontali.



## Risanamento acustico

**Materassino CentroStorico** assicura il miglioramento delle prestazioni acustiche al calpestio del divisorio orizzontale (certificato sino a  $\Delta L_w$  17 dB), in spessori contenuti (2 mm) e applicato direttamente sotto qualsiasi tipologia di pavimento (nel caso di posa di parquet, prevedere Primer CentroStorico).

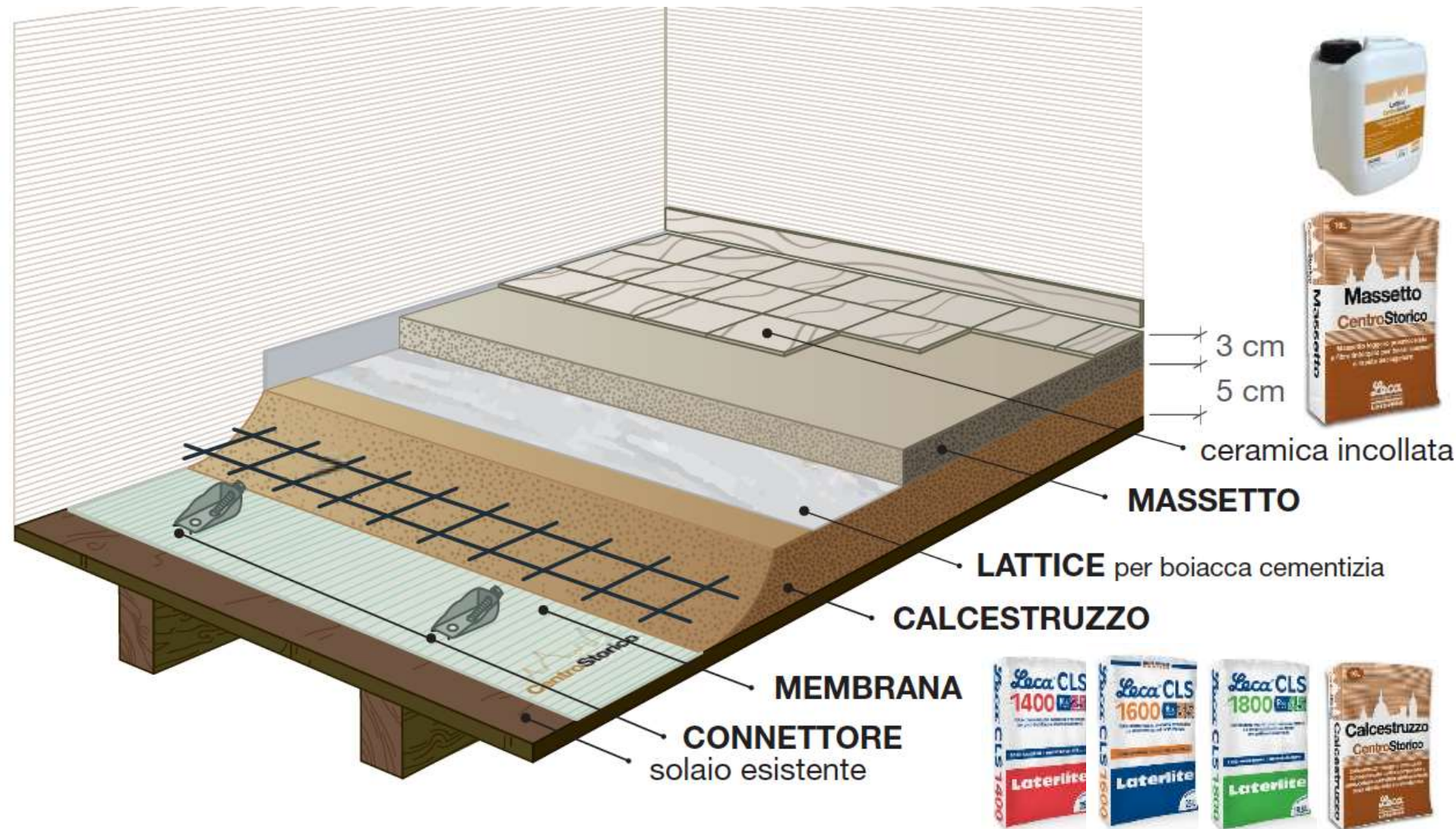




# 8-10 cm

MEDIO SPESSORE

## SISTEMA MULTISTRATO

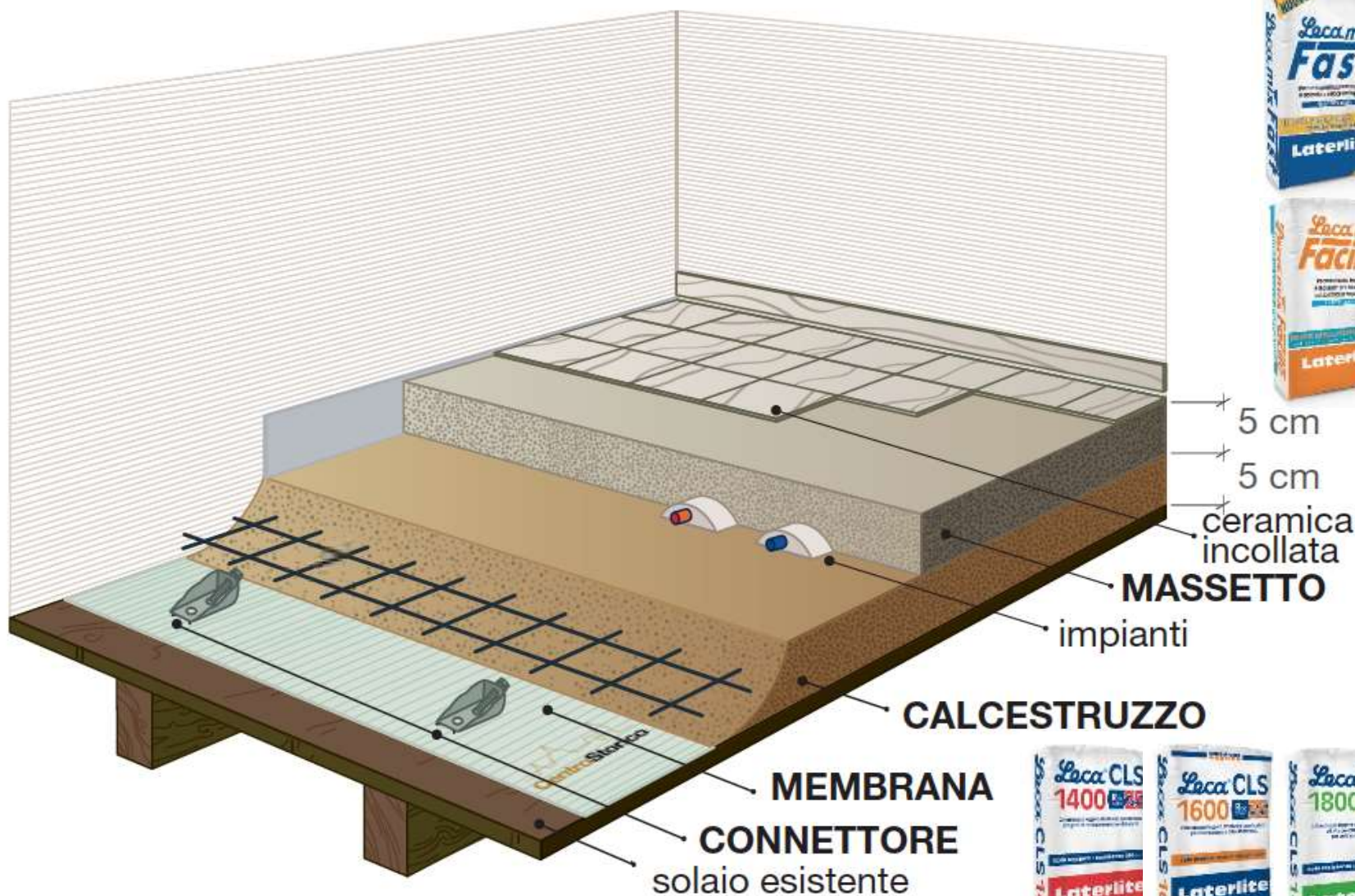




≥10 cm

ALTO SPESSORE

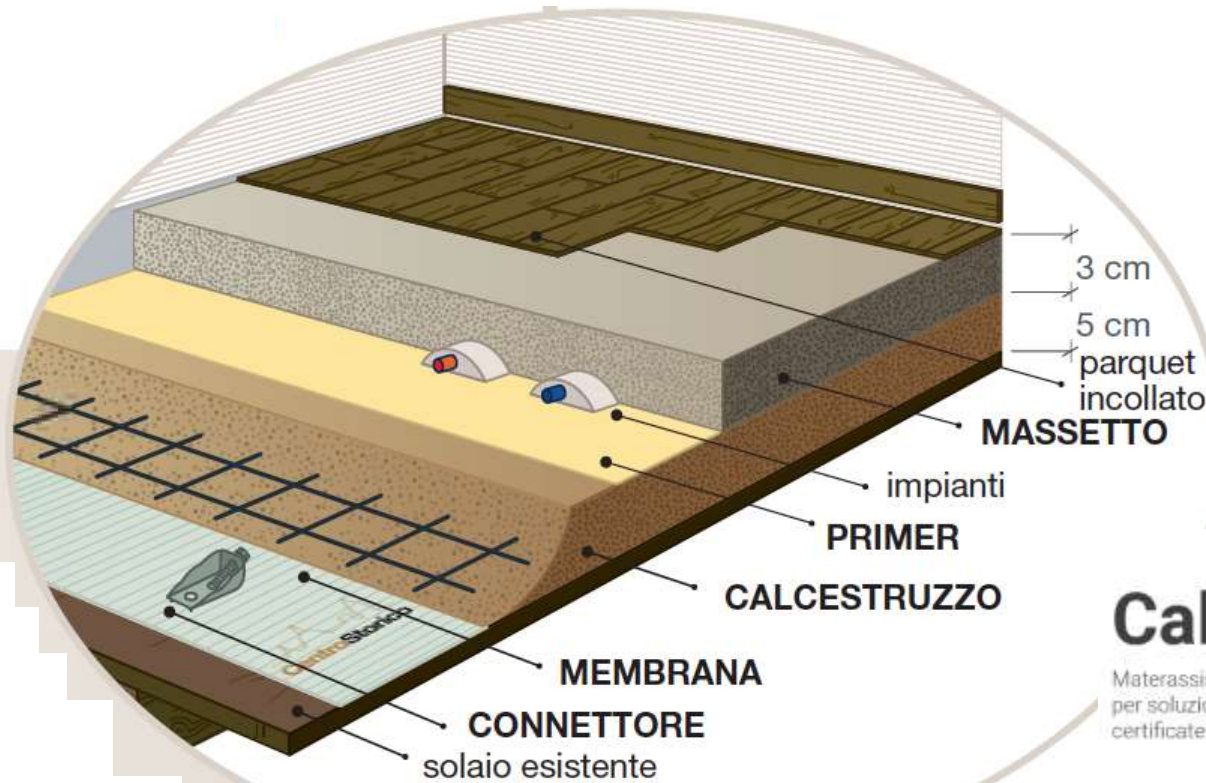
# SISTEMA MULTISTRATO



≥10 cm

ALTO SPESSORE

# SISTEMA MULTISTRATO



## Calpestop

Materassino acustico anticalpesto per soluzioni leggere e isolanti certificate.

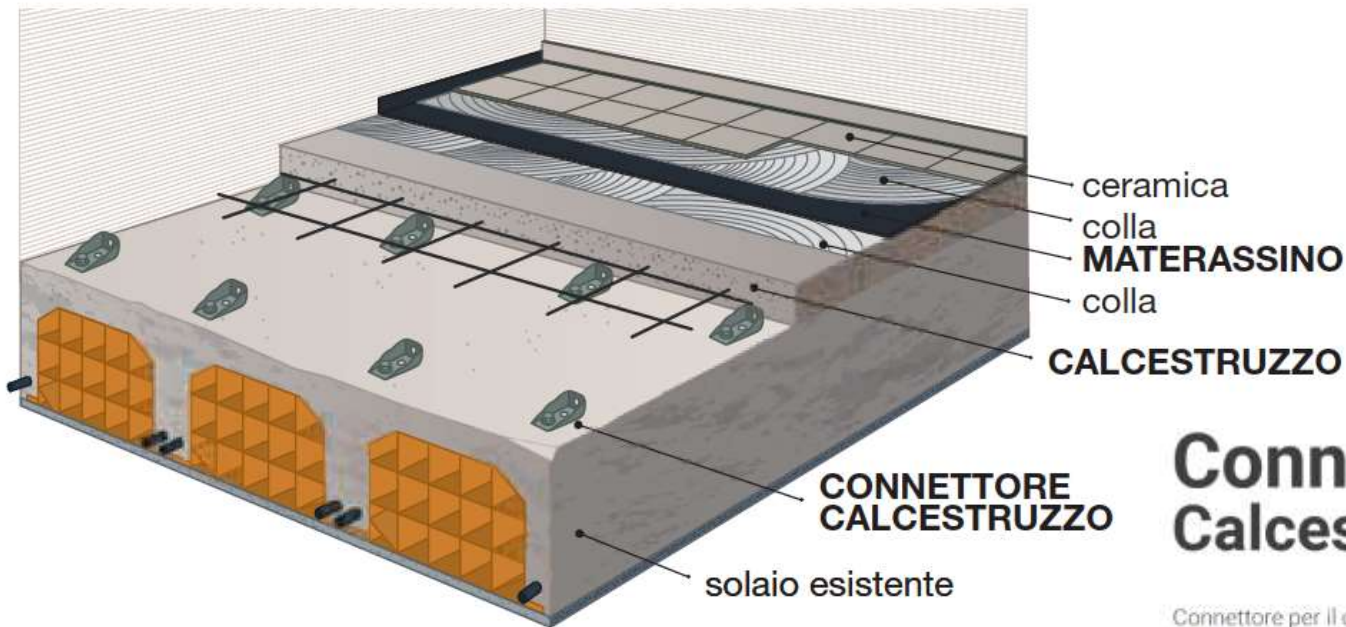




# SOLAI IN LATEROCEMENTO

## Connettore Meccanico

La soluzione prevede la formazione della soletta collaborante in **Calcestruzzo CentroStorico**, interconnesso al solaio esistente attraverso **Connettore CentroStorico Calcestruzzo**. Il sistema si completa con la posa di **Materassino CentroStorico** per l'isolamento acustico dai rumori di calpestio.

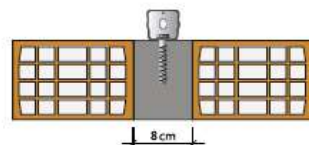
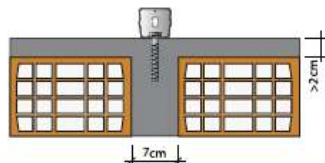


## Connettore Calcestruzzo

Connettore per il consolidamento e il rinforzo statico dei solai in calcestruzzo.



### Limiti di utilizzo



Larghezza del travetto:  
 $\geq 8$  cm (senza caldana)  
 $\geq 7$  cm (con caldana sp.  $\geq 2$  cm)



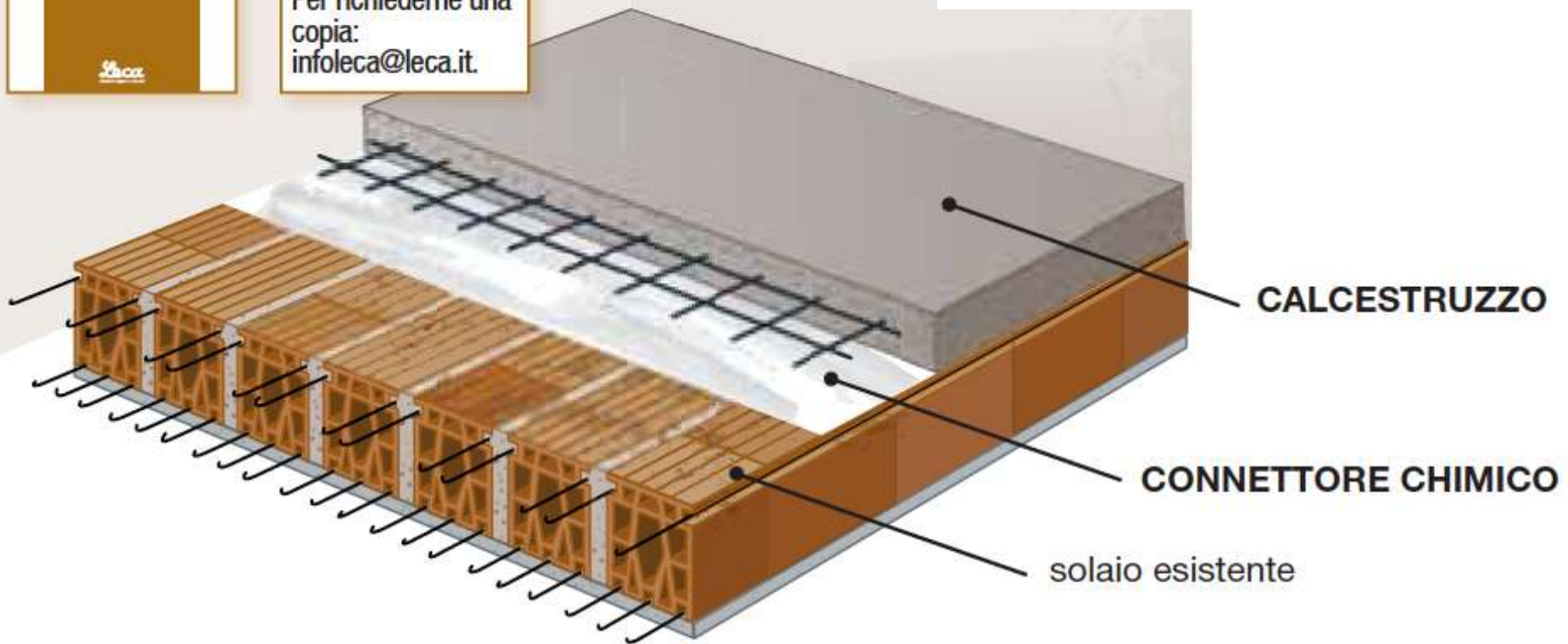
# SOLAI A TRAVETTI ARMATI TIPO SAP



Disponibile su [www.leca.it](http://www.leca.it) il nuovo Manuale Tecnico sul Consolidamento dei solai SAP a cura del Politecnico di Milano. Per richiederne una copia: [infoleca@leca.it](mailto:infoleca@leca.it).

## Connettore Chimico

Adesivo epossidico per il consolidamento e il rinforzo statico di solai in calcestruzzo e a travetti armati tipo SAP.

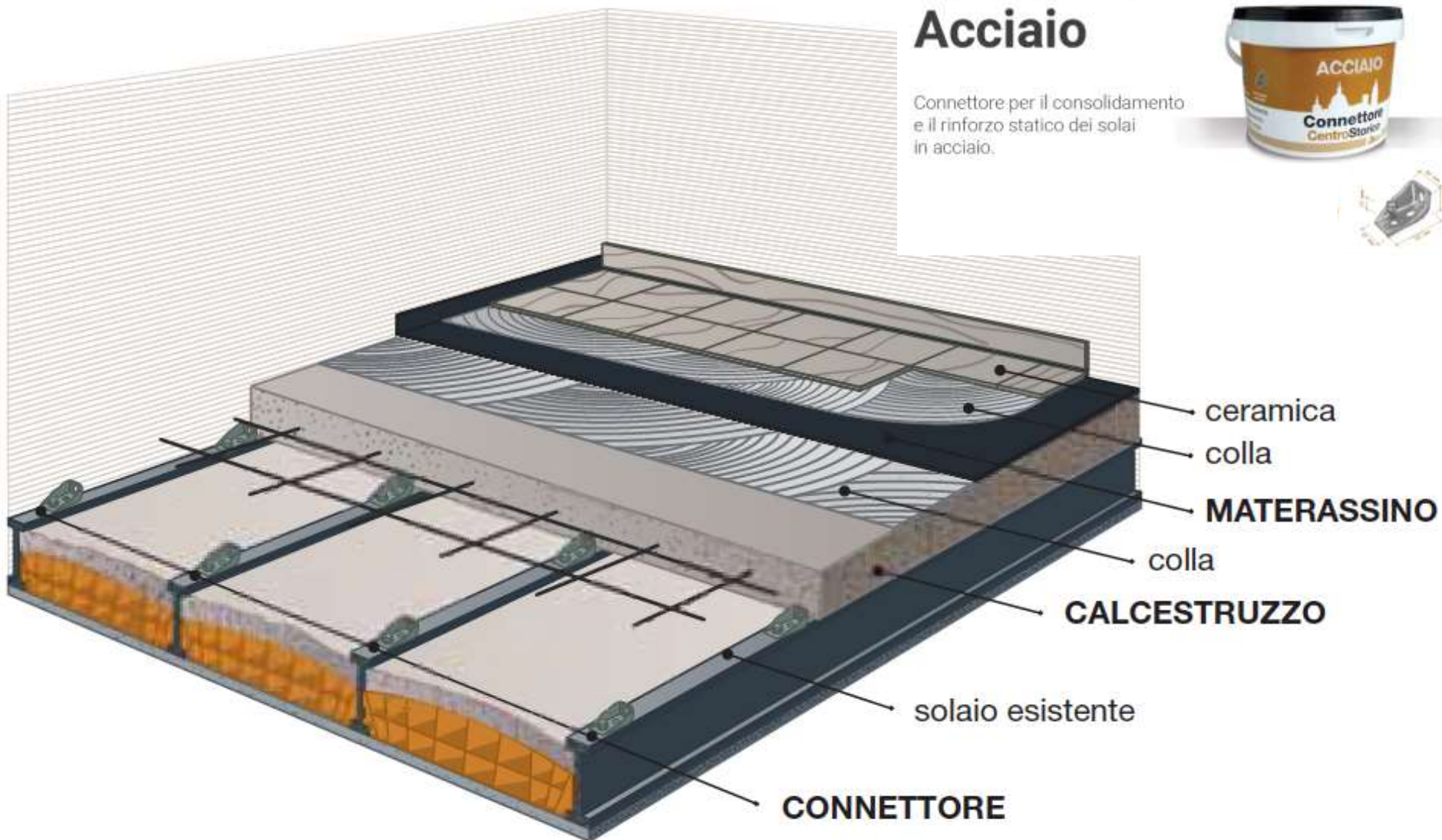




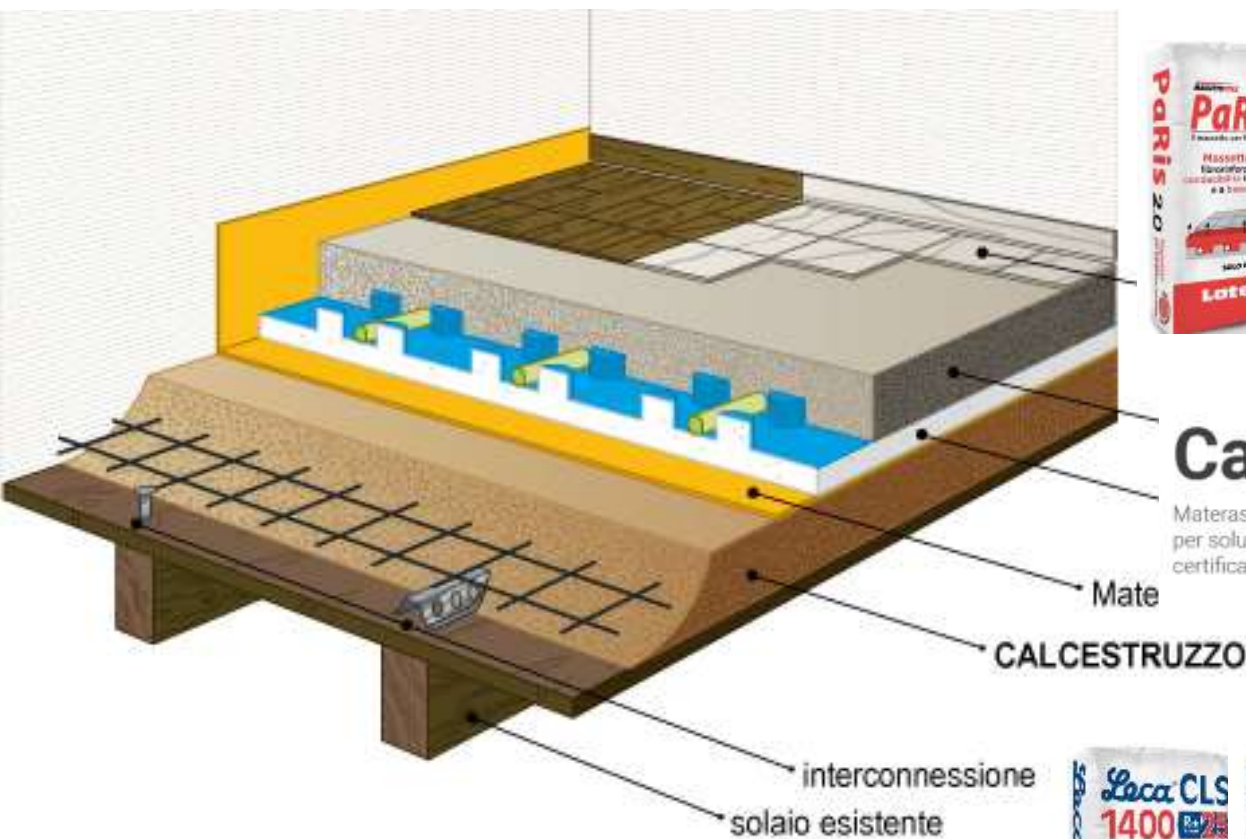
# SOLAI IN ACCIAIO

## Connettore Acciaio

Connettore per il consolidamento  
e il rinforzo statico dei solai  
in acciaio.



# Riscaldamento a pavimento

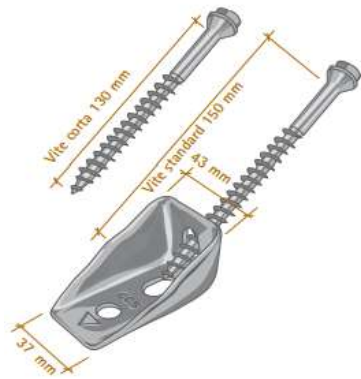


## Calpestop

Materassino acustico anticalpesto per soluzioni leggere e isolanti certificate.



## 6.1 Soluzioni di consolidamento statico: riepilogo prodotti



### CONNETTORE LEGNO



### CONNETTORE CALCESTRUZZO



### CONNETTORE ACCIAIO



Punta per acciaio  $\phi$  8 mm contenuta nel secchiello.



### CONNETTORE CHIMICO





## 6.2 Soluzioni di consolidamento antisismico

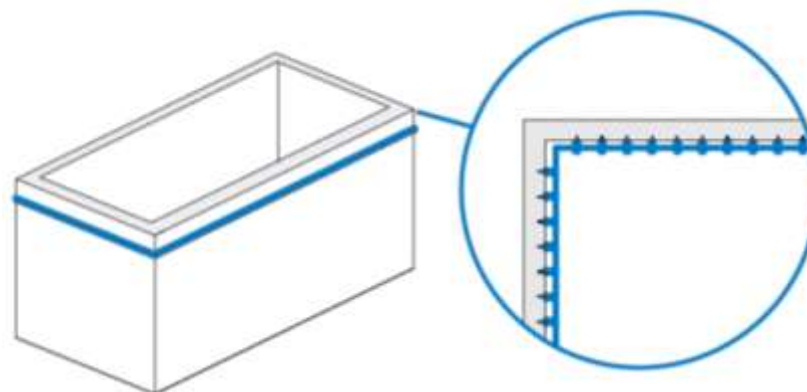




## 6.2 Soluzioni di consolidamento antisismico



L'innovativo sistema di **cerchiatura perimetrale** con funzione antisismica composto da **Connettore Perimetrale** e **Ancorante Chimico** in abbinamento alla gamma di Connettori CentroStorico, ai Calcestruzzi e Massetti leggeri Leca.



### Bussola metallica

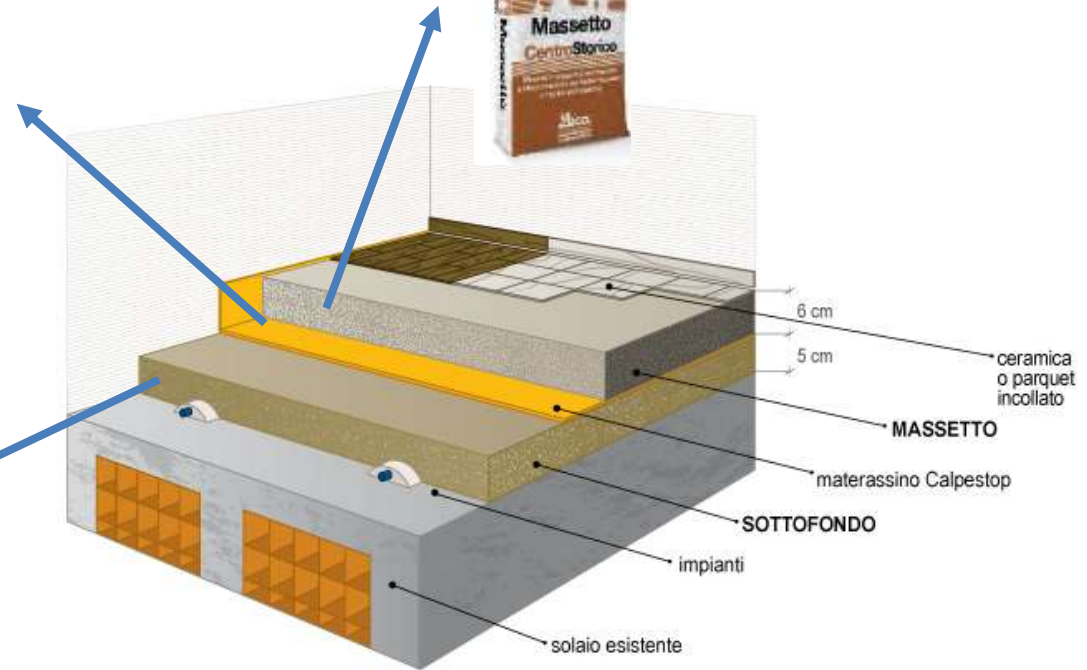
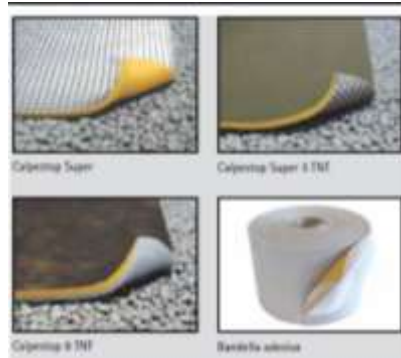


In presenza di murature in pietra sbazzata, irregolari ed eterogenee si consiglia l'impiego della bussola metallica per evitare di disperdere l'Ancorante Chimico.

**Soluzioni termoacustiche certificate.**

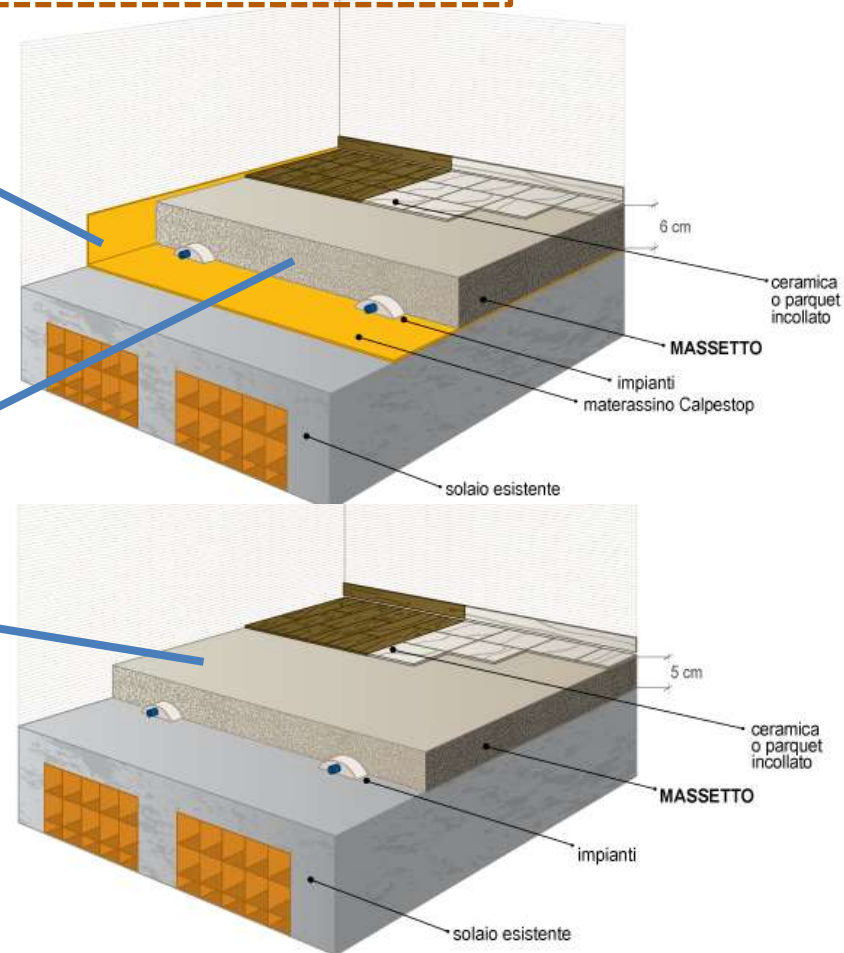
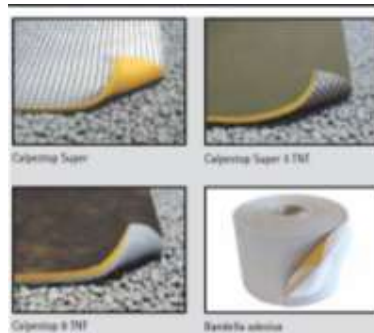
## 6.3 Soluzioni mediante sottofondi e massetti leggeri

**Soluzioni in doppio strato > 10 cm**  
**Isolamento acustico con Calpestop**  
**Sistema Leca 08**



## 6.3 Soluzioni mediante sottofondi e massetti leggeri

**Soluzioni in monostrato**  
**Spessore < 8 cm**

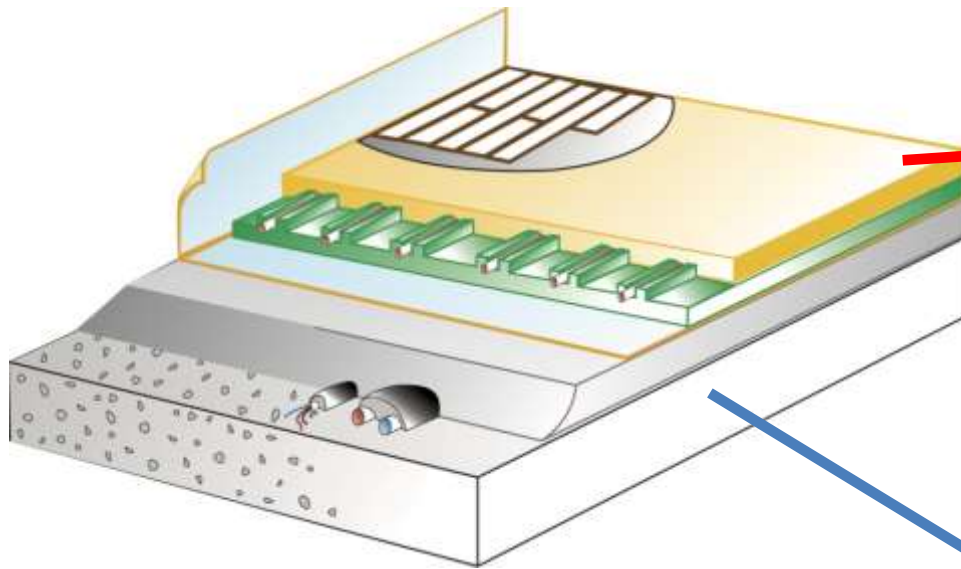




**Soluzioni certificate per sistemi di riscaldamento a pavimento.**



## Sistema tradizionale



Sottofondo leggero, isolante, resistente, planare e compatto a base di argilla espansa.



Massetto fibrorinforzato, ad elevata conducibilità termica e antiritiro.

## 6.4 Sistemi di riscaldamento a pavimento

# PaRis 2.0

### Alta conducibilità termica

$\lambda$  2,02 W/mK certificata

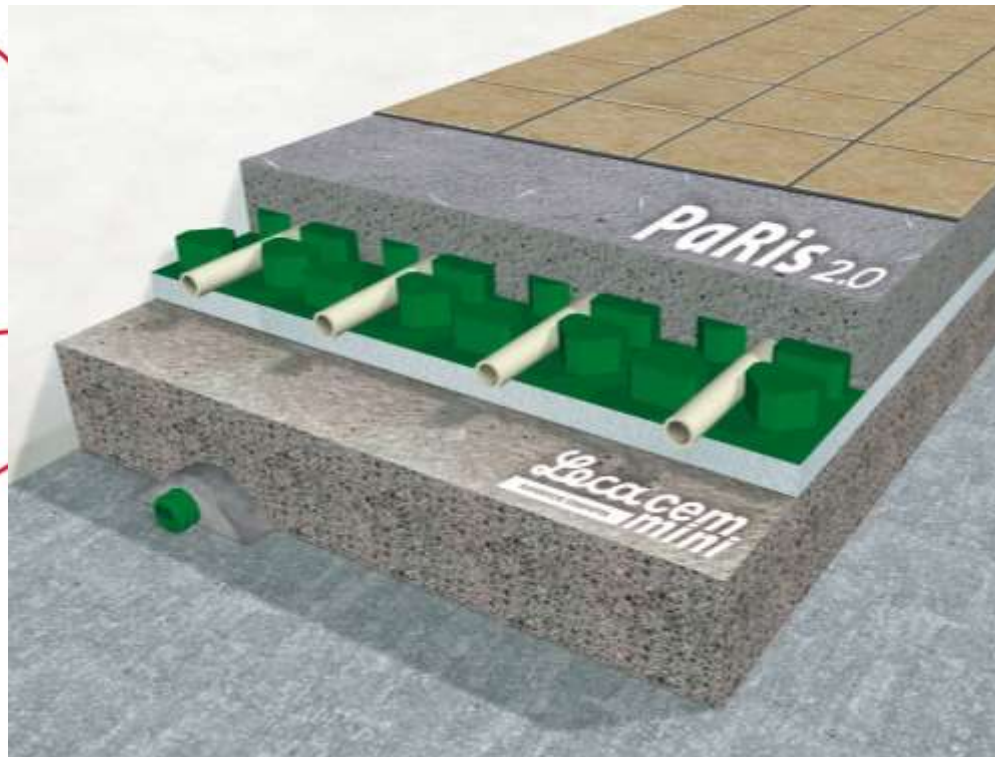
- Fino al **70% più conduttivo** di un massetto tradizionale
- Maggiore **efficienza del sistema radiante** a temperature di esercizio più basse dell'impianto
- **Ottimale diffusione del calore** negli ambienti grazie all'omogeneità di temperatura superficiale del massetto
- **Primo avviamento impianto** dopo 7 gg

### Antiritiro sino a 150 m<sup>2</sup>

- Superfici **senza giunti 6 volte** più ampie rispetto a un massetto tradizionale
- Più **qualità e sicurezza** per la **pavimentazione**

### Economia di gestione

- **Ridotta inerzia termica**: la temperatura di comfort è raggiunta più velocemente
- **Ideale nella contabilizzazione autonoma del riscaldamento** perché consente l'intermittente gestione dell'impianto con **rapida messa a regime** dopo attenuazioni/spegnimenti nelle ore di assenza



**Basso spessore,**  
soli **3 cm** sopra tubo

**Ideale** negli interventi di **ristrutturazione** per contenere l'ingombro dell'intero pacchetto radiante

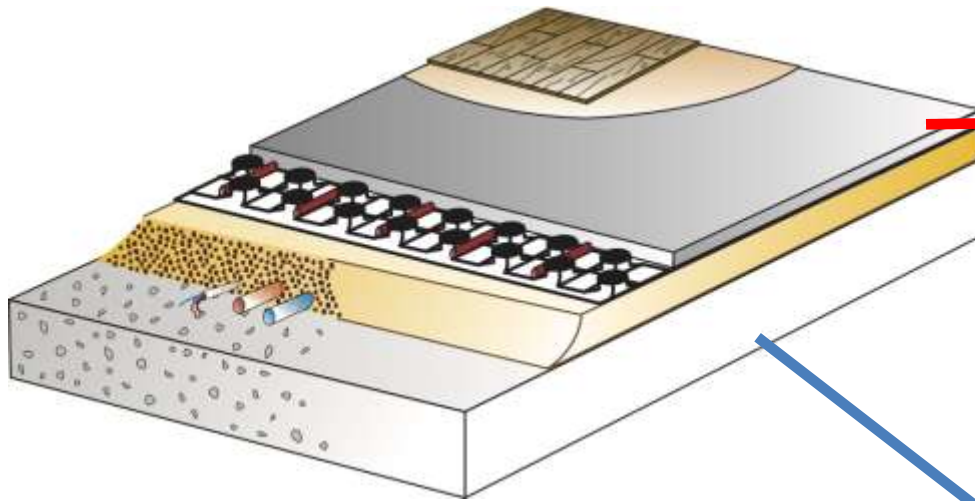
### Fibrorinforzato e resistente

- Resistente a compressione **25 N/mm<sup>2</sup>**
- Non è necessaria la **rete di rinforzo**
- Non necessita dell'aggiunta degli **additivi termofluidificanti**

**Veloce** per la posa di **tutti i pavimenti**

- **Parquet** dopo 7 gg sp. 3 cm, 10 gg sp. 5 cm
- **Ceramica** dopo 7 gg

## Sistema basso spessore



Massetto autolivellante antiritiro e a basso spessore.

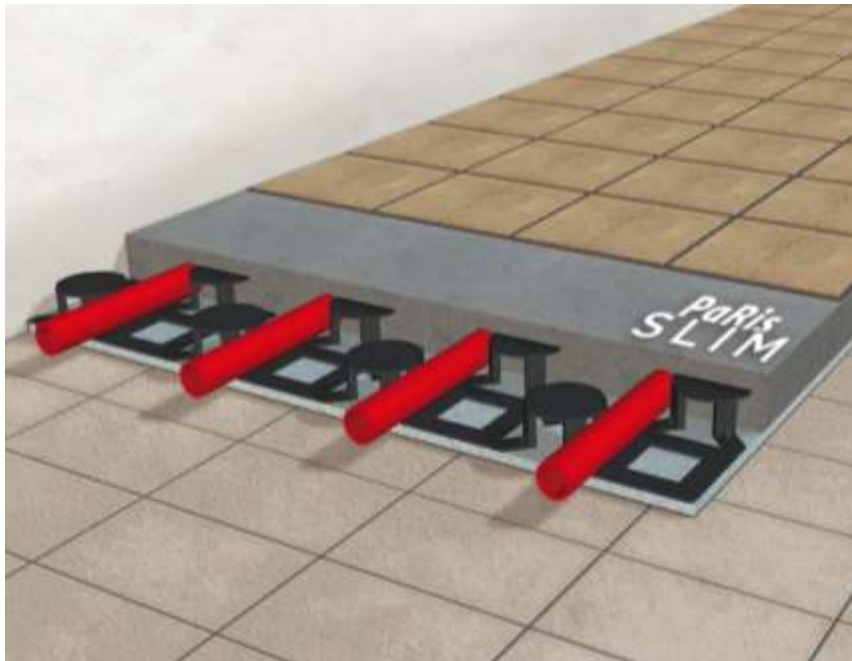


Sottofondo leggero, isolante, resistente, planare e compatto a base di argilla espansa.



## 6.4 Sistemi di riscaldamento a pavimento

# PaRis SLIM.



**MASSETTO RADIANTE**  
(su sistema di riscaldamento e raffreddamento a pavimento)

### PANNELLO A BASSO SPESSORE

(griglie o bugne cave):

- **≥ 5 mm** sopra tubo/bugna, massimo 50 mm tubo incluso (**pannello senza isolante** termico accoppiato)
- **≥ 7 mm** sopra tubo/bugna, massimo 50 mm tubo incluso (**pannello con isolante** termico accoppiato, resistenza a compressione **≥250 kPa**)
- **≥ 10 mm** sopra tubo/bugna, massimo 50 mm tubo incluso (**pannello con isolante** termico accoppiato, resistenza a compressione **≥150 kPa**)

In presenza di supporto assorbente o spolverante, prima della posa del pannello radiante (versione senza isolante termico accoppiato) stendere un idoneo "lattice" (tipo "Lattice CentroStorico" di Laterlite) per evitare fenomeni di assorbimento d'acqua d'impasto di PaRis SLIM da parte del fondo esistente.

In presenza di supporto umido o con possibile risalita di umidità e posa di pavimentazioni sensibili all'umidità, prima della posa del pannello radiante stendere un idoneo "primer" (tipo "Primer CentroStorico" di Laterlite) con successivo spolvero di sabbia.

### PANNELLO TRADIZIONALE

(isolante con bugna o liscio):

- **≥ 10 mm** sopra tubo/bugna, massimo 50 mm tubo incluso

Tempi asciugamento, per pavimentazioni sensibili all'umidità, ad esempio parquet (gg di attesa in funzione dello spessore). (<2% in peso di umidità in lab. a 20°C e 55% U.R.)

4 gg (sp. sino a 10 mm) | 6 gg (sp. 15 mm) | 7 gg (sp. 20 mm) | 8 gg (sp. 30 mm) | 35 gg (sp. 40 mm) | 45 gg (sp. 50 mm).

Per ridurre i tempi di posa è possibile stendere un idoneo Primer antirisalita di umidità (tipo Primer CentroStorico di Laterlite) quando l'umidità residua è ≤ 5% (misurata con igrometro al carburo).

Tempi posa pavimentazione non sensibile all'umidità, ad esempio ceramica (gg di attesa in funzione dello spessore).

2 gg (sp. sino a 10 mm) | 3 gg (sp. 15 mm) | 4 gg (sp. 20 mm) | 5 gg (sp. 30 mm) | 14 gg (sp. 40 mm) | 33 gg (sp. 50 mm).

Per ridurre i tempi di posa è possibile stendere un idoneo Primer antirisalita di umidità (tipo Primer CentroStorico di Laterlite) quando l'umidità residua è ≤ 5% (misurata con igrometro al carburo).

## PaRis 2.0 e SLIM.



**CONSISTENZA  
TERRA-UMIDA**

**ALTA CONDUCEBILITÀ CERTIFICATA**  
**2,02 W/mK**

**ANTIRITIRO e FIBRORINFORZATO**  
**150 m<sup>2</sup> senza giunti**

**BASSO SPESSORE**  
da **2 cm** sopra tubo/bugna

**PRIMO AVVIAMENTO IMPIANTO**  
dopo **7 gg**

**CONSISTENZA  
AUTOLIVELLANTE**



**BASSO SPESSORE**  
soli **5 mm** sopra tubo/bugna

**ANTIRITIRO**  
**200 m<sup>2</sup> senza giunti**

**CONDUCEBILITÀ CERTIFICATA**  
**1,48 W/mK**

**RESISTENTE**  
**300 kg/cm<sup>2</sup>**

## 6.4 Altre applicazioni Paris Slim: lisciatura – livellamento e massetto in basso spessore

---



---

# Coperture



# Manuale coperture.



## Classificazione e requisiti

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

## Coperture piane

Copertura praticabile	20
Copertura carrabile	22
Copertura non praticabile	24

## Coperture inclinate

Tetto non ventilato e ventilato	28
Sottotetto isolato	29

## Riqualificazione di coperture esistenti

Copertura piana	32
Copertura inclinata	34
Terrazze e balconi	35

## Coperture a verde

Tetto verde intensivo	38
Tetto verde estensivo	39

## Prodotti

Strati di isolamento termico Leca e per il verde pensile Agrileca	42
Strati di alleggerimento e pendenza Lecacem	43
Strati di finitura e pendenza Lecamix	44
Strati di consolidamento strutturale LecaCLS	45

Seguici su:



Inquadra il QR code  
sulle pagine per avere  
contenuti extra.

# Classificazione e requisiti

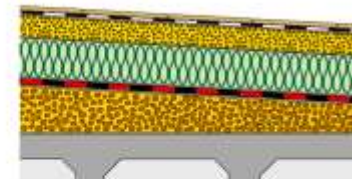
Introduzione	11
La classificazione delle coperture	12
I requisiti di una copertura	13
I sistemi di impermeabilizzazione	14

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. È 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.

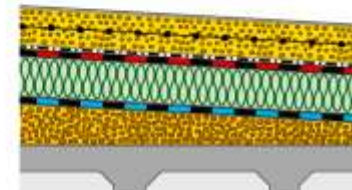
**Una nota importante riguarda la pendenza in copertura dell'elemento di tenuta (manto impermeabile), sempre necessaria** alla luce delle norme UNI 8178-1: 2019 e UNI 8178-2: 2019 "Edilizia - Coperture" riguardanti "Analisi degli elementi e strati funzionali delle coperture continue e discontinue e indicazioni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

## Tetto rovescio



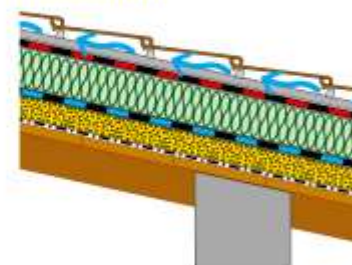
Lo strato impermeabilizzante è posto inferiormente allo strato isolante.

## 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 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 o pavimentazione e spazzamento in argilla espansa/ghiaia. Le membrane auto protette (con uno strato di protezione ardesiata) 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).



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 ardesiata) 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).

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% di tenuta rivestito in lamiera metalliche), realizzato direttamente sull'elemento portante e direzionato verso la linea di convesa e/o verso gli elementi di raccolta e smaltimento (come i pluviali) delle acque meteoriche al fine di evitare zone di ristagno di acqua.





## Idoneità d'applicazione delle membrane impermeabili su sottofondi e massetti alleggeriti in argilla espansa



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 massettizzati a base di argilla espansa.

Con riferimento alla nota tecnica di Ingegneria (Aprile 2001) "Determinazione delle cause del degrado precoce rilevato in alcune zone dei manti impermeabili costituiti da membrane bitumino-polimeriche posate a vista su cemento cellulare" e la presenza sul mercato di numerose tipologie di prodotti per sottofondi alleggeriti, è necessario approfondire tecnicamente la qualità dei premiscelati Lecacem e la validità dei sistemi proposti.

• i sottofondi (gamma Lecacem e CentroStorico) e i massetti (gamma Lecamix e CentroStorico) sono prodotti premiscelati in sacco a base di Lecaniù, 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 dei manti impermeabilizzanti. 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 sintetiche, 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 rapido asportazione del manto sul massetto.



• i sottofondi (gamma Lecacem e CentroStorico) e i massetti (gamma Lecamix e CentroStorico) sono prodotti premiscelati in sacco a base di Lecaniù, 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 dei manti impermeabilizzanti. 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 sintetiche, crepe e perdita di plastificanti;

• malte resinose, incapacità di mantenere una coerenza molecolare e quindi la formazione di microcrepe che rendono permeabile la superficie;



### Idoneità tecnica di sistemi impermeabilizzanti liquidi su massetti alleggeriti in

Per testare la compatibilità tecnica dei massetti e il Massetto CentroStorico con i sistemi impermeabilizzanti a base di resine epossidiche e poliuretano, sono stati realizzati in laboratorio congegnati con i principali produttori di resine epossidiche presenti sul mercato.

I test, effettuati in accordo alle normative di riferimento EN 14891:2017, sono stati effettuati su campioni di massetto (serie diversi dimensionali 50 con i diversi promiscelatori Laborica). Sul campione sono stati applicati i sistemi impermeabilizzanti a base di resine epossidiche e poliuretano (serie diversi dimensionali 50). Dopo 24 ore dalla posa dei sistemi impermeabilizzanti, il tipo di resina è stato verificato in base alla norma di riferimento EN 14891:2017.

Per valutare la durabilità del sistema impermeabilizzante, sono stati effettuati test di trazione diretta su diversi campioni.

- a) Tira (EN 14891:2017): la lastra viene posizionata sopra la soluzione delle resine epossidiche.
- a) Tira (EN 14891:2017): la lastra viene posizionata sopra la soluzione delle resine epossidiche, dopo 7 gg verrà fabbricata una prova di trazione, che permetterà all'acqua di rimanere a temperatura (21°C).

Al termine delle due diverse maturazioni dei campioni componenti nel sistema impermeabilizzante, sono stati effettuati test di trazione diretta in base alla normativa di riferimento EN 14891:2017 sul rivestimento.

I risultati ottenuti con i principali produttori di membrane liquide presenti sul mercato, disponibili su richiesta presso l'Assistenza tecnica Laterlite, 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 valido supporto per la posa dei sistemi impermeabilizzanti liquidi già dopo 2 e 3 giorni dalla messa in opera.



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.

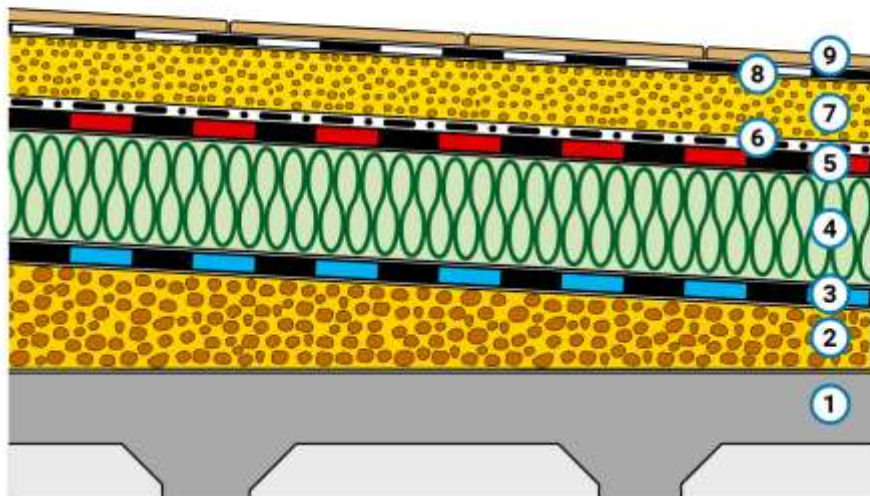
**I risultati ottenuti con i principali produttori di membrane liquide presenti sul mercato, disponibili su richiesta presso l'Assistenza tecnica Laterlite (02 48011962 | infoleca@leca.it), soddisfano pienamente i limiti d'accettazione imposti dalla normativa EN 14891:2017 confermando l'idoneità a pieno titolo dei massetti "Lecamix Facile/Fast" e "Massetto CentroStorico" come valido supporto 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.

# 1. TETTO CALDO

pannello isolante su strato di 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).



# 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 stagiato 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).

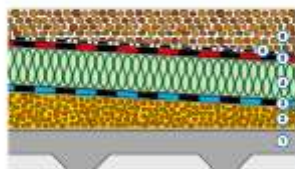
Terminata la fase di indurimento si procede lisciando il getto di calcestruzzo con una miscela di cemento e quarzo attraverso l'impiego di apposite macchine fratazzatrici, rendendo lo strato di usura del pavimento in LecaCLS molto resistente all'abrasione e durabile.

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.

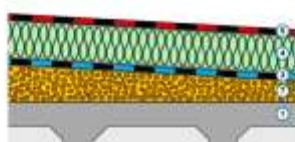


# Copertura non praticabile

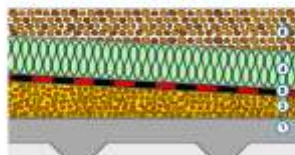
## 1. TETTO CALDO



## 2. TETTO CALDO



## 3. TETTO ROVESCIO

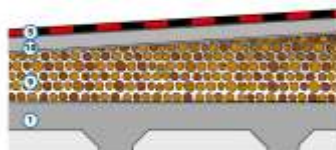


### Stratigrafia soluzioni

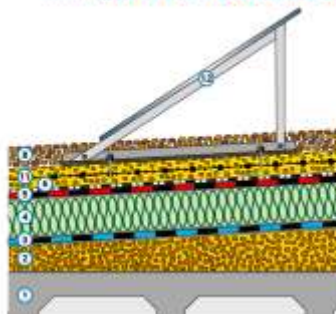
- Elemento peltante.
- Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in LECACEM MINI o LECACEM FACILE a base di argilla espansa Leca®i, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- Strato di controllo del vapore (barriera/riserchio al vapore).
- Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.I.S.E. del 26.6.2015).
- Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- Strato di separazione.
- Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in LECACEM MINI o LECACEM FACILE a base di argilla espansa Leca®i, nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura.
- Strato in ARGILLA ESPANSA Leca 3-B SFUSA con funzione di isolamento/riserchio termico estivo e protezione dell'impermeabilizzazione/elemento termoisolante (spessore circa 10 cm), eventualmente imbotocata.
- Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in ARGILLA ESPANSA Leca 3-B IMBOTTACATA (sacca di cemento in ragione di circa 10-15 kg/ter). 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 orotone di protezione ogni 50-60 m<sup>2</sup> circa di copertura.
- Strato di finitura e supporto in sabbia e cemento.
- Strato in calcestruzzo armato con funzione di isolamento termico in LECACEL 01-009/1800 a base di argilla espansa Leca®i nello spessore minimo di 10 cm (da determinare in funzione dei carichi).
- Modulo impianto fotovoltaico.



## 4. TETTO SU LOCALE NON RISCALDATO



## 5. COPERTURA CON IMPIANTI FOTOVOLTAICI



### Esempio prestazioni di isolamento termico

	Trasmittanza Termica U <sub>T</sub> (W/m²K)	Trasmittanza Termica Periodica Y <sub>e</sub> (W/m²K)	Smorzamento L <sub>s</sub>	Efficienza ε (%)
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) in 0,035 Strati e str. da 12 e 16 cm; strato (5) in Lecacem Facile sp. 7 cm; strato (8-9) in Leca 3-B sp. da 8 e 10 cm; strato (11) in LecaCEL 01-009 sp. 5 cm; isolat. in laterocemento (per approfondimenti: infoleca@leca.it)

### Approfondimenti

#### Pompaggio argilla espansa

L'argilla espansa, Leca e Agrileca, può essere pompata sfusa con autotreni sistemati sino a distanze di 30 m in quota o 80-100 m in orizzontale. Le portate arrivano a 50 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 penicobati Leca consentono la posa diretta degli elementi impermeabilizzanti grazie alle ottime caratteristiche tecniche:
- evitano il potenziale "ristagno" di acqua nel sottofondo pocho in opera e la successiva migrazione verso la superficie esterna;
  - assicurano prestazioni di veloce accugatura;
  - favoriscono l'elevata adesione dell'impermeabilizzazione allo strato isolante grazie all'ottimale coesione superficiale del sottofondo/masotto;
  - 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 a pag. 16 e 17.

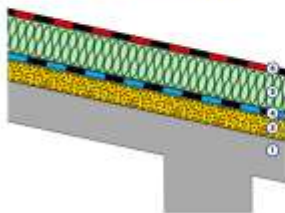


# Coperture inclinate

Tetto non ventilato 28  
Tetto ventilato 26  
Sottotetto isolato 29

## Tetto non ventilato

### 1. TETTO IN CLS E LATEROCEMENTO

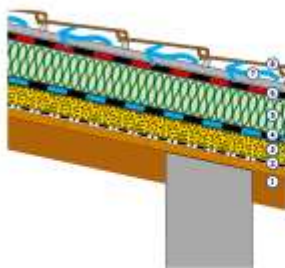


#### Stratigrafia soluzioni

- Elemento portante
- Strato di drenatura
- Strato di supporto isolante in LEGAMIX FACILE/FAST o MASSETTO CERESTORICO a base di argilla espansa LecaPi, nello spessore minimo di 5 cm, con funzione di livellamento dell'elemento portante (in particolare su isolati in chiavero/cemento) e successiva posa dei pannelli termoisolanti (tra cui isolamento termico/leggero termico estivo (particolarmente rilevante su isolati in legno).
- Strato di controllo del vapore (barriera/solotto ai vapori).
- Elemento termoisolante (passato da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento (Decreto M.I.S.E. del 26/4/2010).
- Elemento di tenuta (manto impermeabile a vista).
- Ventilazione
- Struttura di copertura.

## Tetto ventilato

### 2. TETTO IN LEGNO



#### Esempio prestazioni di isolamento termico

	Conduttività termica U (W/mK)	Spessore (cm)	Resistenza termica R (m²K/W)	Spessore (cm)	Conduttività termica U (W/mK)	Spessore (cm)	Resistenza termica R (m²K/W)
1. TETTO IN CLS E LATEROCEMENTO	0,18	0,025	0,11	12,84			
2. TETTO IN LEGNO	0,18	0,078	0,41	7,14			

Molto per il database online (2) in formato Excel (p. 6) e in PDF (2) in formato PDF (p. 6) e in formato PDF (p. 6) e in formato PDF (p. 6).



TETTO NON VENTILATO, TETTO VENTILATO, SOTTOTETTO ISOLATO

## Sottotetto isolato

#### Stratigrafia soluzioni

- Elemento portante
- Strato di isolamento termico sfuso (superficie non praticabile) in argilla espansa LECA 3-8 SPUSA. Per una praticabilità non frequente della superficie è possibile prevedere l'impalcatura superficiale (Bocassa di cemento in ragione di circa 10-15 kg/m²).
- Eventuale strato ripartitore di carico tipo laste in OSB/pezzo fibra per la pedonalità dell'argilla espansa.
- Strato di isolamento termico in argilla espansa LECA 3-8 IN SACCO (superficie non praticabile).
- Strato di frizione con funzione di isolamento termico in LEGAMIX FACILE/FAST/FORTE - MASSETTO CERESTORICO a base di argilla espansa LecaPi.
- Strato di pavimentazione.
- Eventuale ventilazione estiva.
- Strato di supporto o/o livellamento dell'elemento portante con funzione di isolamento termico in LEGAMIX FACILE a base di argilla espansa LecaPi, nello spessore minimo di 5 cm.
- Elemento di tenuta (manto impermeabile a vista).
- Struttura di copertura.

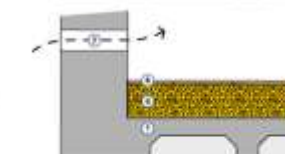
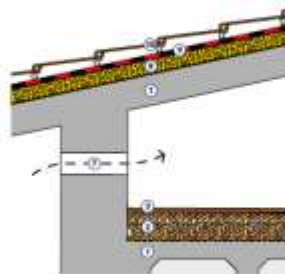
La spessore dello strato isolante (punti 2-4-5-8) andrà determinato in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento (Decreto M.I.S.E. del 26/4/2010).

#### Approfondimenti

##### Pendenze limite di applicazione di massetti e sottotetti

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 frizione. Lecacon MAX, a consistenza fluida, è idoneo per applicazioni in copertura per pendenze sino a circa il 15%.

La gamma di massetti Lecacon e Massetto Cerestorico, 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.

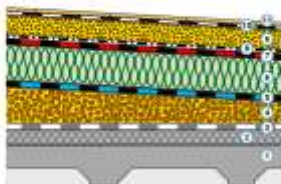


# Riqualficazione di coperture esistenti

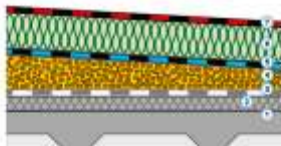
- Copertura piana 32
- Copertura inclinata 34
- Terrazze e balconi 35

## Copertura piana

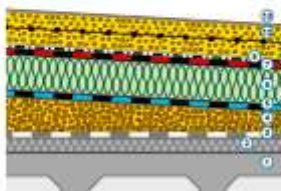
### 1. PRATICABILE



### 2. NON PRATICABILE



### 3. CARRABILE



### Stratigrafia soluzioni

- 1 Elemento portante.
- 2 Eventuale elemento in impermeabile esistente.
- 3 Eventuale elemento di tenuta esistente (manto impermeabile).
- 4 Strato di pendente con funzione di isolamento termico in LECACEM MENTO o LECAMX FACILE a base di argilla espansa Leca®/Leca®/Leca® nello spessore variabile in funzione delle geometrie della copertura.
- 5 Strato di controllo del vapore (barriera/strato di vapore).
- 6 Elemento termoisolante (specie da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alla normativa di riferimento Decreto M.U.S.E. del 26.6.2010).
- 7 Elemento di tenuta (manto impermeabile).
- 8 Strato di separazione.
- 9 Strato di finitura con funzione di isolamento termico in LECAMX FACILE a base di argilla espansa Leca®/Leca®/Leca® 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 LECACEM MENTO o LECAMX FACILE a base di argilla espansa Leca®/Leca®/Leca® nello spessore minimo di 30 cm (da determinare in funzione del calcolo).
- 13 Finitura con spessore al quarzo tipo pavimento industriale.

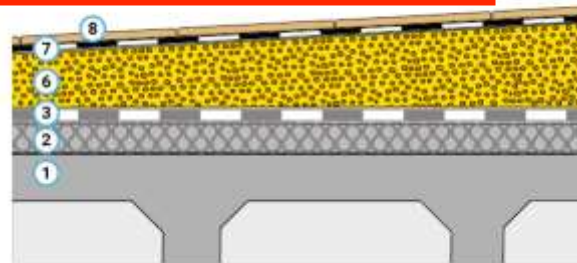
### Esempio prestazioni di isolamento termico

	Trasmissione termica (W/m²K)	Trasmissione termica (W/m²K)	Trasmissione termica (W/m²K)	Spessore (cm)	Spessore (cm)	Peso (kg/m²)
1. PRATICABILE	0,59	0,005	0,00	19,87	100	
2. NON PRATICABILE	0,59	0,004	0,00	16,99	60	
3. CARRABILE	0,58	0,008	0,00	20,21	190	
4. RETE LECALM MANTO/ISOLANTE	0,70	-	-	-	60	

Nota per il calcolo della U in funzione della sp. da 7 a 10 cm, strato (6) LECACEM MENTO e sp. da 7 a 12 cm, strato (6) in funzione della sp. da 5 a 7 cm, strato (12) in LECACEM MENTO sp. da 10 cm, strato (7) in funzione (per approfondimenti info@leca.com).

## COPERTURA INCLINATA, TERRAZZE E BALCONI

## 2. TERRAZZE rifacimento del massetto di finitura



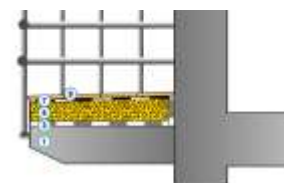
### Approfondimenti

#### Isolamento termico dei balconi.

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

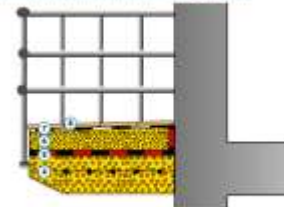
Se il balcone è privo di isolamento, il calore si disperde nel lato non isolato permettendo la formazione di un improprio ponte termico; questo porta all'ipotesi energetica, all'accoppiamento della temperatura nel locale, formazione di condense e muffe.

Tra le soluzioni proposte al presente l'impiego del calcestruzzo isolante Leca®/Leca®, realizzato con argilla espansa Leca®, il basso valore di conducibilità termica, l'altissima affidabile resistenza meccanica necessaria per la stabilità del manufatto, consente di isolare omogeneamente ed efficacemente l'elemento a sbalzo mantenendo inalterata la tradizionale modalità costruttiva evitando l'impiego di soluzioni e dispendiose soluzioni tecniche alternative.



### BALCONI

refacimento soletta strutturale in pendenza



# Tetto verde

## 1. INTENSIVO

Coltivamento intensivo è impiegato principalmente su superfici piane o fruibili per la creazione di veri e propri giardini in:

- edifici residenziali con terrazzoni privati;
- stazioni o aree verdi pubbliche;
- centri educativi;
- parchi cittadini;
- passerelle stradali.



## Stratigrafia soluzione

1. Elemento portante;
2. Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in LECACEM MINI o LECACEM FACILE a base di argilla espansa Leca®; nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura;
3. Strato di controllo del vapore (barriera/soffice al vapore);
4. Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alle normative di riferimento Decreto M.I.C.E. del 26.6.2015);
5. Elemento di tenuta (membrana impermeabile con protezione antiodore (membrana bitumica o in PVC);
6. Strato di protezione dell'elemento di tenuta (tipo geotessuto);
7. Strato drenante in argilla espansa AGRILECA, spessore 1-2 cm;
8. Strato filtrante (tipo geotessuto);
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'installazione e la manutenzione di coperture a verde".



# Coperture a verde

Tetto verde intensivo  
Tetto verde estensivo

38  
39

## Stratigrafia soluzione

1. Elemento portante;
2. Strato di pendenza con funzione di isolamento termico in LECACEM MINI o LECACEM FACILE a base di argilla espansa Leca®; nello spessore variabile in funzione della geometria della copertura;
3. Strato di controllo del vapore (barriera/soffice al vapore);
4. Elemento termoisolante (spessore da determinare in funzione del calcolo termico in accordo alle normative di riferimento Decreto M.I.C.E. del 26.6.2015);
5. Elemento di tenuta (membrana impermeabile con protezione antiodore (membrana bitumica o in PVC);
6. Strato di protezione dell'elemento di tenuta (tipo geotessuto);
7. Strato drenante in argilla espansa AGRILECA, sp. 5-10 cm;
8. Strato filtrante (tipo geotessuto);
9. Substrato colturale LECAGREEN ESTENSIVO a base di argilla espansa, spessore circa 8 cm;
10. Vegetazione (giardini ad erbacee perenni).

## Esempio prestazioni di isolamento termico

	Trasmissione termica U (W/m²K)	Trasmissione termica U <sub>0</sub> (W/m²K)	Scalzo termico (K)	Spessore equivalente (cm)	Spessore equivalente (cm)	Spessore equivalente (cm)
1. INTENSIVO	0,18	0,023	0,02	+24,00	01	
2. ESTENSIVO	0,18	0,027	0,04	21,74	00	

Note per il calcolo strato (1) in Leca® Mini sp. 7 cm, strato (2) in Leca® Mini e sp. da 30 a 12 cm, strato (3) in Agrileca sp. da 10 a 15 cm, valore di riferimento per approfondimenti inf@legreen.it



## 2. ESTENSIVO

Coltivamento estensivo è generalmente realizzato su superficie di ampie dimensioni e con fruibili, con prevalente vocazione 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'installazione e la manutenzione di coperture a verde".

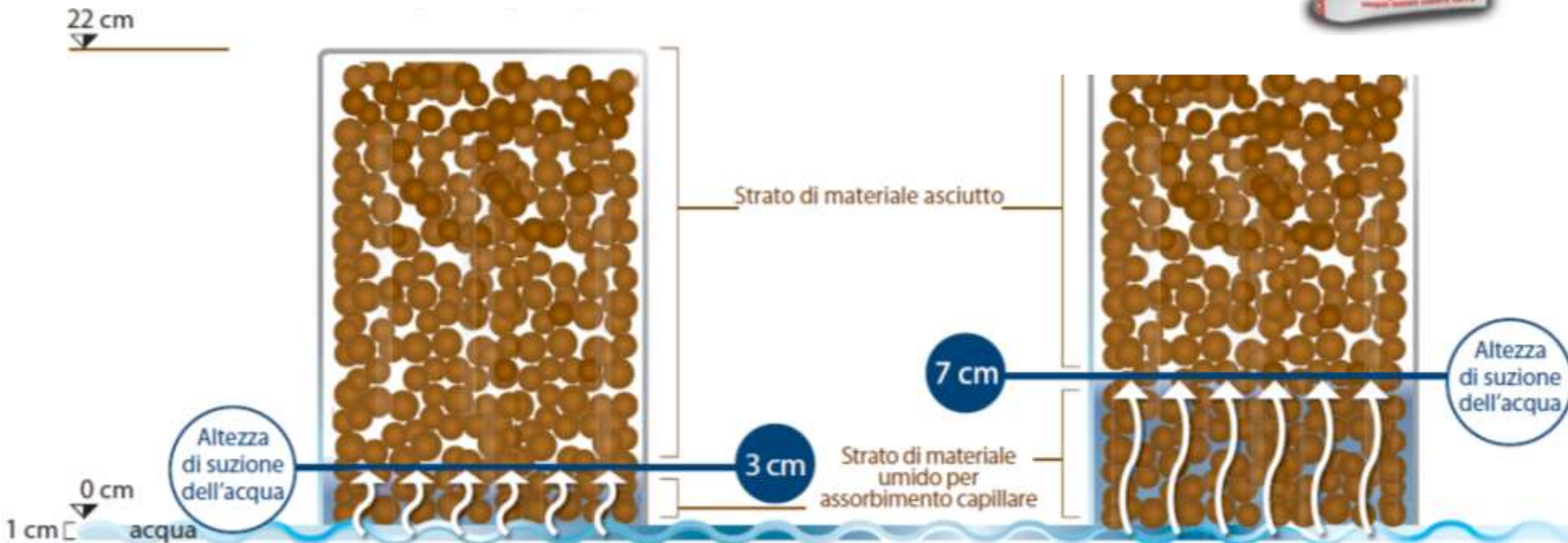


**Soluzioni certificate di  
isolamento termico controterra.**

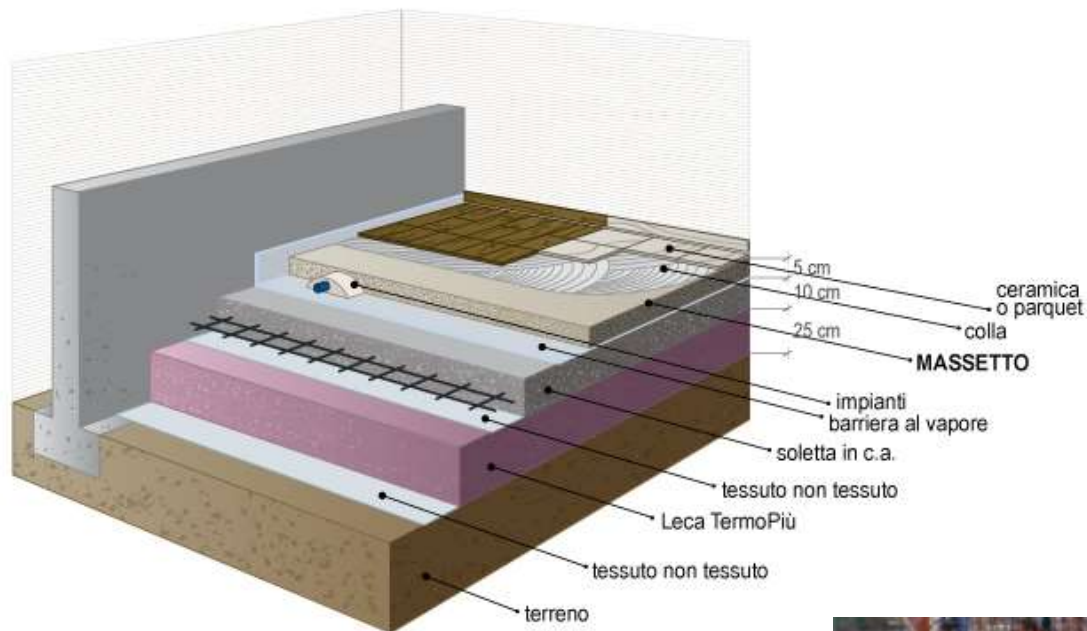


## 6.5 Soluzioni in Leca Termopiù

**L'ARGILLA ESPANSA TERMOPIU', POSTA A DIRETTO CONTATTO CON L'UMIDITÀ, CREA UNA BARRIERA ALLA RISALITA PER CAPILLARITÀ**



## 6.5 Soluzioni in Leca Termopiù

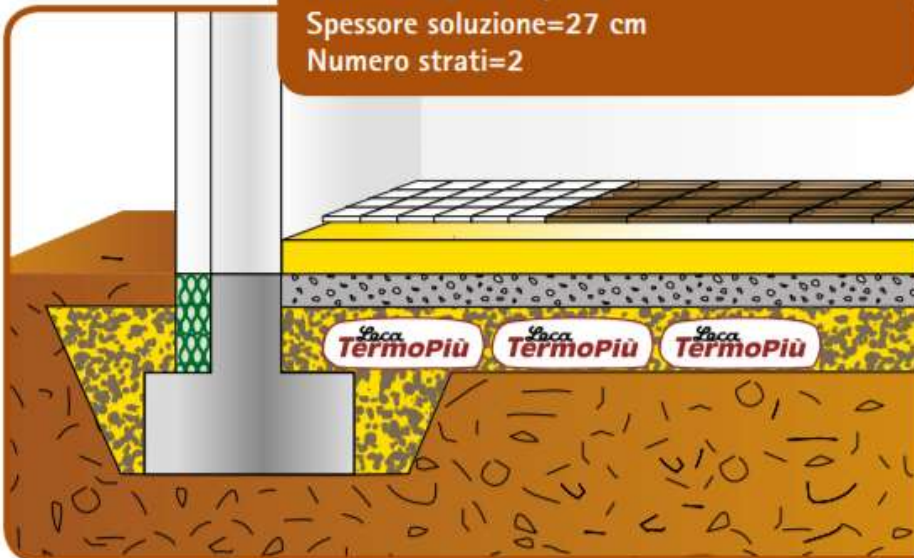


## 6.5 Soluzioni in Leca Termopiù

# ESEMPIO DI SOLUZIONI TECNICHE A CONFRONTO

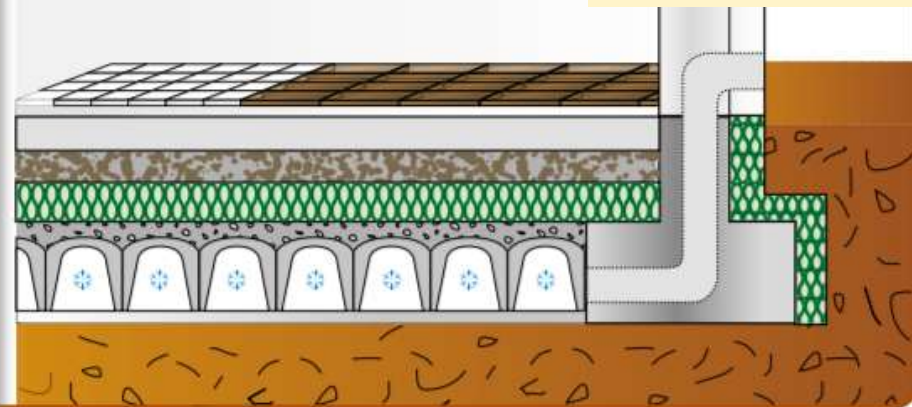
### VESPAIO ISOLATO LECA TERMOPIÙ

$U_{corretta}=0,199 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Spessore soluzione=27 cm  
Numero strati=2



### CASSERI TIPO IGLOO

$U_{corretta}=0,294 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Spessore soluzione=50 cm  
Numero strati=4



#### IPOTESI DI CALCOLO

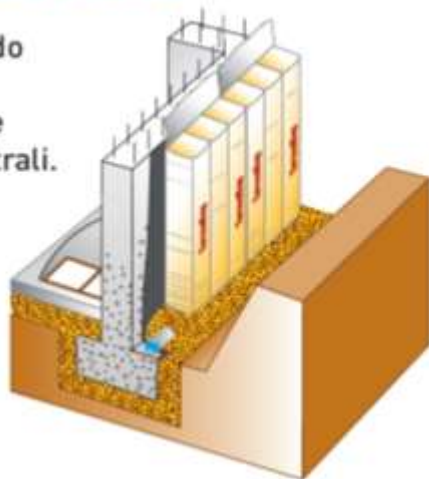
- Superficie edificio: 100 m<sup>2</sup>.
- Perimetro edificio: 40 m.
- Parete esterna edificio: adiabatica con spessore 40 cm.
- Sottofondo tipo Lecacem (sp. 8 cm) e massetto tipo Lecamix (sp. 5 cm).
- Terreno:  $\lambda=2,00 \text{ W/mK}$  (cond. term.).
- Placca di fondazione: in calcestruzzo strutturale ordinario spessore 40 cm e conducibilità termica  $\lambda=1,91 \text{ W/mK}$ .
- Trave rovescia/plinto: in calcestruzzo strutturale ordinario dimensione 130x50 cm (bxh) e  $\lambda=1,91 \text{ W/mK}$ .
- Isolante termico in lastre: tipo XPS,  $\lambda=0,031 \text{ W/mK}$  e spessore 10 cm.
- Coefficiente ponte termico  $\psi$ : riferito alle misure esterne del dettaglio costruttivo.
- Calcolo effettuato considerando il contributo termico del sistema "struttura-sottosuolo" in accordo alla UNI EN ISO 13370.



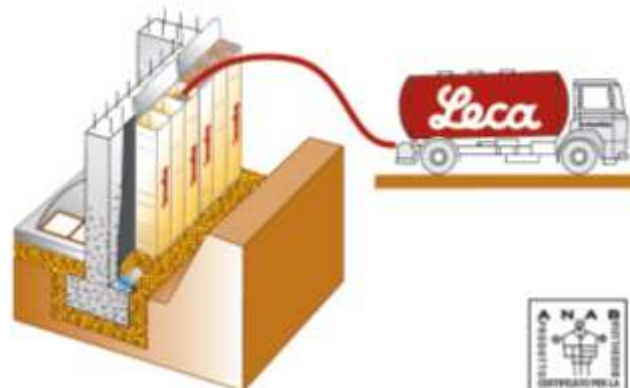
## 6.5 Soluzioni in Leca Termopiù

### MODALITÀ DI MESSA IN OPERA

1. Fissare in modo provvisorio TermoBag alle pareti perimetrali.



2. Riempire TermoBag con Leca Termopiù (pompaggio pneumatico con produttività di ca. 40 m<sup>3</sup>/h e sino a distanza di ca. 80 m).





# Grazie



[www.leca.it](http://www.leca.it)

**Ing. Giuseppe ALTOMARE**

[g.altomare@leca.it](mailto:g.altomare@leca.it)

335 1201656