

INTERVENTI LOCALI SULLE STRUTTURE ESISTENTI IN MURATURA

Prof. Ing. Flora Faleschini
Dipartimento Ingegneria
Civile, Edile e Ambientale
VMSSE 2023/2024



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

INTONACO ARMATO

Tecnica tradizionale che prevede **l'inserimento di 2 lastre di calcestruzzo armato affiancate alla parete di muratura, sui due lati. L'armatura consiste in una rete metallica (o in composito).**

Le pareti vanno rese **solidali con la muratura** tramite l'utilizzo di connettori trasversali.

PRO:

- Incrementa resistenza della parete nel piano
- elimina effetto lesioni locali
- facilità esecuzione
- non altera stato tensionale muratura
- costo e materiali reperibili

CONTRO:

- Non eseguibile su murature di pregio
- aumenta rigidità parete
- rischio corrosione armature
- variazione dell'isolamento termico e traspirabilità
- rende difficile l'accesso agli impianti

INIEZIONI DI MALTA

Tecnica tradizionale che prevede **l'utilizzo di miscele leganti per il riempimenti di vuoti e lesioni** della muratura esistente. Generalmente utilizzata in accoppiamento ad altri interventi.

Affinché l'intervento abbia successo è necessario che la muratura presenti **una elevata porosità** e che i pori siano interconnessi fra di loro.

PRO:

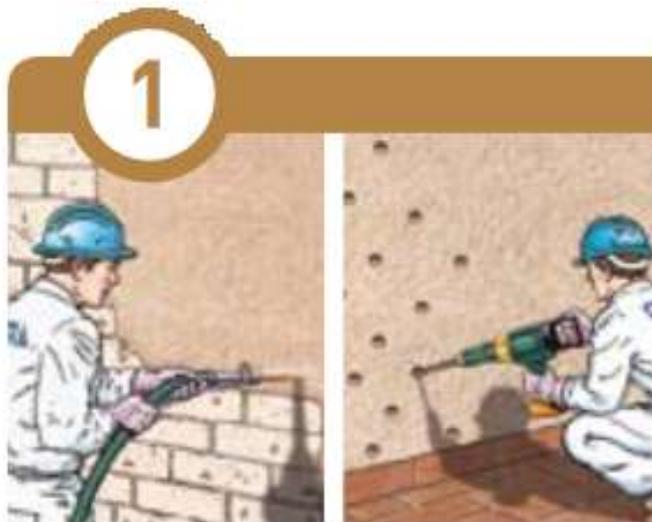
- Incrementa resistenza della parete nel piano
- sigilla le lesioni diffuse
- non altera stato tensionale pre-esistente
- facile reperibilità dei materiali
- intervento economico

CONTRO:

- Solo per murature con elevata porosità
- aumenta rigidità parete
- non ha effetti sull'interconnessione delle pareti con quelle laterali
- richiesta manodopera specializzata
- rischio danneggiamento se non correttamente eseguita

INIEZIONI DI MALTA

Tecnica di esecuzione:



a) Pulitura della parete

- getti acqua ad alta o bassa pressione
- getti di vapore saturo a 150-200°C e pressione 5-10 atm
- acqua nebulizzata
- getti aria compressa
- sabbiatura / spazzolatura meccanica
- agenti chimici

b) Pulitura dei giunti

c) **Stilatura dei giunti e sigillatura delle lesioni**
con malta di calce e cemento o malta di calce e sabbia

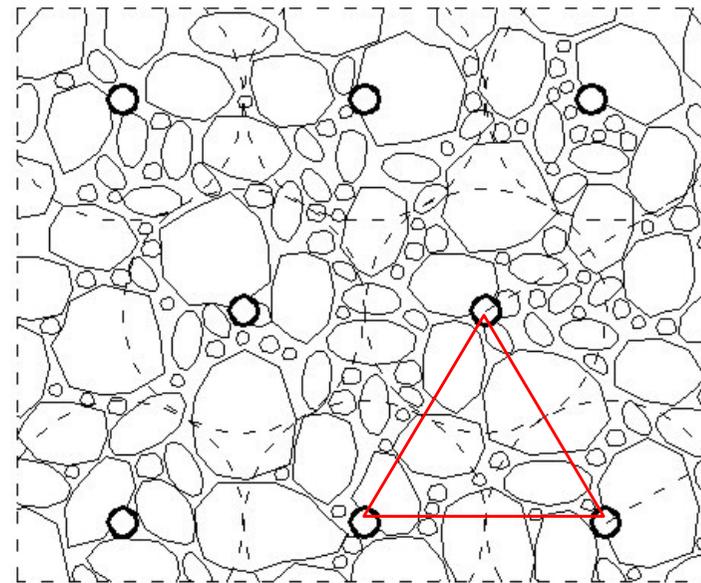
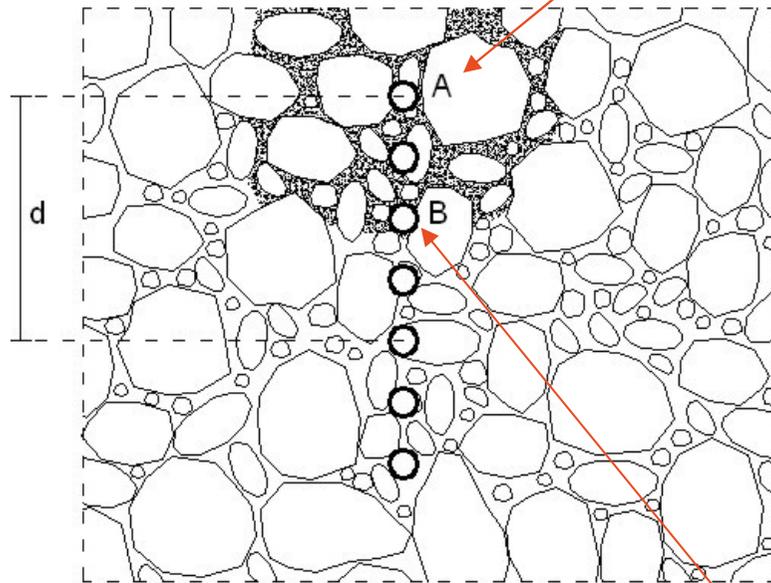
d) Ubicazione dei fori

studio del loro posizionamento e distanza. Generalmente distanziati di 40 – 60 cm.

INIEZIONI DI MALTA

Tecnica di esecuzione:

Foro principale

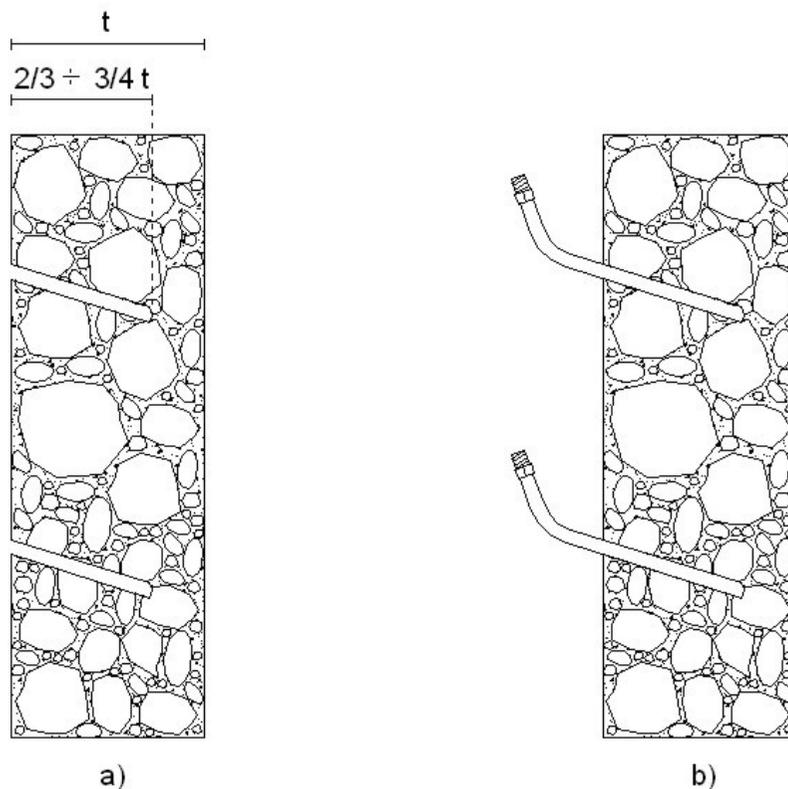


$$d = 2d(AB)$$

Ultimo foro da cui fuoriesce la malta

INIEZIONI DI MALTA

Tecnica di esecuzione:



e) Realizzazione dei fori e Posizionamento dei tubi di raccordo

pendenza di circa 10° , con perforatrici a rotazione

Tubetti di raccordo (in rame, alluminio o resina) devono essere sigillati alla parte con malta a presa rapida.

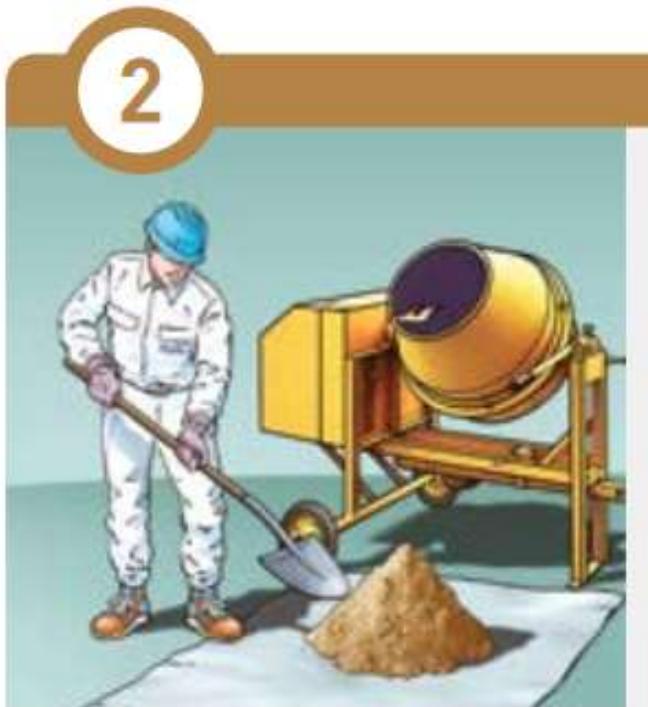
All'estremità ci sono gli attacchi per il collegamento con la mandata del sistema di iniezione.

f) Lavaggio e saturazione della parete

per rimuovere detriti derivanti dal carotaggio. Saturazione parete se uso malta di cemento o di calce.

INIEZIONI DI MALTA

Tecnica di esecuzione:



Realizzazione degli impasti

- caratteristiche meccaniche simili a quelle della muratura originale
- elevata capacità di penetrazione nella muratura
- presa ed indurimento veloce
- proprietà chimiche stabili nel tempo e compatibili con substrato
- economicità

INIEZIONI DI MALTA

Tecnica di esecuzione:

1) Miscela a base di cemento Portland:

Per malte ad alta resistenza. Aggiungete con agenti anti-ritiro e con polvere di marmo, molto utilizzate.

Attenzione alla quantità d'acqua → ritiro vs omogeneità e fluidità dell'impasto!

2) Miscela a base di calce:

Per malte a media-bassa resistenza. Aggiungete con agenti anti-ritiro. Generalmente rimangono «indietro» a causa della formazione di grumi.

3) Miscela a base di resine organiche:

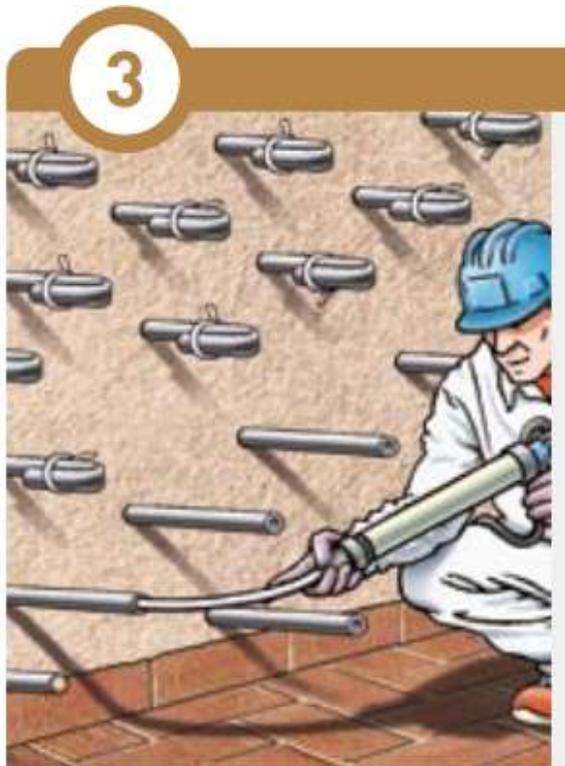
Per malte ad alta resistenza e tempi di presa veloci.

4) Miscela a base di resine reoplastiche:

Per malte con elevata fluidità ed anti-ritiro.

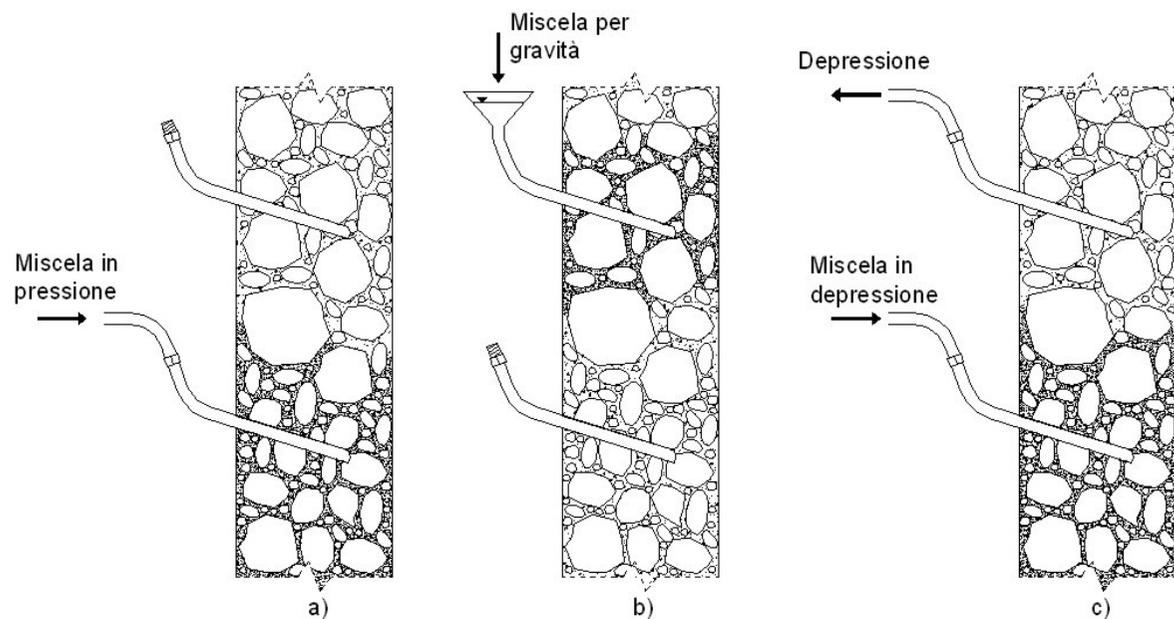
INIEZIONI DI MALTA

Tecnica di esecuzione:



Esecuzione delle iniezioni:

- a) IN PRESSIONE
- b) PER GRAVITA'
- c) IN DEPRESSIONE



INIEZIONI DI MALTA

Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei quadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (***)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniezzabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

PERFORAZIONI ARMATE

Tecnica tradizionale che prevede di **collocare all'interno della muratura barre di armatura ad aderenza migliorata di diametro 10-16mm, sigillate da miscele leganti.**

PRO:

- Incrementa resistenza della parete nel piano
- Incrementa resistenza della parete fuori piano (aumento collegamento tra pareti ortogonali)
- incremento resistenza in zone concentrate
- contrasto dell'espansione laterale di elementi compressi
- ancoraggio di eventuali cordoli alla muratura
- no modifiche estetiche
- no modifica stato tensionale pre-esistente



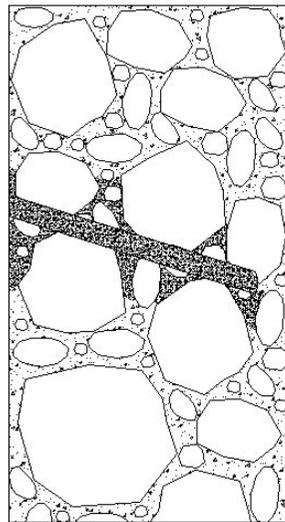
CONTRO:

- attenzione alle discontinuità tra parti rinforzate e non
- se non condotto a regola d'arte può danneggiare la muratura localmente

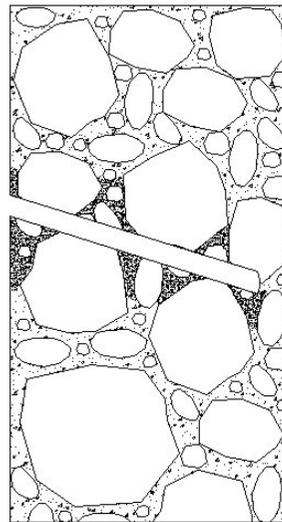
PERFORAZIONI ARMATE

Tecnica di esecuzione:

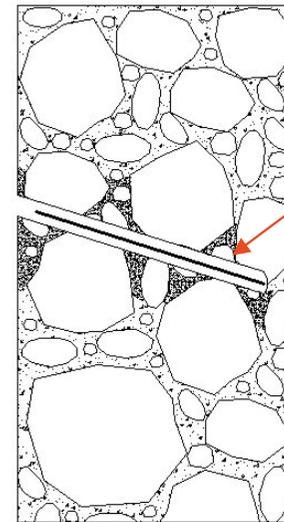
1. **Realizzazione dei fori:** interasse circa 50 cm, sfalsati, inclinazione 5-10° sull'orizzontale, con varie direzioni in pianta. Diametro foro 3-5cm ($D_{\text{foro}} > D_{\text{armature}} + 5\text{mm}$).
2. **Pulitura dei fori:** pulizia con aria compressa.
3. **Posa in opera delle barre ed esecuzione delle iniezioni:** in fase singola o a fasi successive



a)



b)



c)

si usano
distanziatori

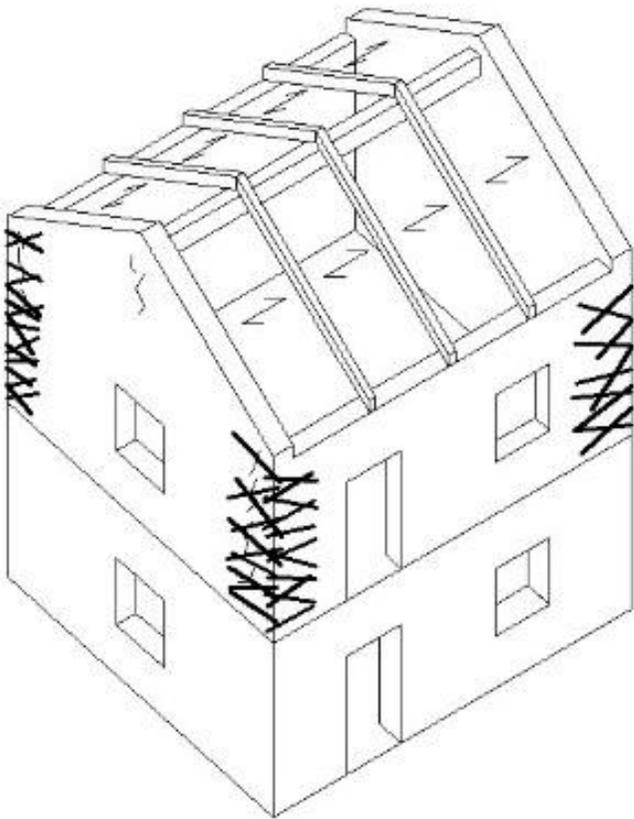
PERFORAZIONI ARMATE

Tabella C8.5.II -Coefficienti correttivi massimi da applicarsi in presenza di: malta di caratteristiche buone; ricorsi o listature; sistematiche connessioni trasversali; consolidamento con iniezioni di malta; consolidamento con intonaco armato; ristilatura armata con connessione dei paramenti.

Tipologia di muratura	Stato di fatto			Interventi di consolidamento			
	Malta buona	Ricorsi o listature	Connessione trasversale	Iniezione di miscele leganti (*)	Intonaco armato (**)	Ristilatura armata con connessione dei paramenti (**)	Massimo coefficiente complessivo
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,5	1,3	1,5	2	2,5	1,6	3,5
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo	1,4	1,2	1,5	1,7	2,0	1,5	3,0
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	1,3	1,1	1,3	1,5	1,5	1,4	2,4
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,5	1,2	1,3	1,4	1,7	1,1	2,0
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.,)	1,6	-	1,2	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura a blocchi lapidei squadrati	1,2	-	1,2	1,2	1,2	-	1,4
Muratura in mattoni pieni e malta di calce	(***)	-	1,3 (****)	1,2	1,5	1,2	1,8
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es: doppio UNI foratura ≤40%)	1,2	-	-	-	1,3	-	1,3

(*) I coefficienti correttivi relativi alle iniezioni di miscele leganti devono essere commisurati all'effettivo beneficio apportato alla muratura, riscontrabile con verifiche sia nella fase di esecuzione (iniettabilità) sia a-posteriori (riscontri sperimentali attraverso prove soniche o similari).

PERFORAZIONI ARMATE

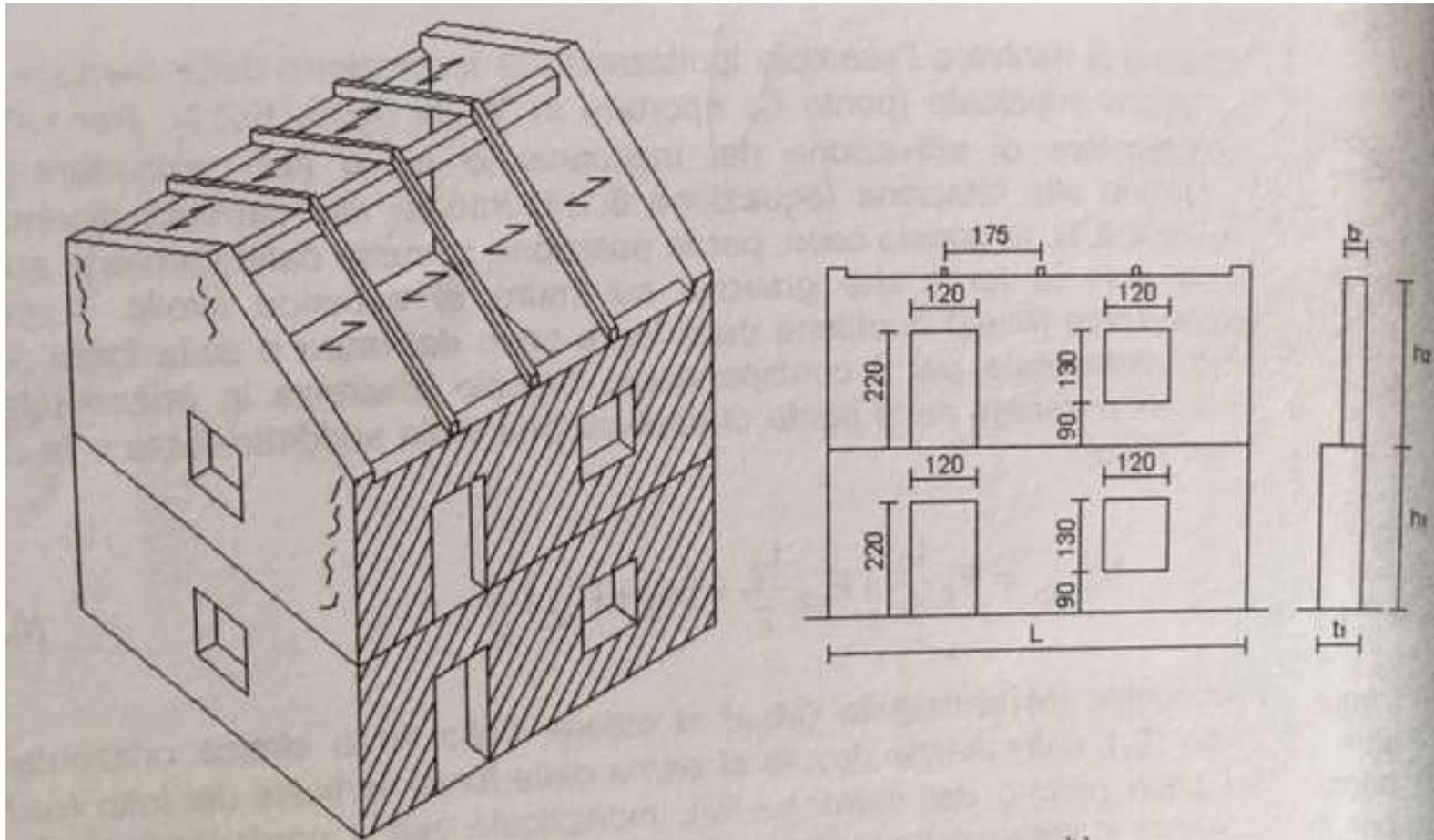


Spesso utilizzate per aumentare grado di ammassamento fra due pareti ortogonali.

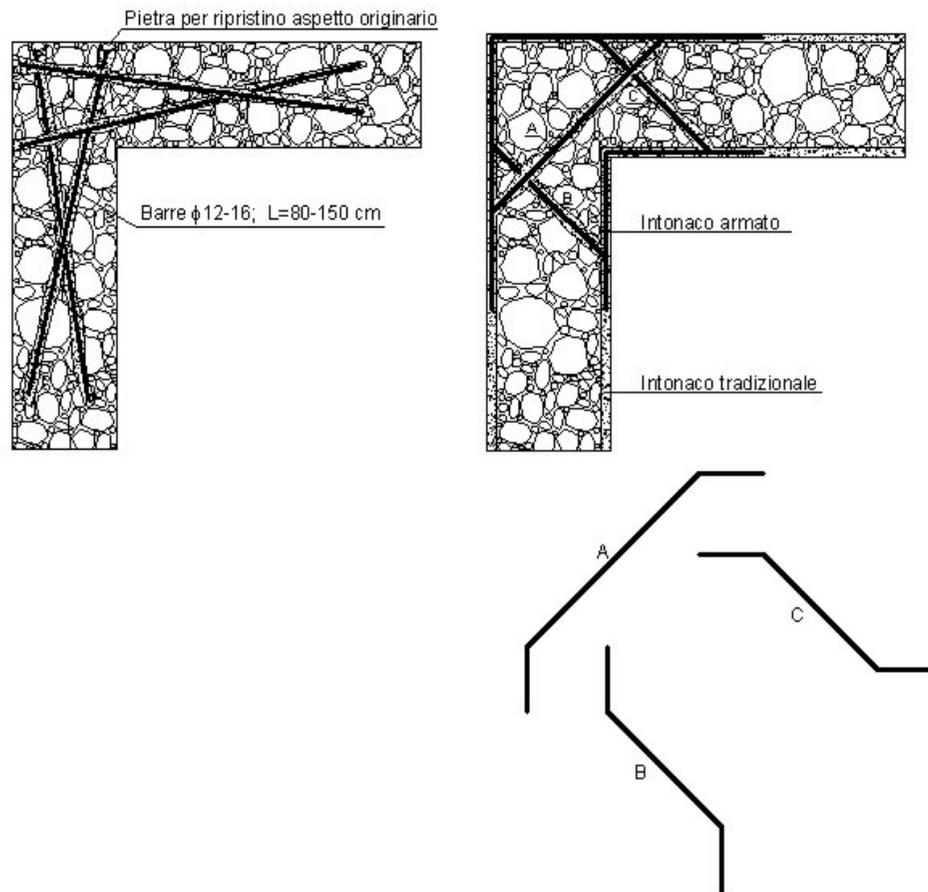
NB: attenzione! La lunghezza tipica di una barra è tra 100-150 cm.

Da un meccanismo di ribaltamento semplice si passa ad un meccanismo di ribaltamento composto.

PERFORAZIONI ARMATE - ESEMPIO



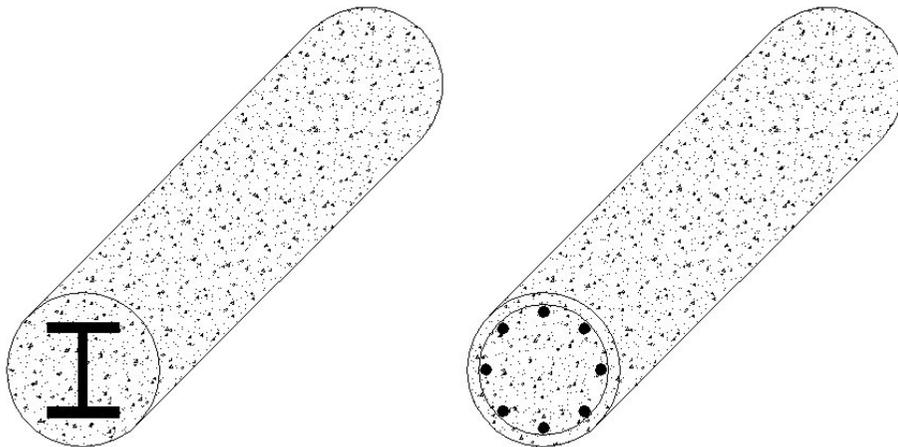
PERFORAZIONI ARMATE



Zone concentrate di una parete — ad esempio, nella zona di collocazione di un tirante.

DIATONI ARTIFICIALI

Tecnica tradizionale che si utilizza per **migliorare la connessione di murature a più paramenti**, i quali tenderebbero a comportarsi in modo differito sotto l'azione sismica e a spanciare sotto i carichi gravitazionali (con importanti riduzioni di capacità portante per effetti di instabilità).

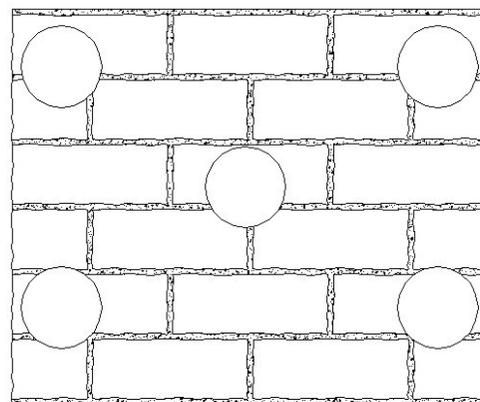


Generalmente in calcestruzzo armato, con forma cilindrica di diametro 10-15 cm, lunghezza pari allo spessore del muro.

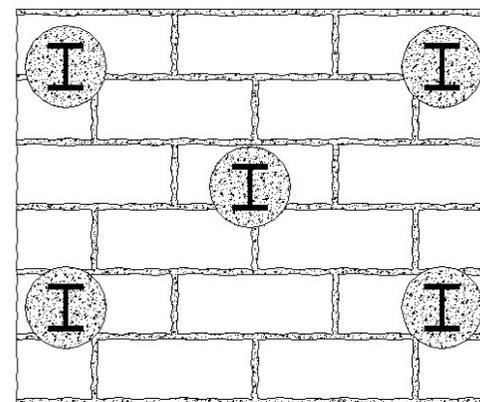
DIATONI ARTIFICIALI

Tecnica di esecuzione:

1. **Realizzazione dei fori:** interasse tra 80 e 150 cm, realizzati con macchine a rotazione e fluido di raffreddamento
2. **Pulitura dei fori:** pulizia con aria compressa.
3. **Posa in opera dell'armatura (o del profilo) ed esecuzione del getto.** Armatura con distanziatori, getti con cls a basso ritiro. Spesso foratura a fasi successive per ridurre problematiche di indebolimento eccessivo muratura.



a)



b)

DIATONI ARTIFICIALI

Consolidamento con diatoni artificiali o tirantini antiespulsivi

Nel caso dell'inserimento di diatoni artificiali dotati di una significativa rigidezza a taglio e sufficientemente diffusi, si può applicare a tutti i parametri di resistenza il coefficiente indicato per le murature originariamente dotate di una buona connessione trasversale; gli elementi di connessione a trazione (tirantini) hanno un effetto significativo solo per la resistenza a compressione (f).

Cinematismo fuori piano: da composto (muratura a più paramenti) a ribaltamento semplice.

CUCI-SCUCI

Tecnica tradizionale che consiste nella **sostituzione di limitata zone di muratura degradata o lesionata con una nuova tessitura muraria con elementi sani.**

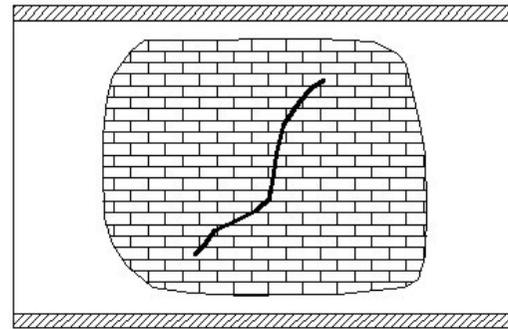
I nuovi elementi devono essere caratterizzati da caratteristiche più simili possibili a quelli della muratura esistente. Si applica a murature di buona qualità. Non presenta vantaggi se applicata su una muratura di scarsa qualità.

Non condiziona il comportamento globale della struttura.

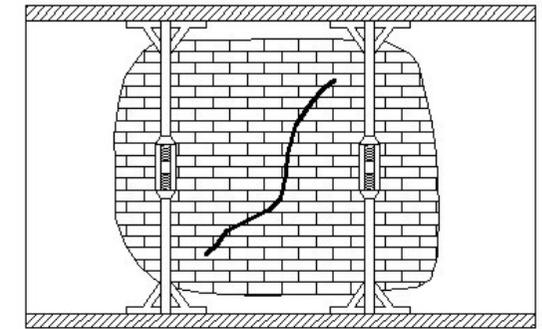


CUCI-SCUCI

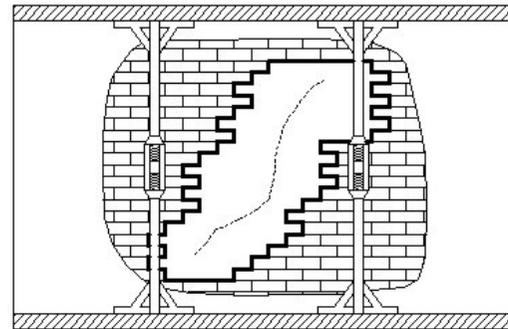
Tecnica di esecuzione:



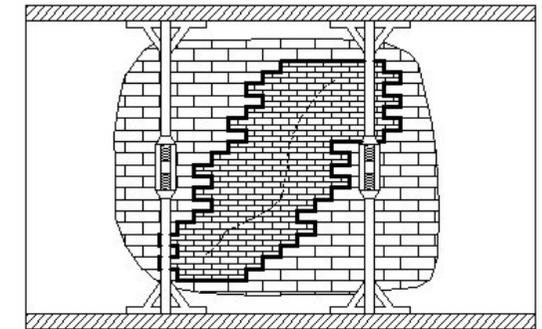
Fase A



Fase B



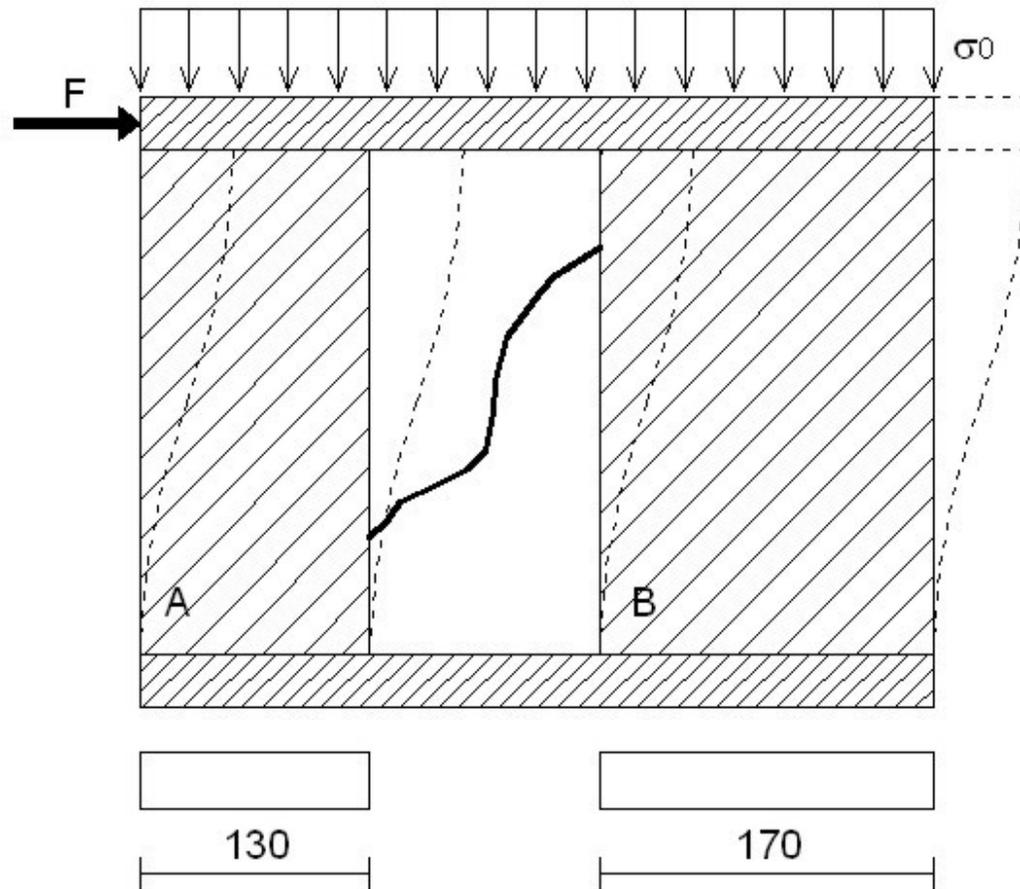
Fase C



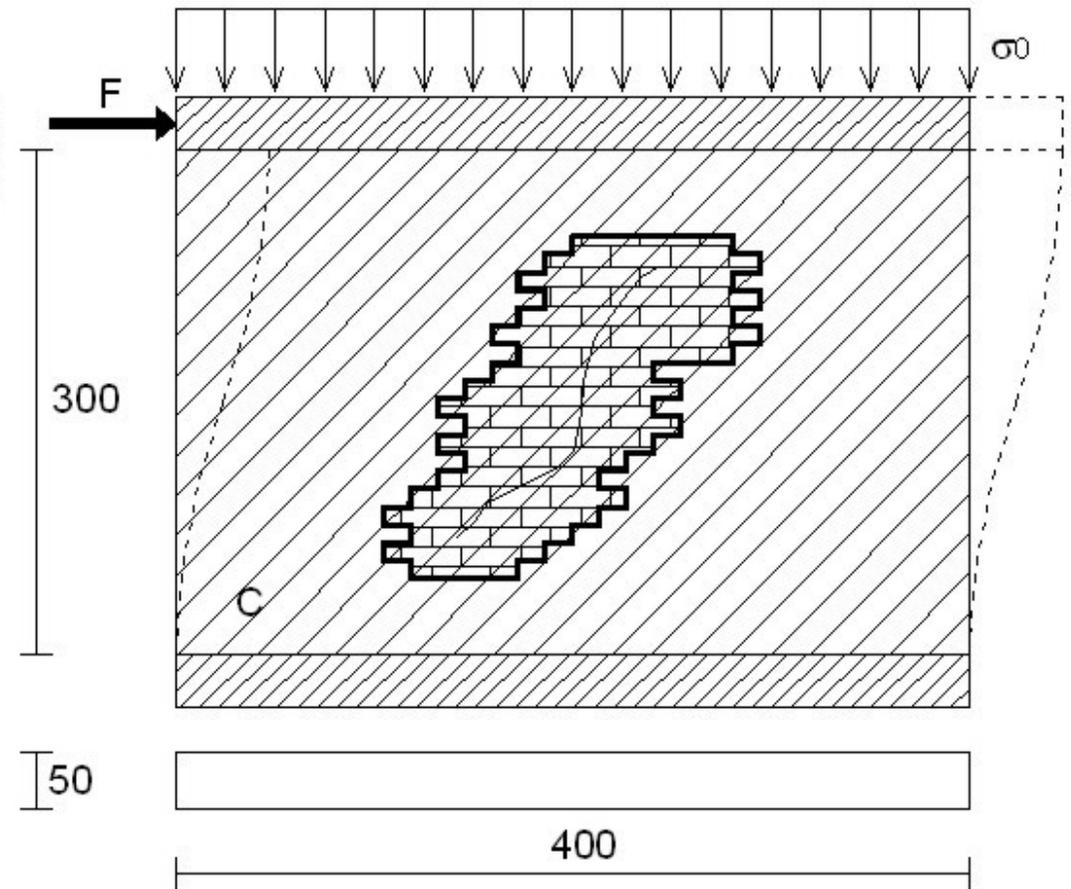
Fase E

1. **Preparazione della parete**
2. **Puntellamento della parte di struttura interessata.** La messa in forza del sistema di puntelli va attuata tramite dispositivi tipo martinetti oleodinamici o meccanici, elementi meccanici filettati, cunei di legno martellati, etc.
3. **Rimozione della muratura degradata (scucitura):** manualmente.
4. **Pulitura delle superfici di contatto**
5. **Ricostruzione della parete asportata (cucitura):** consolidamento dal basso all'alto. Letti di malta di spessore limitato. Messa in forza graduale, attenzione al ritiro della malta
6. **Rimozione puntellatura** quando la malta è matura.

CUCI-SCUCI - ESEMPIO



a) Parete con lesione



b) Parete con cuci-scuci

REALIZZAZIONE DI NUOVE PARETI

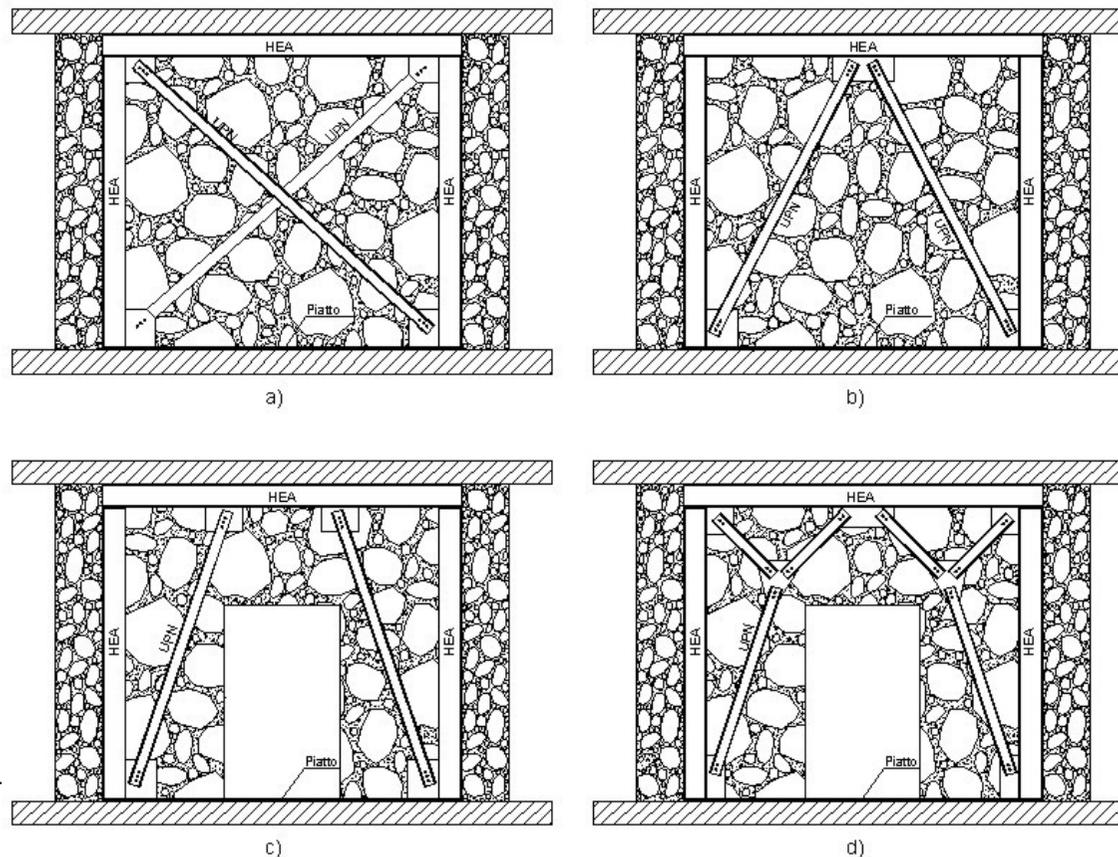
Tecnica tradizionale che prevede di inserire nuove pareti nell'edificio, al fine di allocare le sollecitazioni sismiche ai nuovi setti. Tecnica che prevede una **sostanziale ri-distribuzione delle rigidzze e delle masse**.

Nuovi setti devono essere cielo-terra. La loro collocazione in pianta deve far sì da ridurre il più possibile l'eccentricità tra centro delle masse e delle rigidzze.

Le nuove pareti devono essere progettate con i parametri per le nuove costruzioni (NB: attenzione al modello capacitivo del taglio resistente – solo scorrimento).

REALIZZAZIONE DI TELAI METALLICI CONTROVENTATI

Tecnica tradizionale che prevede di inserire **nuovi elementi sismo-resistenti da affiancare alle strutture esistenti**. Possono essere affiancati alla parete (**in uno o ambo i lati**), e ad essi generalmente si affida solo la resistenza alle sollecitazioni orizzontali.



REALIZZAZIONE DI TELAI METALLICI CONTROVENTATI

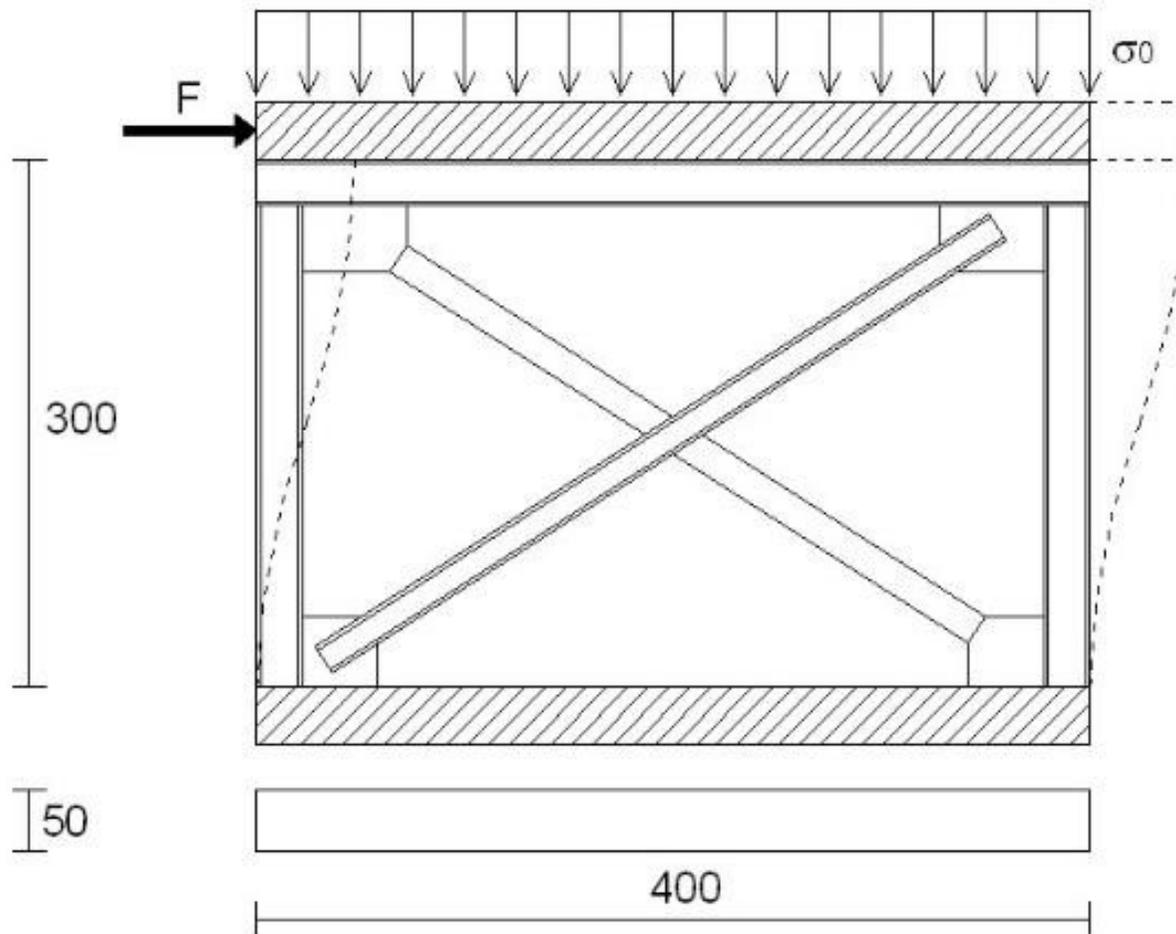
Vantaggi:

1. facile da realizzare, sia in officina che durante l'assemblaggio in cantiere
2. strutture leggere
3. intervento reversibile
4. tutte le sollecitazioni orizzontali affidate alle nuove strutture

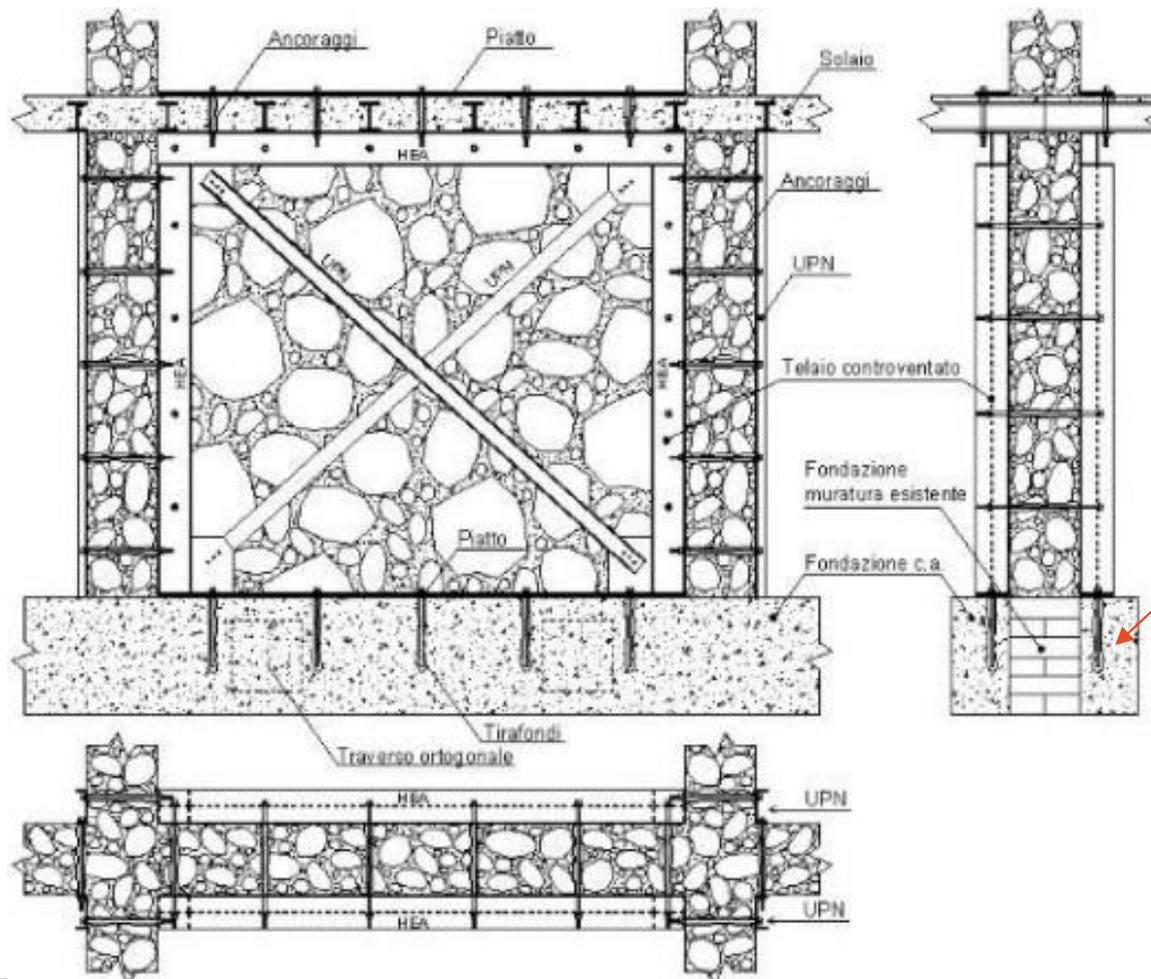
Svantaggi:

1. intervento modifica sostanzialmente la distribuzione delle rigidità della struttura, possono nascere eccentricità significative tra centro delle masse e delle rigidità
2. non sempre semplice da modellare, richieste analisi di tipo non lineare per valutare il comportamento globale della struttura

REALIZZAZIONE DI TELAI METALLICI CONTROVENTATI - ESEMPIO



REALIZZAZIONE DI TELAI METALLICI CONTROVENTATI



nuova fondazione da affiancare a quella esistente.
Attenzione alle sollecitazioni trasmesse dal controvento nel dimensionamento dei collegamenti!

CERCHIATURE NELLE APERTURE

Intervento tipico quando si ha la **necessità di creare aperture nella muratura portante.**

Si procede creando un **telaio chiuso attorno all'apertura stessa.** Il telaio deve avere (almeno) la **stessa rigidità e resistenza** della muratura asportata.

Intervento svolto **anche su aperture esistenti,** quando si abbia la necessità di aumentare resistenza nel piano della parete.



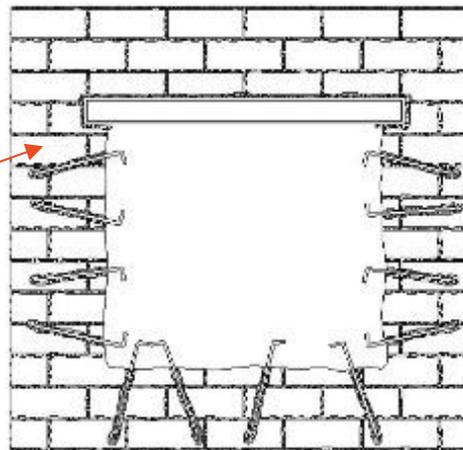
Nel caso di realizzazione di *nuove aperture* in pareti esistenti, per far fronte alla diminuzione della capacità resistente della parete e all'aumento della sua deformabilità, può essere necessario prevedere rinforzi in grado di collaborare con la muratura esistente attraverso opportune connessioni ripristinando, per quanto possibile, la condizione dell'intera parete in atto prima della realizzazione dell'apertura.

CERCHIATURE NELLE APERTURE

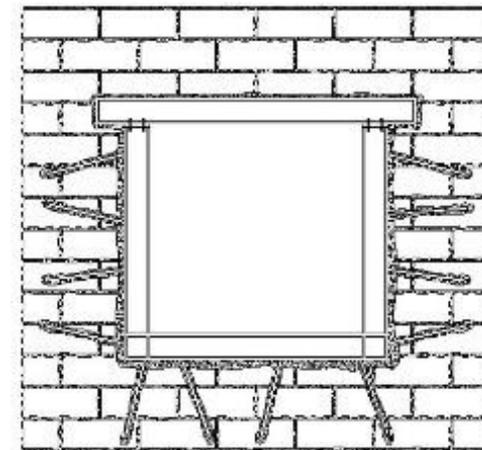
Tecnica di esecuzione:

1. **Puntellamento della parte di struttura interessata** (alternativa in fasi successive se puntellamento non possibile)
2. **Realizzazione del foro** (no macchine a percussione)
3. **Realizzazione delle perforazioni di ancoraggio** generalmente in presenza dei piedritti e del traverso inferiore
4. **Messa in opera**

traverso più
ampio del foro



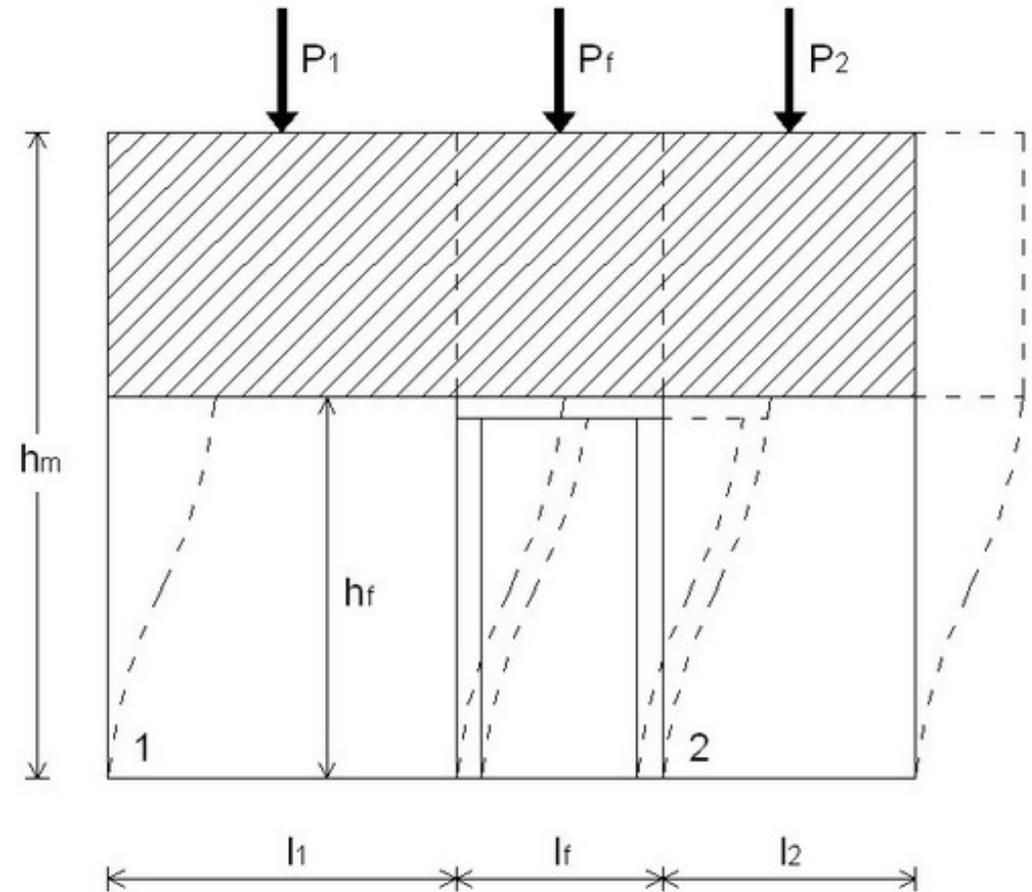
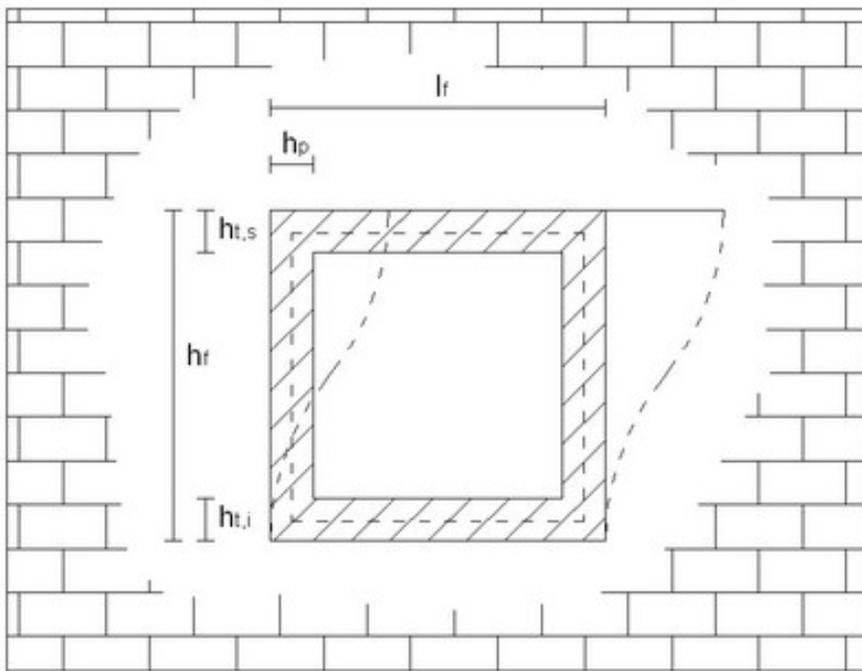
a) Realizzazione delle perforazioni armate



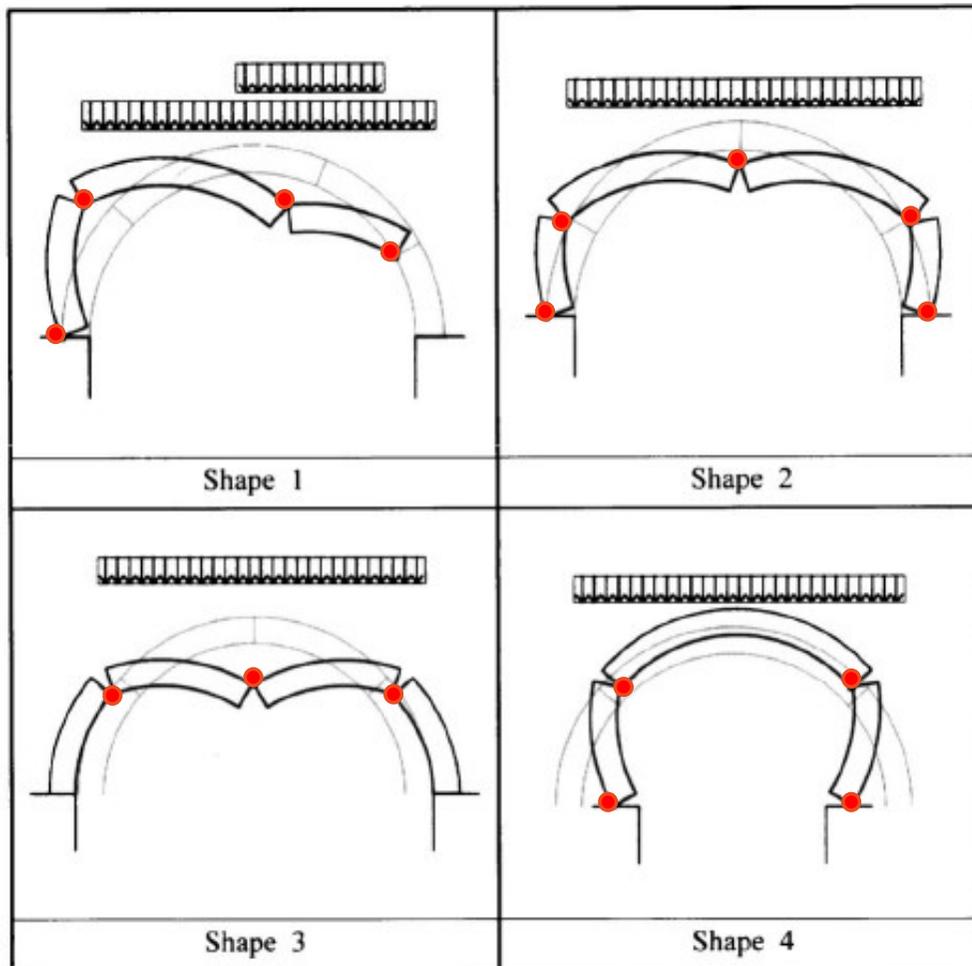
b) Posizionamento della cerchiatura

Alcuni dettagli costruttivi visibili in: [Consolidamento di strutture in muratura: i dettagli costruttivi delle cerchiature delle aperture | Articoli | Ingenio \(ingenio-web.it\)](#)

CERCHIATURE NELLE APERTURE - ESEMPIO

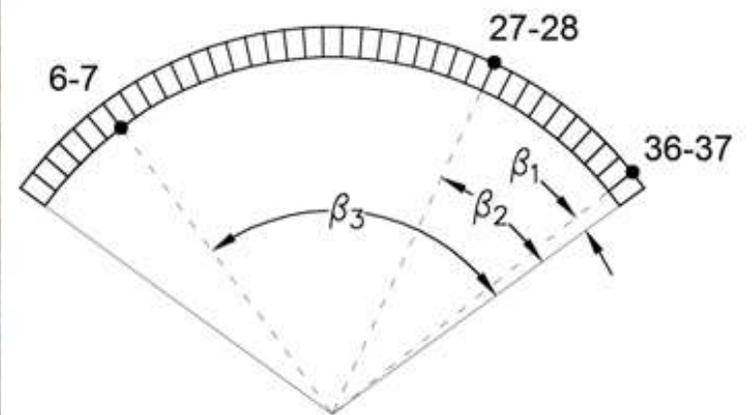
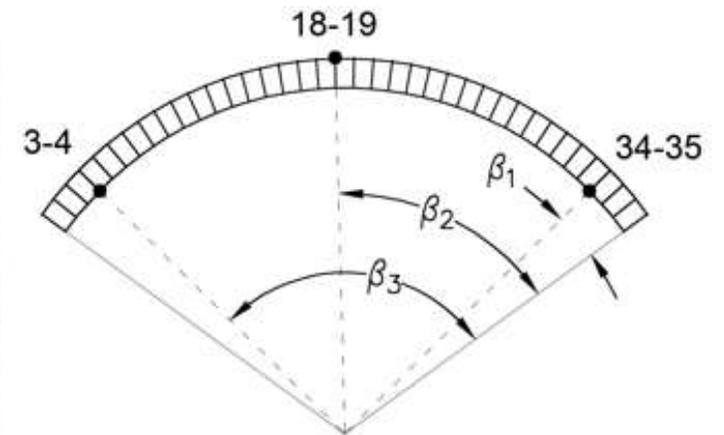
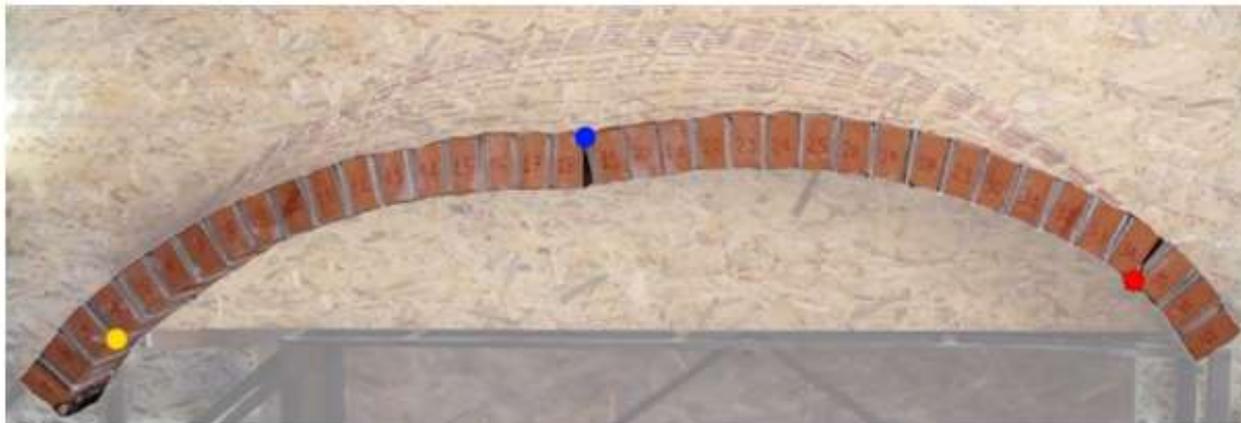


ARCHI E VOLTE

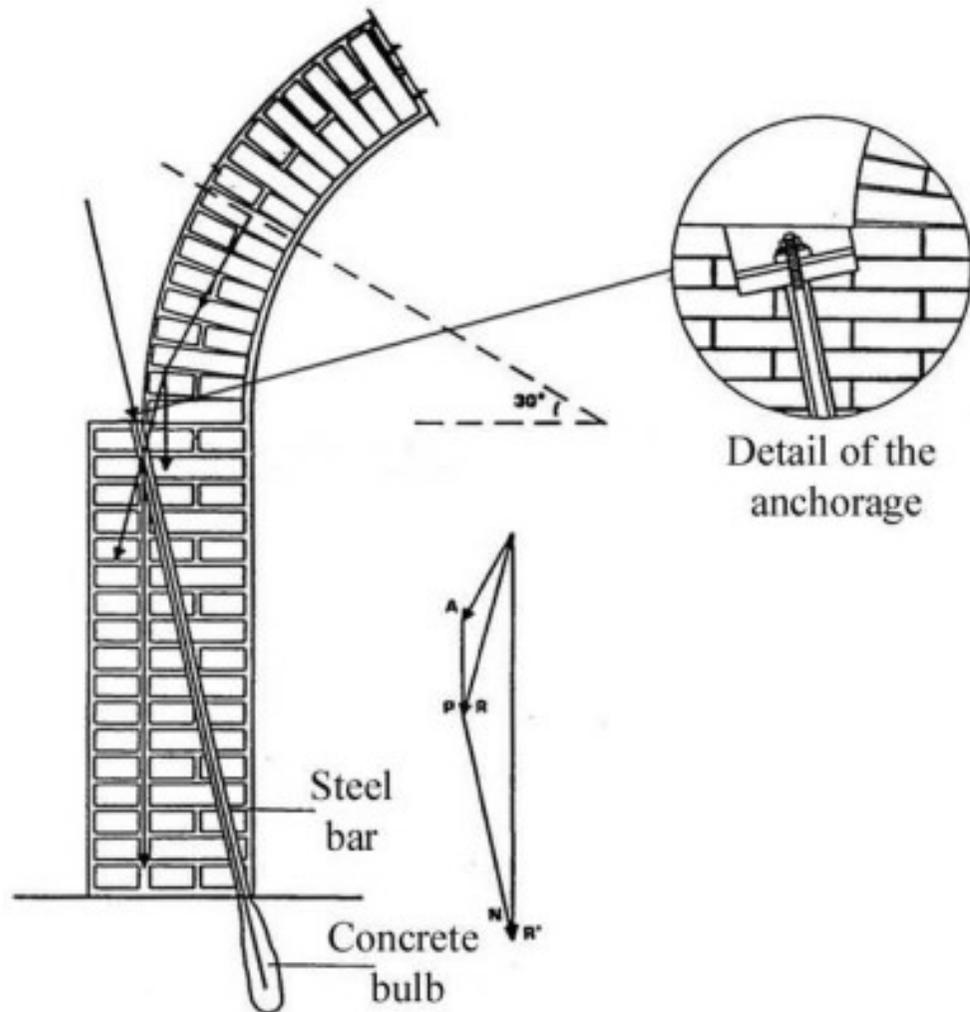


Gli archi, grazie alla loro geometria, sono in grado di resistere bene a carichi simmetrici, ma hanno scarsa resistenza a carichi non simmetrici. Inoltre, il collasso delle strutture ad arco, è dovuto alla formazione di un numero sufficiente di cerniere di fessurazione che rendono l'arco una struttura labile.

ARCHI E VOLTE



ARCHI E VOLTE — VERTICALIZZAZIONE DELLA SPINTA



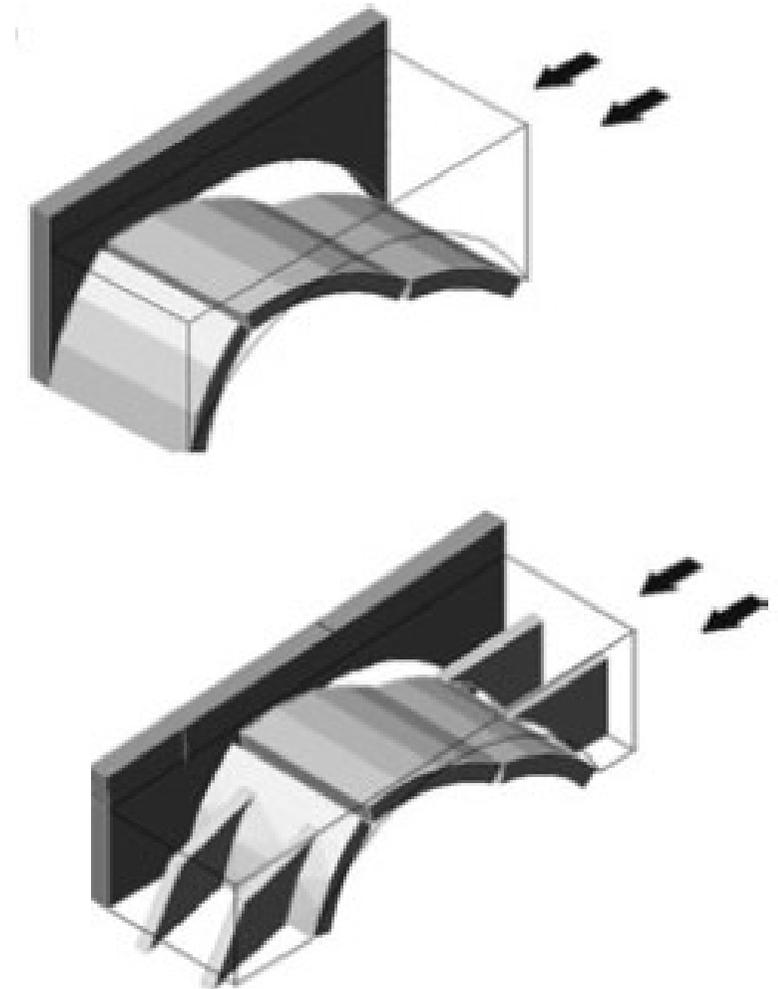
Le strutture ad arco scaricano (sui sostegni) delle reazioni vincolari che hanno una **componente orizzontale non trascurabile**.

Per contrastare l'effetto negativo della componente orizzontale della reazione vincolare degli archi è possibile **iniettare delle barre all'interno delle spalle dell'arco** come rappresentato nell'immagine. Infatti, applicando un precarico alle barre iniettate, è possibile **«verticalizzare» la reazione dell'arco** come si evince dal poligono funicolare riportato in figura.

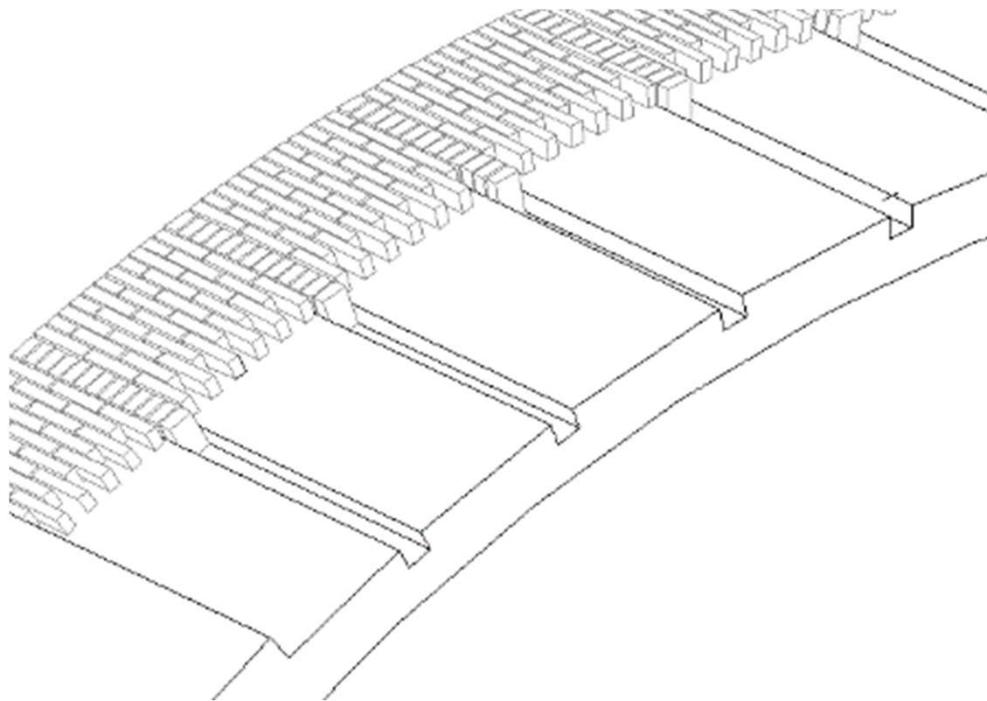
Un'alternativa è anche quella di re-ingrossare la sezione, creando un contrafforte → **re-localizzazione della reazione all'interno del nocciolo d'inerzia del piedritto**.

ARCHI E VOLTE — INSERIMENTO FRENELLI

La **costruzione di frenelli interni connessi all'intradosso** della volta consente di migliorare la resistenza della struttura. Infatti, i frenelli, sono **elementi irrigidenti della volta** che si oppongono alla deformazioni antimediali dell'arco incrementando la resistenza sismica e la resistenza a carichi verticali non simmetrici di tali strutture.

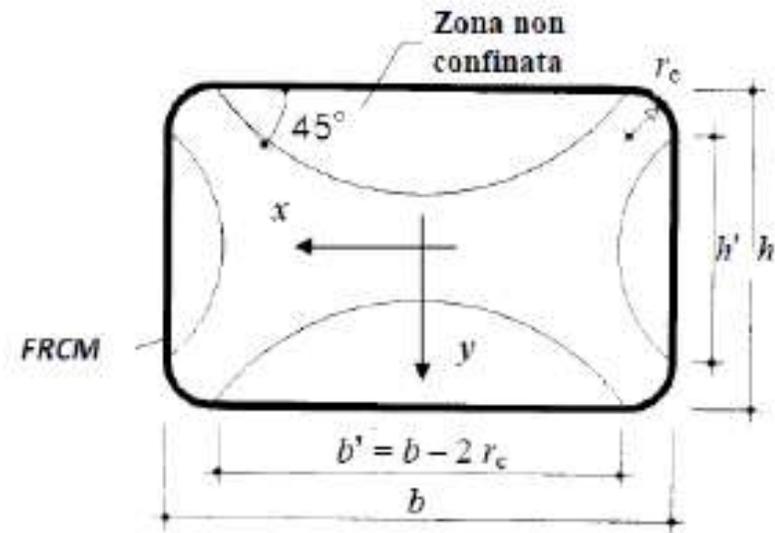


ARCHI E VOLTE — NUOVI STRATI DI MURATURA



É possibile aumentare la capacità strutturale degli archi **eseguendo dei ringrossi degli spessori**. In questo caso è indispensabile creare una **connessione** tra la struttura esistente e quella nuova. Ad esempio, **tramite dei mattoni incastrati all'interno degli intagli della volta**.

CONFINAMENTO DI COLONNE IN MURATURA



VEDREMO IL DIMENSIONAMENTO DEI RINFORZI IN MATERIALE COMPOSITO FRP E FRCM TRA QUALCHE LEZIONE ...

CENNI SUI MATERIALI COMPOSITI

Normativa di riferimento: **CNR-DT 215/2018** «Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati a Matrice Inorganica»

Applicazioni:

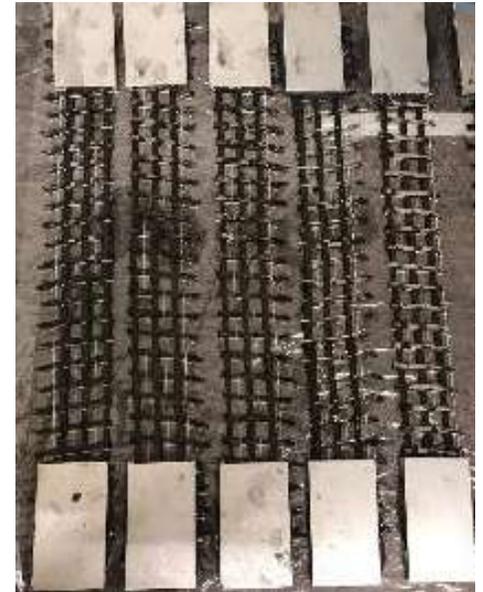
- Rinforzo di pareti sollecitate nel proprio piano
- Rinforzo di pareti fuori del piano
- Realizzazione di cordoli sommitali
- Rinforzo di strutture a semplice e doppia curvatura
- Confinamento di colonne in muratura

CENNI SUI MATERIALI COMPOSITI

La matrice inorganica è a base di cemento o calce e viene rinforzata con reti dei seguenti materiali:



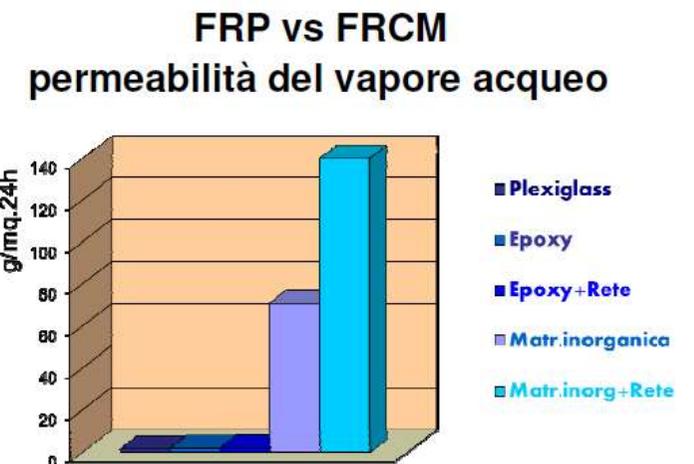
- Acciaio ad alta resistenza;
- Arammide;
- Basalto;
- Carbonio;
- PBO (poliparafenilenbenzobisoxazolo)
- Vetro AR



CENNI SUI MATERIALI COMPOSITI

I rinforzi **FRCM** sono indicati per le murature perché:

- Ottimi nel caso di deformazioni modeste;
- Elevata traspirazione;
- Migliore resistenza al fuoco;
- Maggiore compatibilità ai supporti murari;
- Attenzione, aumentare i problemi di adesione



CENNI SUI MATERIALI COMPOSITI

È possibile rinforzare un maschio murario o una fascia di piano per aumentarne la capacità a **TAGLIO** e a **PRESSO-FLESSIONE**. I rinforzi sono applicati preferibilmente su entrambe le facce ricoprendo tutta la superficie.



CENNI SUI MATERIALI COMPOSITI

Il **rinforzo** dei pannelli murari per azioni fuori del piano viene fatto per azioni di tipo **sismico**. Orditura del rinforzo tipica in direzione trasversale.

NB: A differenza dell'intonaco armato si utilizzano spessori minori quindi c'è un ridotto aumento di massa.



CENNI SUI MATERIALI COMPOSITI

È possibile realizzare dei **cordoli sommitali in muratura armata** andando a inserire nei giunti orizzontali di malta i tessuti di rinforzo.

Il tessuto è disposto in più strati allo scopo di fornire resistenza a trazione e flessione del cordolo senza variazione significativa della rigidità della muratura.



CENNI SUI MATERIALI COMPOSITI

Nel caso dei cordoli, ma anche per altri interventi, è possibile andare a fissare le reti con un **piastra di bloccaggio**.

In questo caso si hanno due vantaggi:

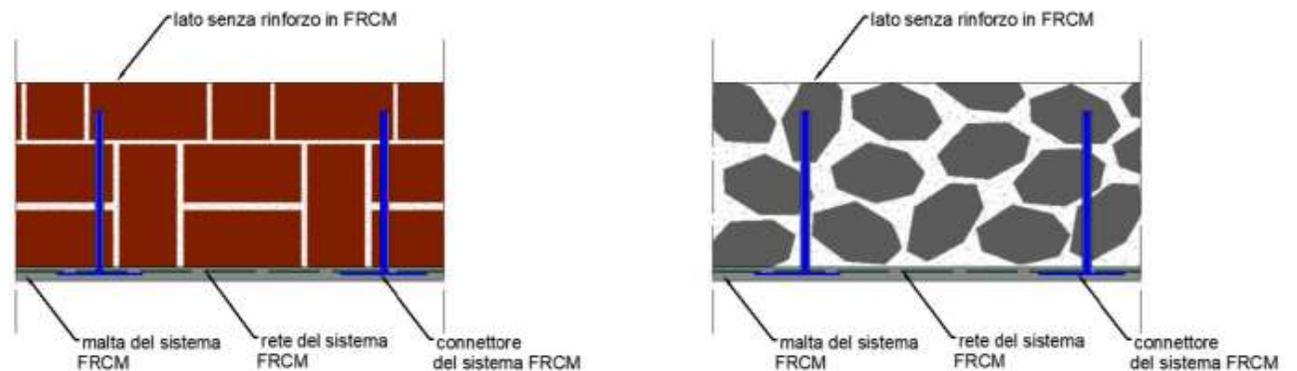
- Ridotti problemi legati a scarsa aderenza della fibra
- È possibile rendere attivo l'intervento e andare a pretensionare il sistema.



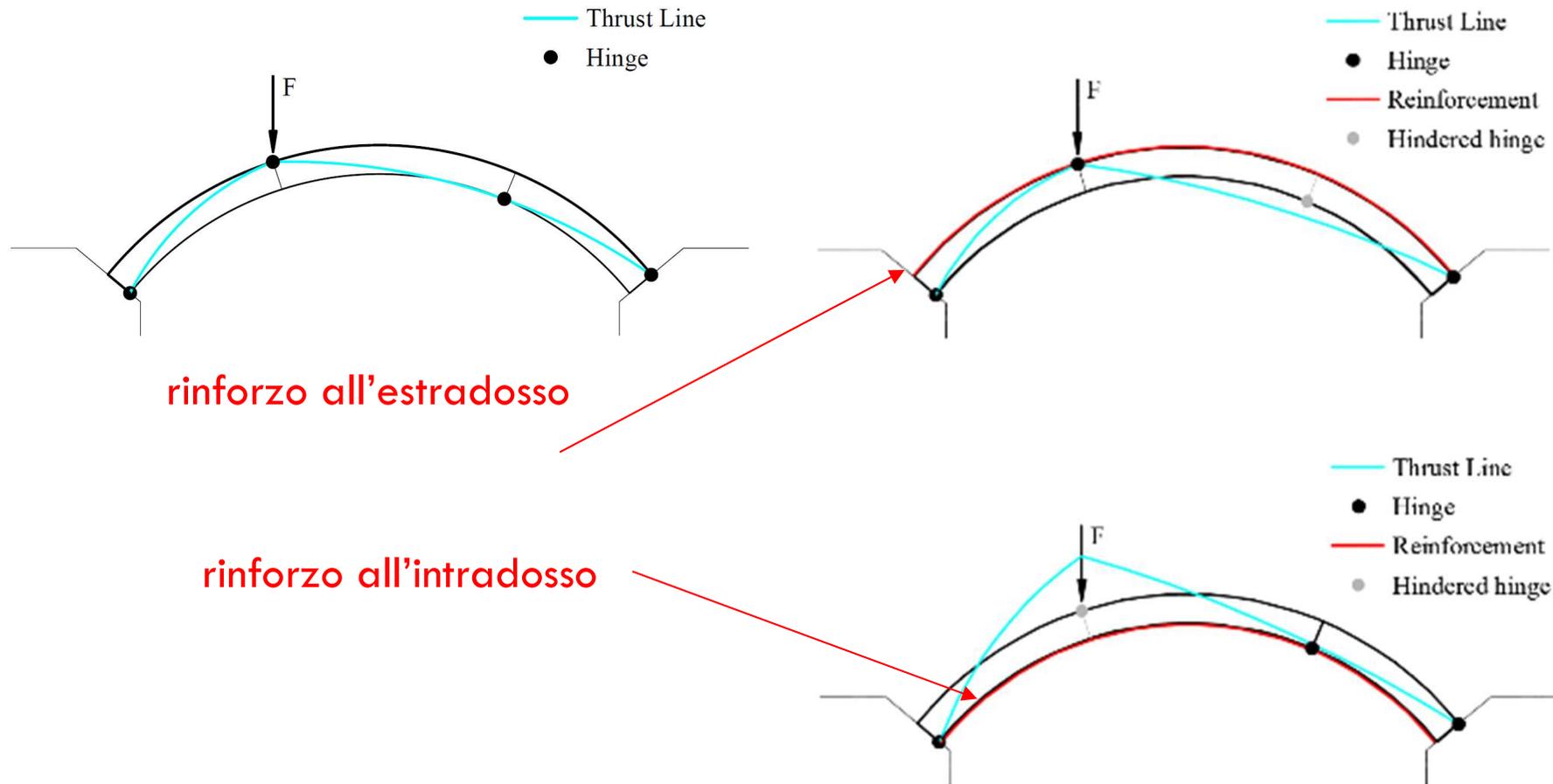
ARCHI E VOLTE — MATERIALI COMPOSITI

La presenza di fasce di FRP/FRCM applicate all'estradosso e/o all'intradosso della volta impedisce la formazione dei classici meccanismi di collasso degli archi perché le fibre possono assorbire le tensioni normali di trazione che si sviluppano nella sezione rinforzata dell'arco.

- **Tensioni normali di trazione assorbite dall' FRP**
- **Aumento della capacità portante**
- **Modifica della distribuzione di tensioni**
- **Modifica del meccanismo di collasso**



ARCHI E VOLTE — MATERIALI COMPOSITI

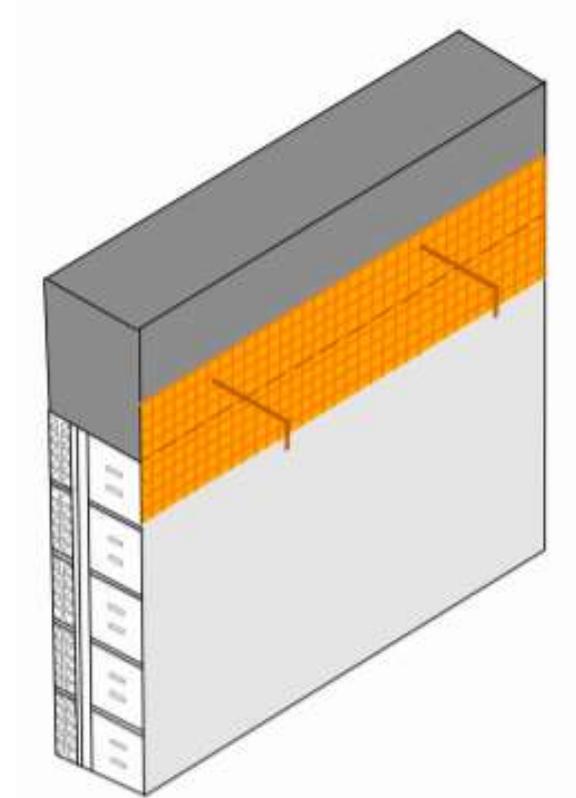


ARCHI E VOLTE — MATERIALI COMPOSITI



MATERIALI COMPOSITI

Il sistema FRM è utilizzato anche per altre applicazioni non presenti nella CNR:



- ANTISFONDELLAMENTO DEL SOLAIO

- SOLIDARIZZAZIONE DI TAMPONATURE

MATERIALI COMPOSITI

La fasciatura dei pilastri permette di andare a creare un'azione di confinamento che aumenta la duttilità dell'elemento e la capacità portante.

Questo intervento è indicato per:

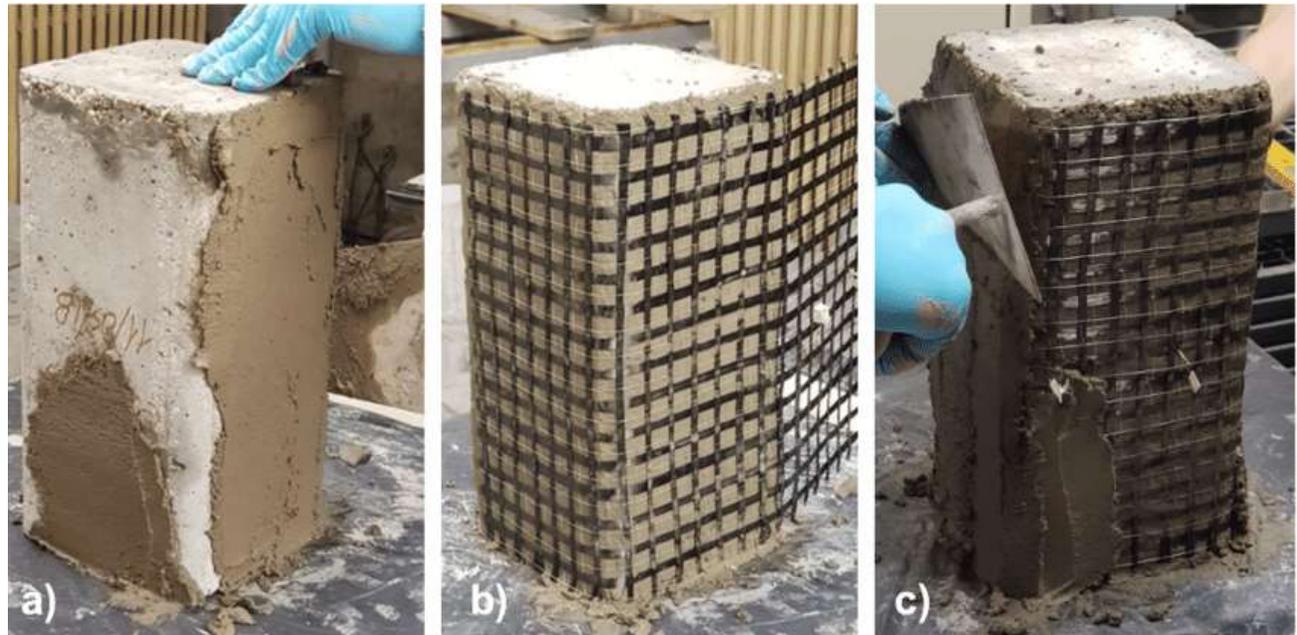
- Riparazione di elementi danneggiati
- Rinforzo di elementi integri



MATERIALI COMPOSITI

Le fibre dovranno essere disposte prevalentemente in direzione ortogonale all'asse dell'elemento poiché deve contrastare la dilatazione trasversale. Questo intervento può essere effettuato:

- In continuo;
- Con fasce discontinue.



MATERIALI COMPOSITI



MATERIALI COMPOSITI



MATERIALI COMPOSITI



DOMANDE ESAME - MURATURA

Esercizi:

- Dimensionamento di un tirante per la verifica di un meccanismo di ribaltamento semplice di una parete
- Calcolo del moltiplicatore di collasso di una parete consolidata con perforazioni armate
- Verifica della resistenza nel piano di un maschio murario con un intervento locale (esempi visti in classe: intervento di cuci-scuci, inserimento di un controvento metallico)
- Dimensionamento di un intervento di inserimento di una apertura in una parete

Domande (teoria):

- Fattori che influiscono sulla vulnerabilità sismica di edifici in muratura (in particolare, edifici monumentali e incluso dissesti delle strutture voltate)
- Il degrado delle murature
- Pro e contro dei principali interventi tradizionali sulle murature

DOMANDE ESAME - MURATURA

Esempio 1 – Verifica fuori piano di una parete consolidata con tiranti

Data la semplicissima scatola muraria di figura 1, si vuole dimensionare il tirante in modo da far verificare a ribaltamento semplice (meccanismi locali) la parete tratteggiata in figura.

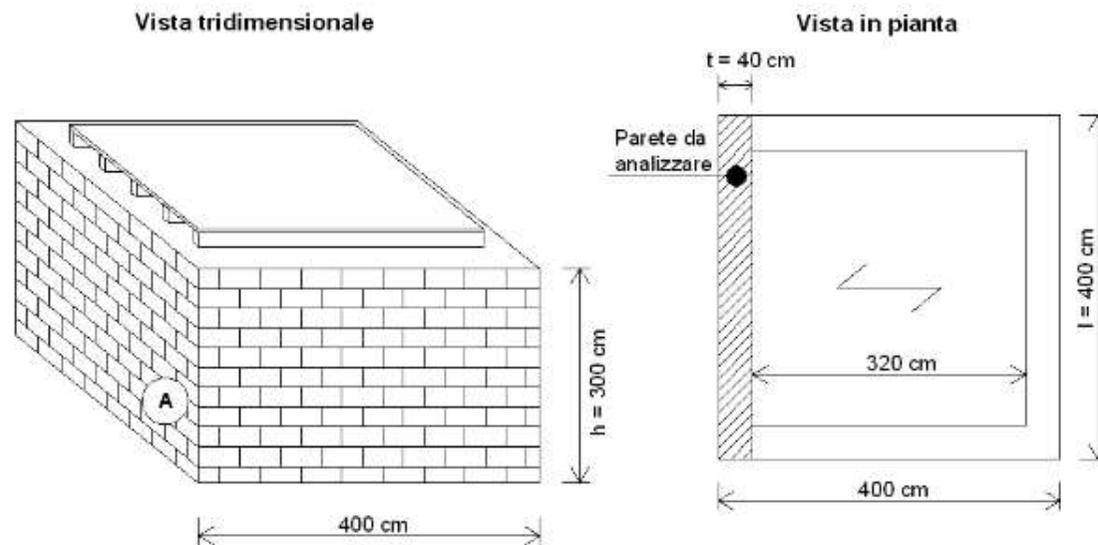


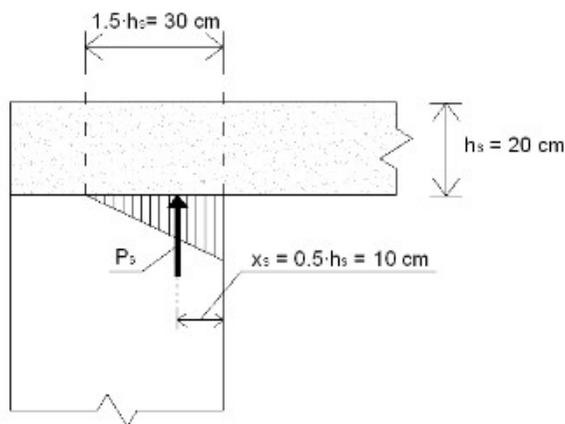
Figura 1 – Geometria della parete

DOMANDE ESAME - MURATURA

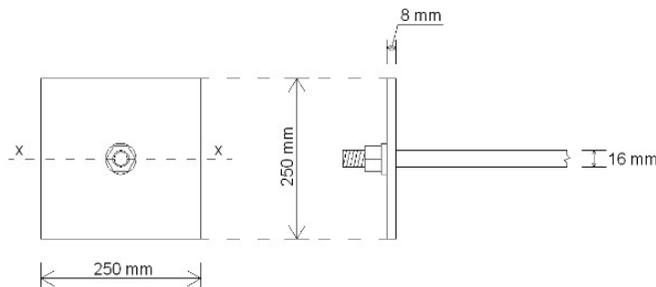
Dati

- Materiale : pietrame disordinata;
- Spessore della parete (t) : 40 cm;
- Altezza della parete (h) : 300 cm;
- Altezza del solaio (h_s) : 20 cm;
- Peso solaio (comprensivo dei coefficienti di combinazione) : 480 daN/m²;
- Livello di conoscenza : LC1;
- Categoria di sottosuolo : C;
- Categoria topografica : T1;
- Accelerazione di picco (a_g) : 0.25;
- Coefficiente di sicurezza della muratura (γ_m) : 3;

Assunzioni



Dimensionamento tirante



Scelta del cinematismo

