

CONSOLIDAMENTO DIFFUSO DELLA MURATURA

Consolidamento della muratura – INIEZIONI DI MALTA



Tecnica d'intervento: INIEZIONI LOCALIZZATE
Settore: Riparazione della muratura

Principi funzionali di base

Contrariamente al consolidamento diffuso, che si applica a quelle situazioni in cui la muratura presenta una scarsa qualità muraria e un **degrado significativo**, la riparazione delle lesioni viene effettuata quando la muratura, a seguito di un **dissesto specifico** presenta lesioni, ovvero quando viene meno la continuità nella tessitura dei suoi elementi.

Si sottolinea come la riparazione delle lesioni debba sempre seguire una **diagnosi** che individui precisamente la natura del dissesto e succedere quindi **temporalmente** agli interventi di consolidamento nei riguardi dello stesso (cedimenti di fondazione, rotazioni di pareti murarie...).

Tale tecnica consiste, quindi, nel **ripristino della continuità a cavallo delle lesioni**, attraverso iniezione di **malta di granulometria opportuna**; l'intervento non è in grado di fornire alcuna resistenza a trazione, in quanto si ritengono altrimenti risolte le cause che hanno portato al dissesto. Tale intervento si pone in **alternativa all'intervento di scuci e cucì** (vedi scheda **SCUCI E CUCI**), che invece mira a **ripristinare l'originale tessitura muraria**, avendo però il **vantaggio di non asportare ulteriore materiale**.

Campi d'applicazione

Tutte le murature ed in particolare la muratura **scadente**. L'efficacia dell'intervento è subordinata, in ogni caso alla rimozione delle cause che hanno determinato lo stato fessurativo oggetto dell'intervento.

Applicazione della tecnica e fasi operative

Di seguito sono riportate per **punti le fasi operative necessaria per una corretta** esecuzione di tale tecnica d'intervento.

1. Nel caso non sia possibile **inserire direttamente le cannule nella lesione** è necessario escuire **doi fori con trapano a rotazione (ϕ 14 mm) in corrispondenza della lesione stessa**. Nel caso di **lesione passante**, i fori andranno effettuati su **entrambe le facce**. I fori dovranno avere una **profondità variabile con lo spessore murario (almeno 20 cm)** e dovranno essere posti con un **interasse massimo di 40 cm**.
2. **Posizionamento delle cannule** in ciascun foro per una **profondità di circa 5 cm**.
3. **Stuccatura della lesione e dei giunti adiacenti** se fortemente degradati, utilizzando, se possibile, la stessa malta da iniezione o in **alternativa una malta a pronta presa**.
4. **Preparazione con trapano e frusta della miscela ed iniezione nella muratura** partendo dai fori inferiori e procedendo verso i fori superiori.

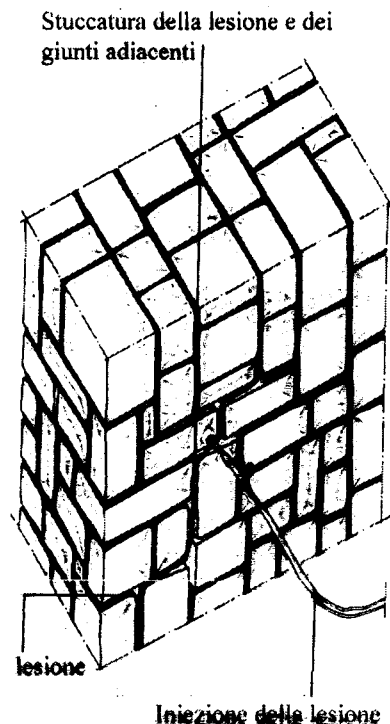


Figura 1 - Schema delle modalità operative

Accorgimenti varianti e limiti

Nel caso di una muratura "a sacco", con un riempimento realizzato con materiale incoerente, tale tecnica può comportare un'eccessiva quantità di materiale iniettato; ciò può determinare delle zone a maggiore rigidità rispetto alla muratura corrente. In tale caso è necessario valutare l'esigenza di un preconsolidamento diffuso della muratura tramite iniezioni (vedi scheda *INIEZIONI DI MALTA*) o in alternativa, iniettare materiale non troppo fluido, per evitare un'eccessiva diffusione. Particolare attenzione va posta in occasione di pareti affrescate.

Esperienze

Monte Albano (Udine) - Chiesa di SS. Andrea e Mattia di Colloredo - risarcitura delle lesioni presenti - Anno intervento 1992.

Roma - Complesso dei "Minimi" sede dell'Istituto Centrale del Restauro - risarcitura delle lesioni presenti - Anno intervento 1991.

Riferimenti bibliografici

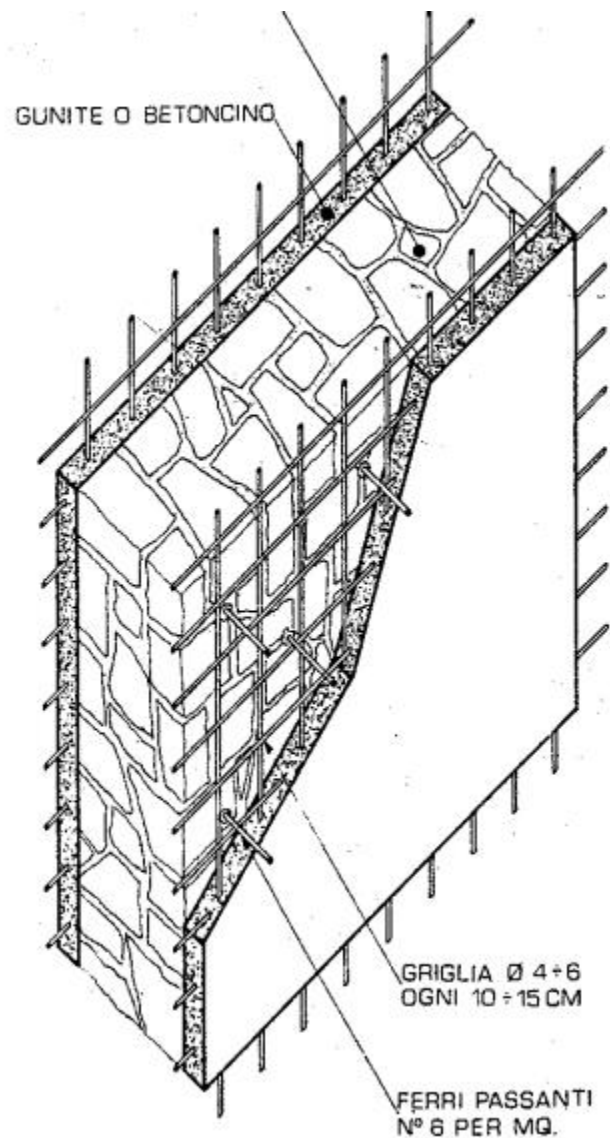
Consiglio Nazionale delle Ricerche, *Riparazione e consolidamento degli edifici in muratura*. Progetto Finalizzato Geodinamica, 1981, Masson Italia Editori.

L. Caleca, A. De Vecchi, *Tecnologie di consolidamento delle strutture murarie*, Libreria D. Flaccovio Ed., 1990.

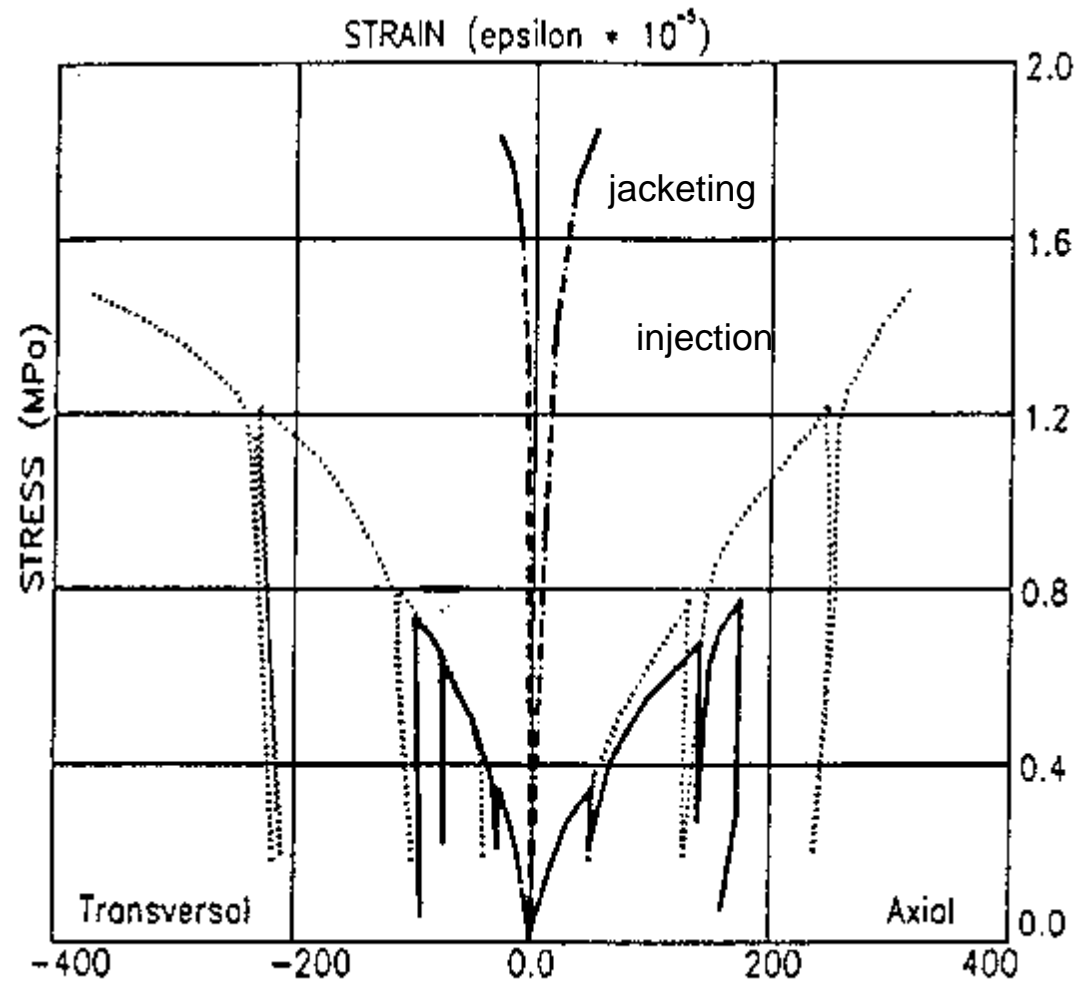
L. Binda, C. Modena, G. Baronio, Strengthening of masonries by injection technique. *6th North American Masonry Conference*, 1993, Philadelphia.

L. Binda, A. Anzani, C. Modena, Investigation for the design and repair of an historical stone masonry wall. *7th Int. Conf. Structural Faults & Repair*, 1997, Edimburg.

Consolidamento della muratura – INTONACO ARMATO



Efficacia degli interventi di consolidamento



elemento tecnico: STRUTTURE DI ELEVAZIONE VERTICALI	1.2.1.	
tipologia: MURATURA DI MATTONI O DI PIETREME		
operazione: CONSOLIDAMENTO MEDIANTE APPLICAZIONE DI BETONCINO ARMATO	CN	2

condizioni:

Questo intervento di facile se pur onerosa esecuzione è attuabile in caso di murature variamente lesionate, ma, a differenza delle iniezioni (vedi 1.2.1./CN/1) comporta un aumento finale della sezione muraria su entrambe le facce con la conseguenza di renderne limitato o comunque condizionato l'impiego soprattutto nei casi in cui sono da conservare elementi decorativi.

Quando poi si debba intervenire su murature a faccia vista questa tecnica risulta del tutto inattuabile.

È invece adatta per ripristinare la continuità fra parti non sufficientemente immorsate o tra le quali si siano determinate lesioni.

obiettivi:

Questa tecnica migliora le caratteristiche meccaniche della muratura e ne ristabilisce la continuità strutturale mediante l'applicazione di lastre in cemento armato su entrambe le facce, reciprocamente collegate attraverso elementi metallici.

fasi dell'intervento:

1. Preparazione delle murature.

Si procede ad una accurata pulizia di tutta la superficie muraria su cui si deve intervenire, rimuovendo tutto l'intonaco ed il legante arido superficiale su entrambe le facce ed utilizzando all'uopo, oltreché gli attrezzi consueti, anche getti di aria compressa.

2. Perforazioni.

Con attrezzo a rotazione ed evitando la percussione si eseguono i fori passanti che serviranno per collegare le armature.

In genere, per murature diffusamente lesionate di spessore fino a 50 cm., si praticano 6 fori del diametro di mm. 40 per ogni metro quadrato di superficie.

È questo un dato indicativo che può variare in funzione dello stato, natura, dimensione della muratura.

Alla perforazione, ed in particolare quando i muri sono molto degradati, si può sostituire anche solo parzialmente l'estrazione di alcuni elementi murari.

3. Posizionamento dell'armatura.

Su entrambe le facce della muratura si posizionano i ferri di armatura, in genere costituiti da reti di acciaio elettrosaldate e ad aderenza migliorata.

Se la lesione da riparare è isolata, l'intervento deve estendersi convenientemente ai due lati del giunto.

Se l'intervento riguarda un intero setto, deve essere esteso anche alle murature che a questo si collegano, risvoltando convenientemente armature e quindi betoncino.

Le reti saranno collegate fra di loro con spezzoni di tondino passanti attraverso i fori od i varchi precedentemente ricavati.

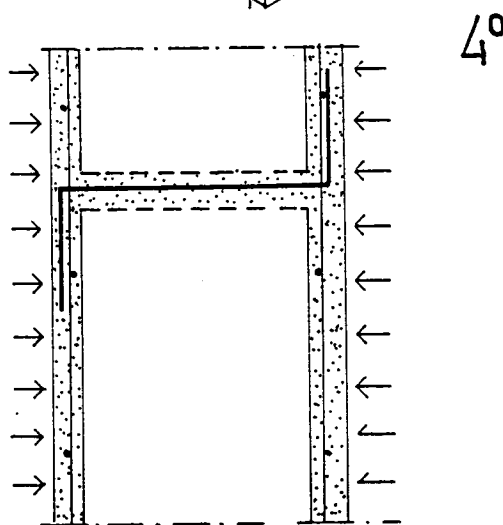
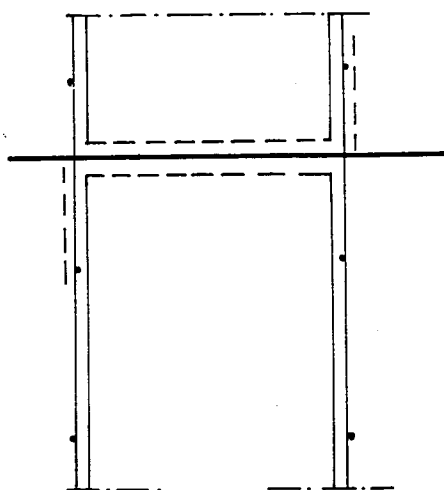
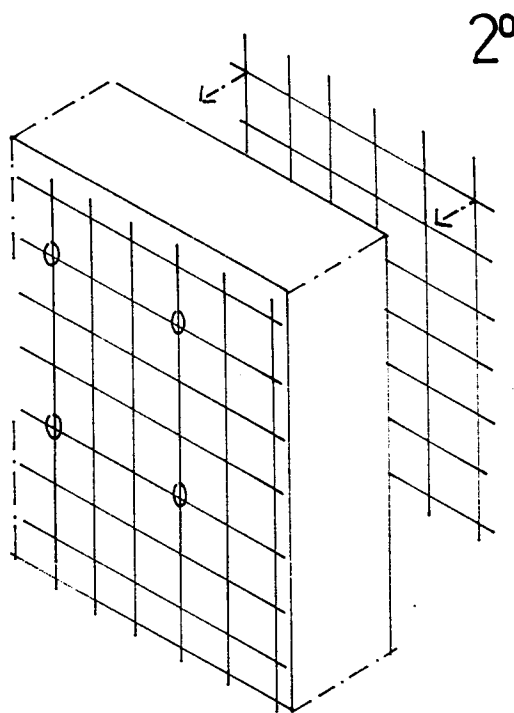
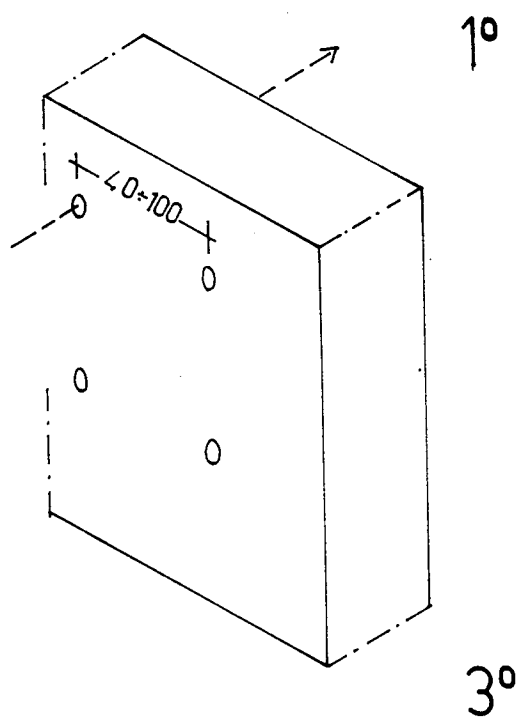
4. Esecuzione delle lastre di betoncino.

Si bagnano abbondantemente le superfici murarie. A mano, ma più convenientemente con l'impiego di un compressore, viene proiettata contro la superficie come precedentemente predisposta una miscela secca di cemento e sabbia, in proporzione di 1 a 4, diluita con acqua in modo da ottenere un impasto fluido, fino a raggiungere uno spessore minimo di cm. 3 ÷ 4.

PERMANENZA UTENTI COMPATIBILE	ATTREZZATURA DI DITTA SPECIALIZZATA
PERMANENZA UTENTI COMPATIBILE MA ONEROSA	DETERMINANTE L'INCIDENZA DEL SOLLEVAMENTO
■ PERMANENZA UTENTI INCOMPATIBILE	■ DETERMINANTE L'INCIDENZA DELLE CONDIZIONI AL CONTORNO
■ MANODOPERA ORDINARIA	■ CALCOLO DIMENSIONALE OPPORTUNO
MANODOPERA SPECIALISTICA	CALCOLO DIMENSIONALE INDISPENSABILE
MANODOPERA DI DITTA SPECIALIZZATA	DETERMINANTE L'INCIDENZA DELLE OPERE DI PRESIDIO
■ ATTREZZATURA ORDINARIA	■ IN ZONA SISMICA INTERVENTO CONSIGLIABILE
ATTREZZATURA SPECIALISTICA	IN ZONA SISMICA INTERVENTO SCONSIGLIABILE
elementi tecnici cui la scheda è riferibile (UNI/CE 0051) 1.2.1.	

(segue)

illustrazione n. 1



legenda:

1. Formazione dei fori nella muratura.
2. Applicazione rete elettrosaldata.
3. Inserzione spezzoni di acciaio, successiva ripiegatura delle parti sporgenti.
4. Proiezione della miscela cementizia sulle due pareti.

Intonaco armato



Fenomeni di degrado

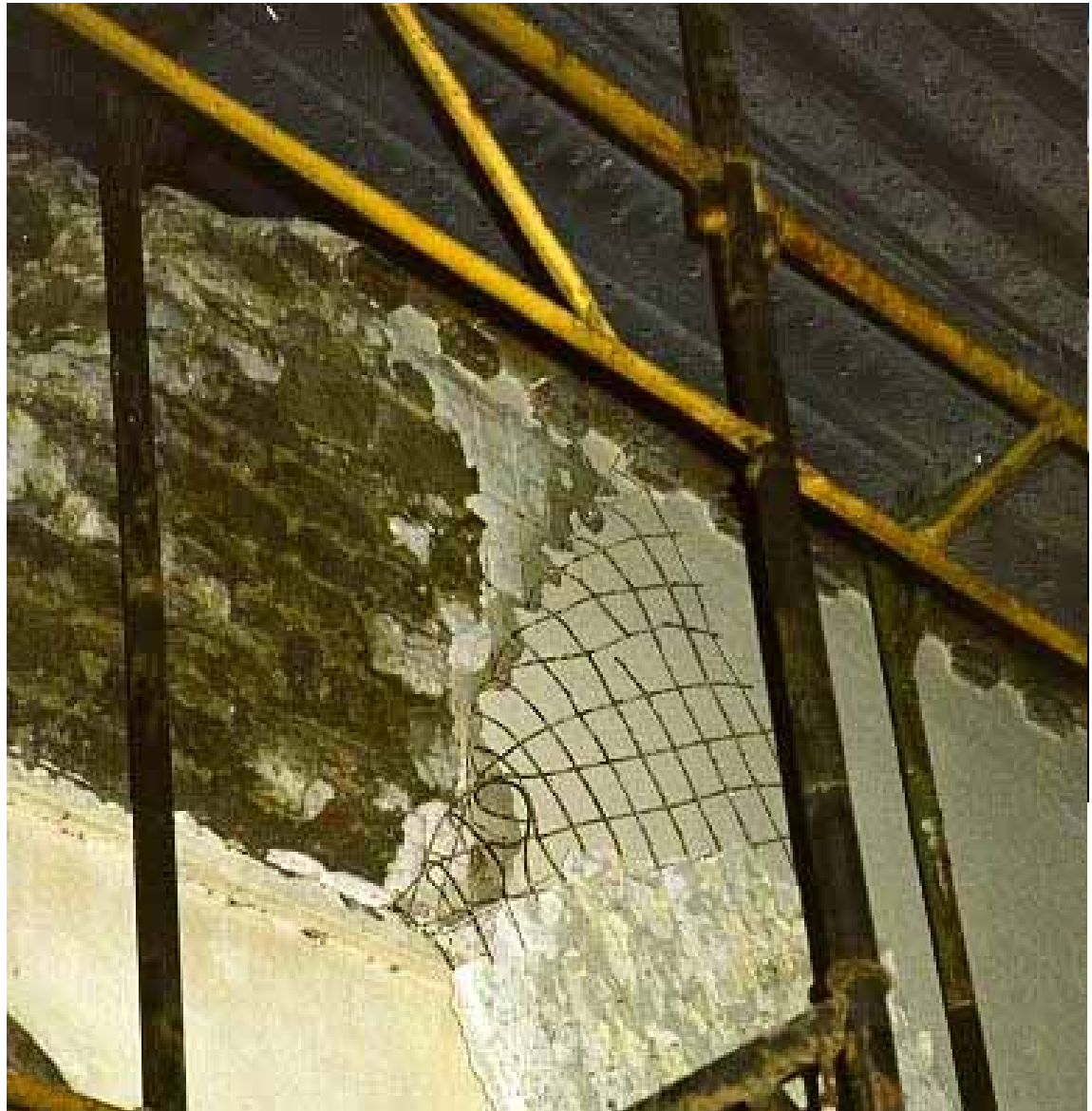
Intonaco armato



Intonaco armato

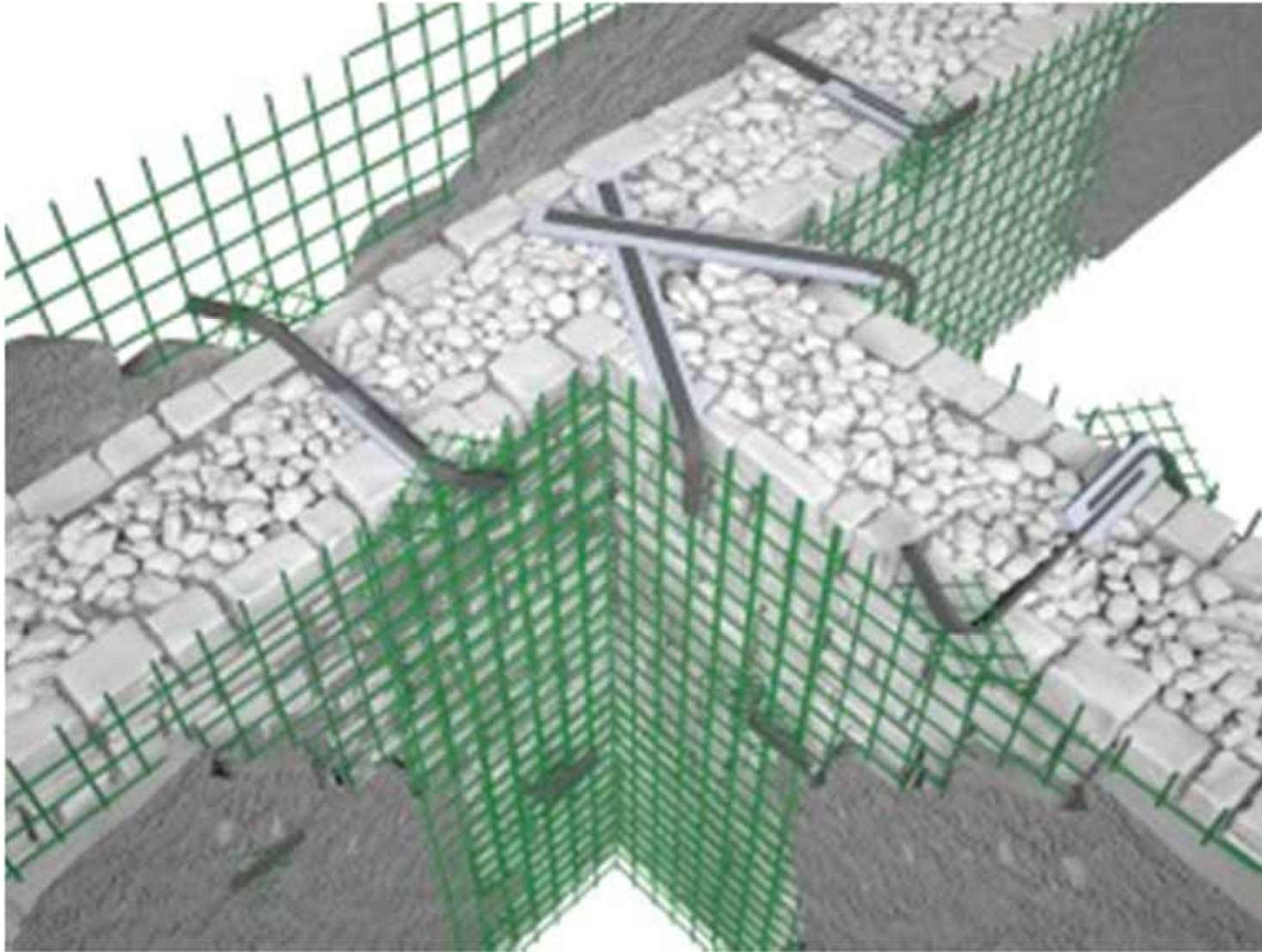


Cantonale e in pietra l'asciato a vista



Intonaco armato solo su un lato della parete

FIBRE NET



Ristilatura dei giunti



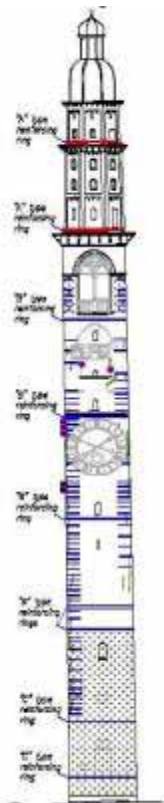
← scarnitura



stilatura →

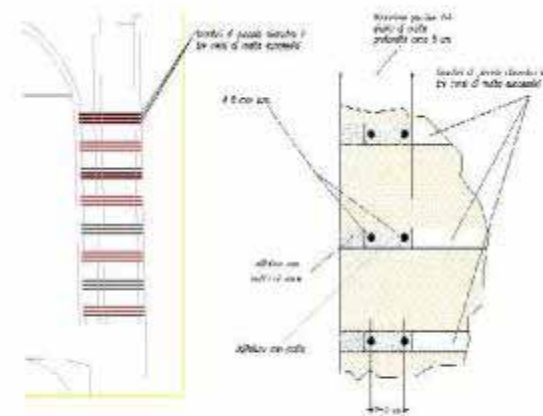
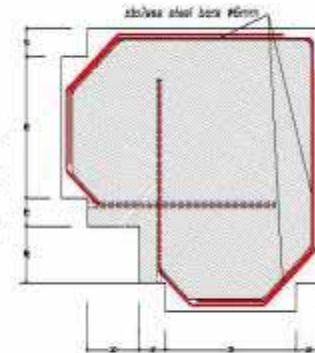


Ristilatura armata dei giunti

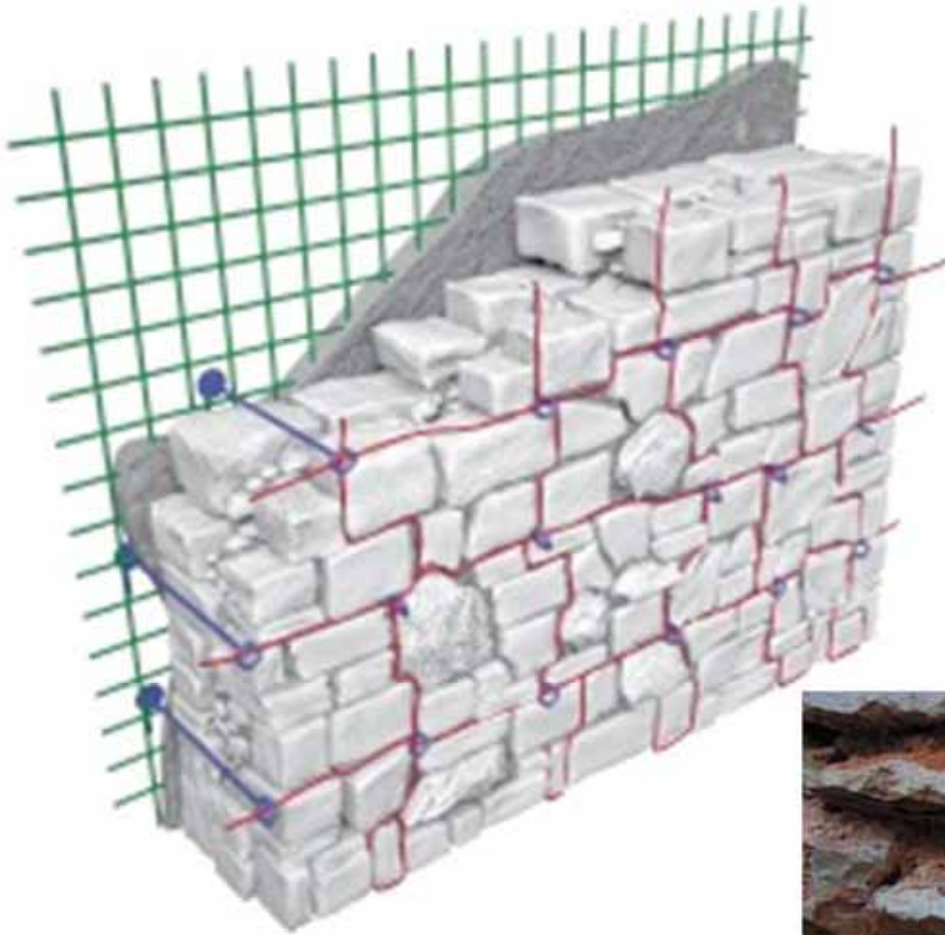


Torre civica, Vicenza, XII-XV sec.

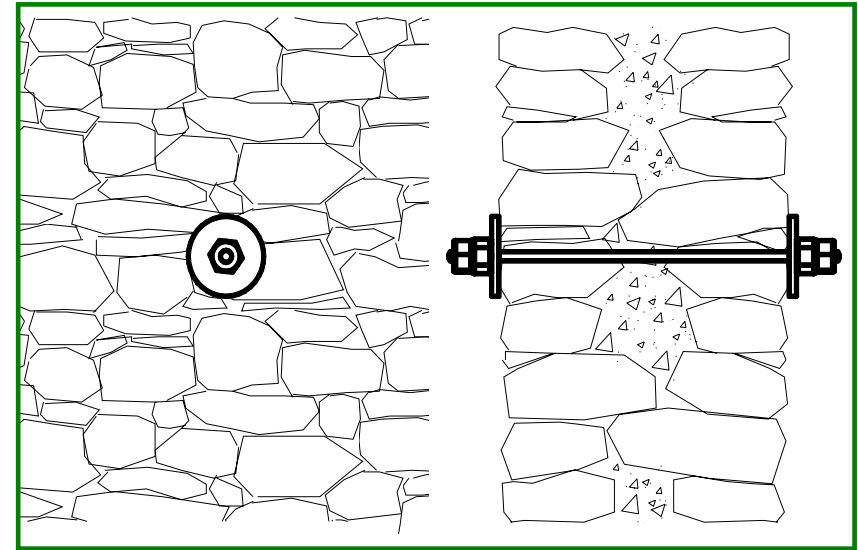
Intervento localizzato di ristilatura armata con funzione di cerchiatura – miglioramento delle caratteristiche meccaniche di un pilastro



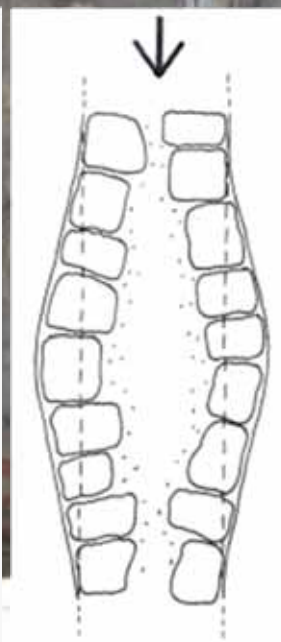
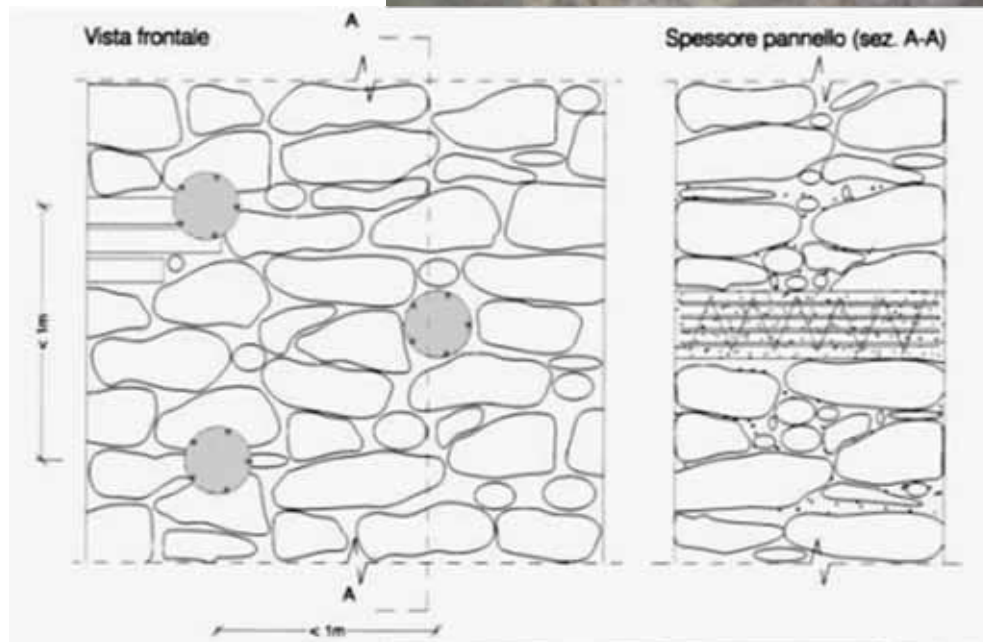
RETICOLATUS



Tirantini antiespul sivi



Diatoni artificiali



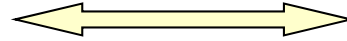
Ancoraggio passivo - Diatono artificiale e Sistema BOSSONG (con calza)



Intervento con diatoni armati

Proposto da giuffré

Fattibilità



Efficacia

Esecuzione del foro

Sonda a rotazione (diametro 15 cm) con raffreddamento ad acqua

Preparazione armatura

Armatura prefabbricata con casseri di estremità forati per l'iniezione

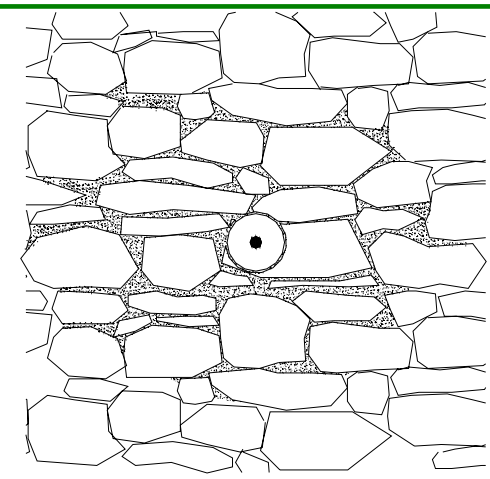
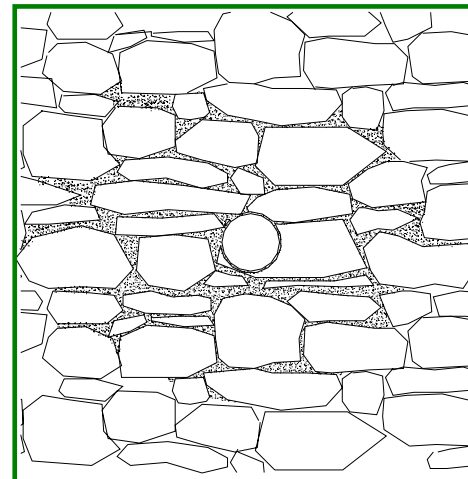
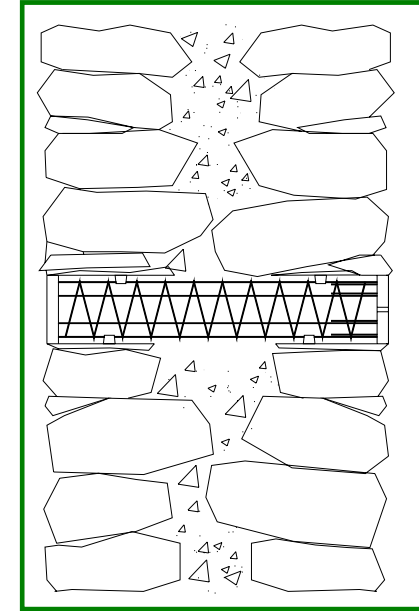
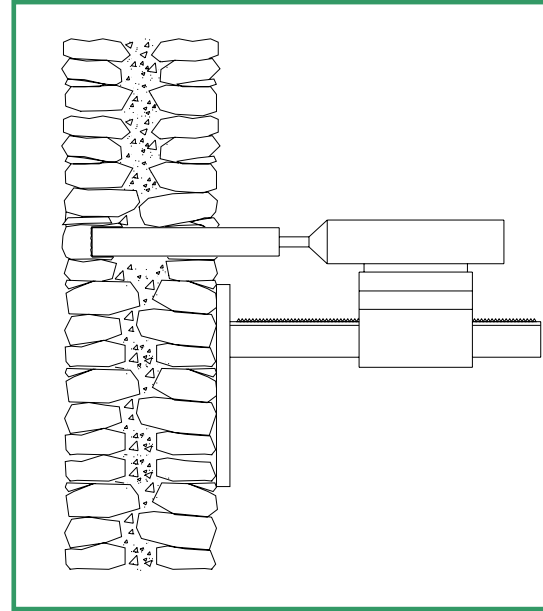
Posizionamento

Distanziatori

Sigillatura

Iniezione

Malta leggermente espansiva o a ritiro controllato



Realizzazione dei campioni

ditta **Restauro Italia s.r.l.**

2 serie

Serie 1 120x40x13 → 600x200x65

Serie 2 90x40x13 → 450x200x65

3 tipologie

- paramenti non collegati
- paramenti inizialmente non collegati e successivo inserimento di diatoni
- paramenti collegati da frequenti pietre passanti trasversali



Muro non consolidato



Muro con diatoni



Confronto tra le prove

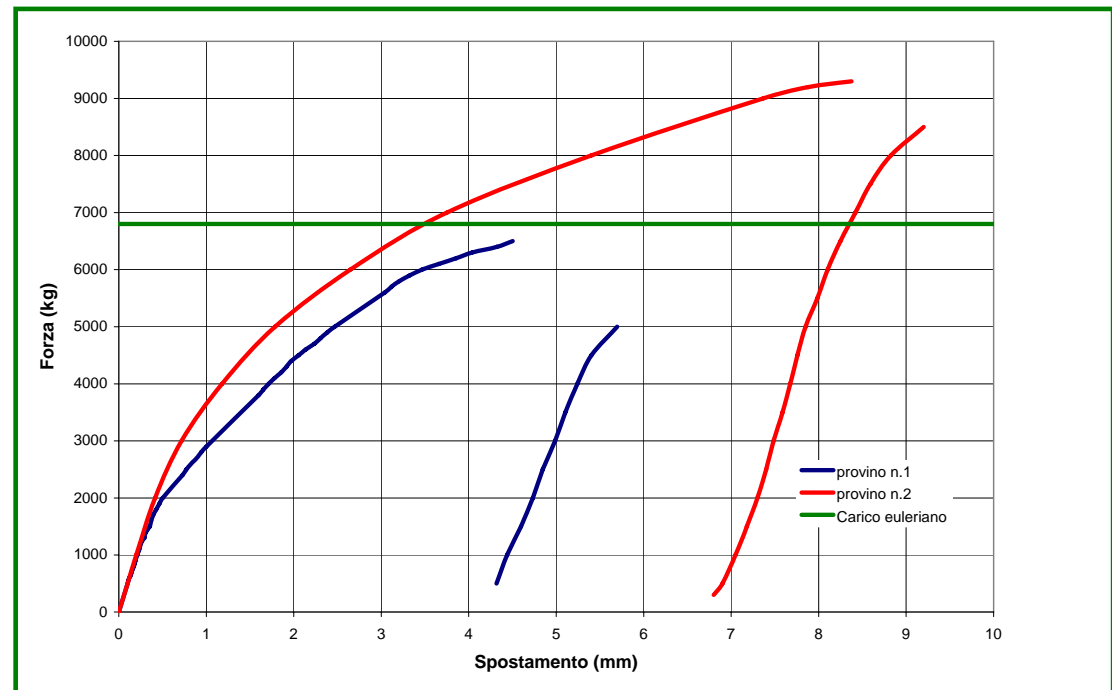
Intervento con diatoni armati risulta
efficace

Provini 1 e 2 stesse
caratteristiche elastiche

$$E_1 = 10000 \text{ kg/cm}^2$$

$$E_2 = 10500 \text{ kg/cm}^2$$

Incremento del carico di collasso
da 6800 kg a 9300 kg



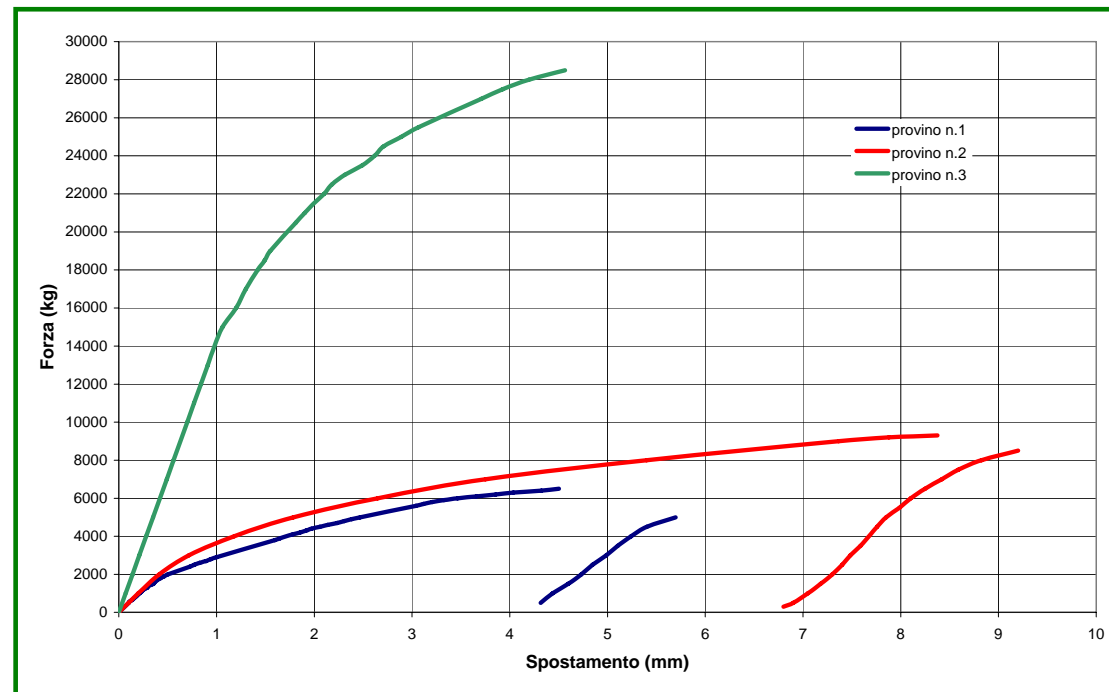
Muro realizzato secondo le regole dell'arte

- frequenti pietre passanti trasversali
- riempimento di buona qualità

Modulo elastico elevato

$$E_2 = 30000 \text{ kg/cm}^2$$

- rottura per compressione
- carico di collasso 28500 kg
corrispondente ad una tensione
media di 55 kg/cm^2
- limitati spostamenti orizzontali



Metodo C.A.M. (Cuciture Attive Muratura)



CUCIRE LA PIETRA CON LA PIETRA

SISTEMA TICORAPSIMO[®]

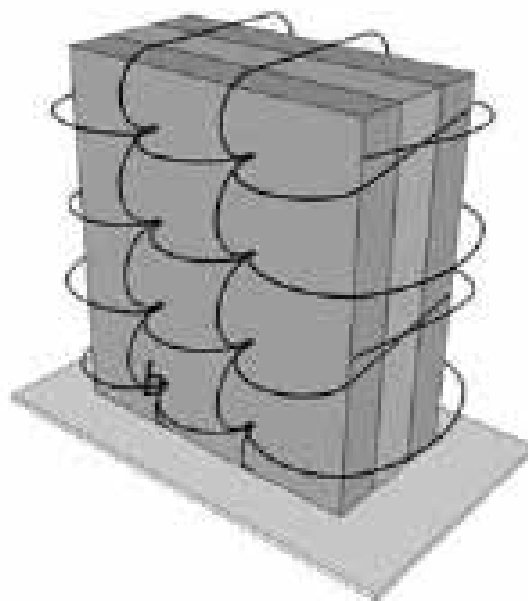
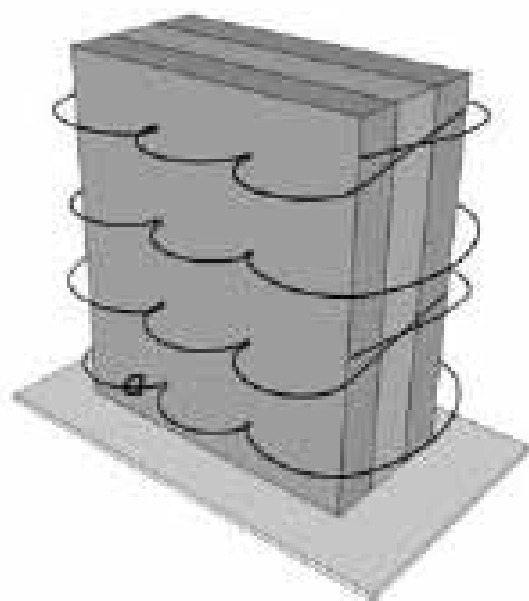
Cuciture continue in fibra di basalto
per il consolidamento di murature storiche

*Reversibile, efficace,
veloce, economico*





Figura 5: Dalla fusione della pietra basaltica si ottengono fibre continue con ottime proprietà meccaniche che possono essere intessute per ricavare corde. La fibra di basalto può vantare un'alta resistenza alle temperature elevate ed agli attacchi chimici.



CERCHIATURA PILASTRI E COLONNE

Cerchiatura di un pilastro o di una colonna

La cerchiatura ostacola la dilatazione trasversale e quindi la fessurazione della muratura; conseguentemente aumenta la resistenza alla compressione longitudinale.

Esempio: colonna circolare con tensione σ al limite dello schiacciamento cerchiata con cerchiature metalliche applicate a caldo



H_p : involucro metallico continuo

r = raggio della colonna non cerchiata

r_1 = raggio finale della colonna

s = spessore dell'involucro

σ_a = tensione nell'acciaio

σ_r = tensione radiale della colonna

σ_z = tensione assiale della colonna

α = coefficiente di dilatazione termica dell'acciaio

t_0 = temperatura ambiente

t_1 = temperatura di riscaldamento per portare l'involucro a raggio r

$$s \sigma_a = - r_1 \sigma_r$$

$$r_1 = [r (1 + \sigma_a/E_a)] / [1 + \alpha(t_1 - t_0)]$$

$$r_1 = r [1 + 1/E(\sigma_r - \nu\sigma_z)] / [1 - \nu\sigma_z/E]$$

E_a = modulo elastico acciaio

E, ν = moduli elastici della muratura

Come utilizzare le formule:

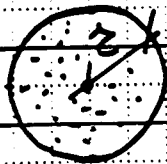
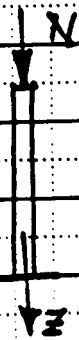
dati s, r, t_1, σ_z si possono ottenere r_1, σ_r, σ_a

Occorre infine discretizzare i risultati.

● Cerchiatura di pilastri e colonne

La cerchiatura è un metodo tradizionale. Essa ostacola la dilatazione trasversale, e quindi la flessione della struttura; conseguentemente, aumenta la resistenza alla compressione longitudinale.

Uno schema teorico preliminare si può delineare considerando una colonna a sezione circolare, con tensione σ al limite della snervamento (ma ancora senza lesioni) cerchiata con un cilindro metallico continuo applicato a caldo.



r = raggio della colonna

r_0 = raggio della calura scaria.

E, ν = coeff. elastici della colonna,

● Dilatazione trasversale colonna: $\epsilon_r = -\nu \epsilon_z = -\frac{\nu \sigma_z}{E}$

$$r = r_0 (1 + \epsilon_r) ; \quad r_0 = \frac{r}{1 + \epsilon_r} = \frac{r}{1 - \frac{\nu \sigma_z}{E}}$$

● Involucro metallico di raggio $r' > r$ alla temperatura ambiente t_0 . Scaldato a temp. t_1 per avere raggio r :

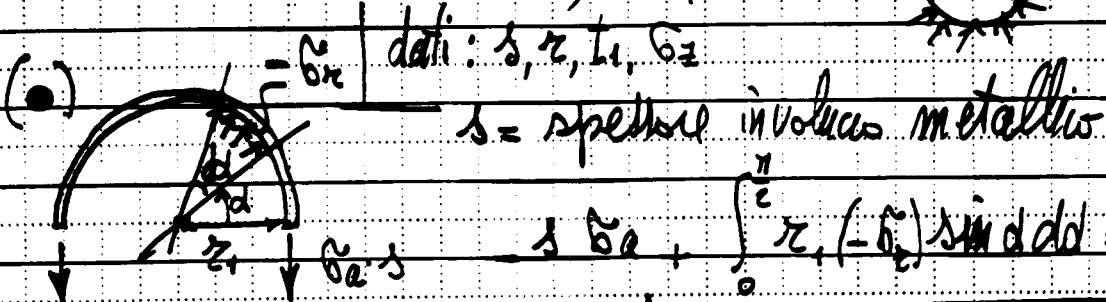
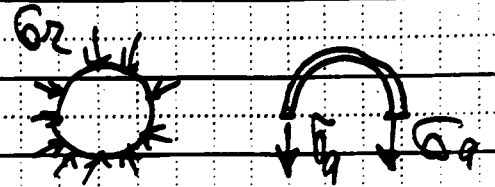
$$2\pi r = 2\pi r' [1 + \alpha (t_1 - t_0)] \quad \alpha = \text{coeff. dilat. termica acciaio}$$

$$r' = \frac{r}{1 + \alpha (t_1 - t_0)}$$



Raffreddandosi a t_0 , il cilindro metallico porta la colonna ad un raggio r_1 ($r' < r_1 < r$) ed esercita una compressione radiale σ_r , subendo una trazione circonferenziale σ_a .

Determinazione di: r_1, σ_r, σ_a



$$s \sigma_a - \int_0^{\frac{\pi}{2}} r_1 (-\sigma_r) \sin \alpha d\alpha = -s \sigma_a - r_1 \sigma_r = 0$$

$$s \sigma_a = -r_1 \sigma_r \quad (1)$$

(equilibrio di mezzo cilindro) per 1 m. di generatrice

(..) allungamento finale dell'involucro: $2\pi (r_1 - r')$

$$\epsilon_a = \frac{2\pi (r_1 - r')}{2\pi r'} = \frac{r_1 - r'}{r'} = \frac{\sigma_a}{E_a} \rightarrow r_1 = r' \left(1 + \frac{\sigma_a}{E_a}\right)$$

$$r_1 = \frac{r (1 + \sigma_a / E_a)}{1 + \alpha_a (t_1 - t_0)} \quad (2)$$

$E_a =$ coeff. elastico acciaio

(...) dilatazione finale colonna: $\epsilon_r' = \frac{r_1 - r_0}{r_0}$

$$\frac{r_1 - r_0}{r_0} = \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu \sigma_z) \rightarrow r_1 = r_0 \left[1 + \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu \sigma_z) \right]$$

$$r_1 = r \left[1 + \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu \sigma_z) \right] \quad (3)$$

Dallo (1), (2) (3) si ricavano r_1, σ_r, σ_a , dati s, r, t_1, σ_z , ma si possono fare usi alternativi, come ora in vista

Le relazioni trovate sono:

$$\delta \sigma_a = - \pi_1 \delta r \quad (1)$$

$$\pi_1 = \frac{\pi (1 + \sigma_a / E a)}{1 + d_a (t_1 - t_0)} \quad (2)$$

$$\pi_1 = \frac{\pi \left[1 + \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu \sigma_z) \right]}{1 - \nu \sigma_z / E} \quad (3)$$

π_1 = raggio finale colonna

δ = spessore involucro

r = raggio colonna non cerchiata

σ_a = tensione acciaio involucro

σ_r = " radiale colonna

σ_z = " assiale colonna

t_1 = temperatura riscaldamento per portare l'involucro a raggio r

(in alternativa, r')

Utilizzazione delle formule:

• $\delta, r, t_1, \sigma_z \rightarrow \pi_1, \sigma_r, \sigma_a$

(che tensione e che configurazione ottengo conoscendo con un certo involucro una colonna di dato raggio e dato carico)

• $\delta, r, t_1, \sigma_a = \delta \text{ movimento} \rightarrow \sigma_z, \pi_1, \sigma_r$

(quale è il carico assiale che condurrà a movimento la cerchiatura)

La dilatazione trasversale è $\epsilon_r' = \frac{1}{E} (\sigma_r - \nu \sigma_z)$;

in una cerchiatura sarebbe $\epsilon_r = \frac{\nu \sigma_z}{E}$; e $\epsilon_r' < \epsilon_r$

È opportuno non esedere nel riscaldamento per non allentare l'esplosione. Ma non si deve scendere sotto un certo limite, altri effetti aumentati naturali di temperatura potrebbero far scendere il beneficio e mandare in fondo la società (cioè vale in particolare per cerchiature fatte d'inverno)

ROMA - Tempio Di VESTA

Soprintendenza Archeologica di Roma

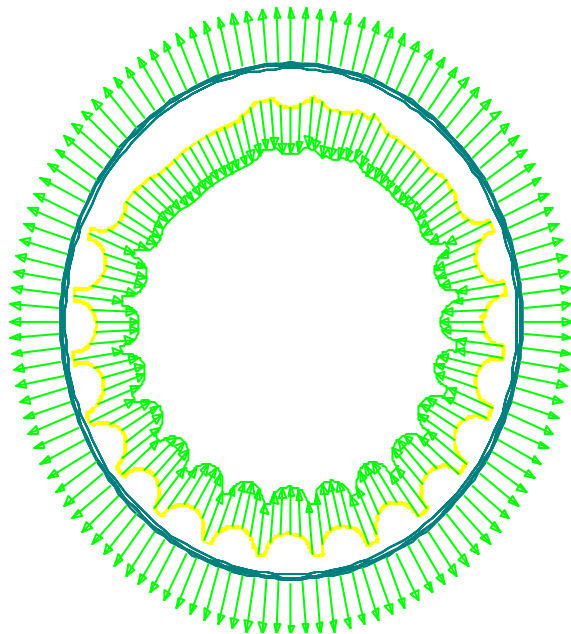
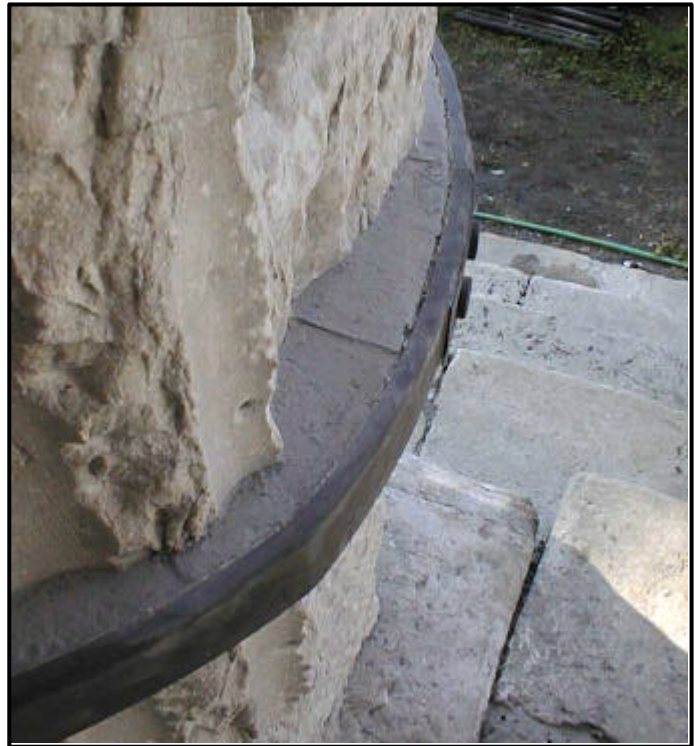
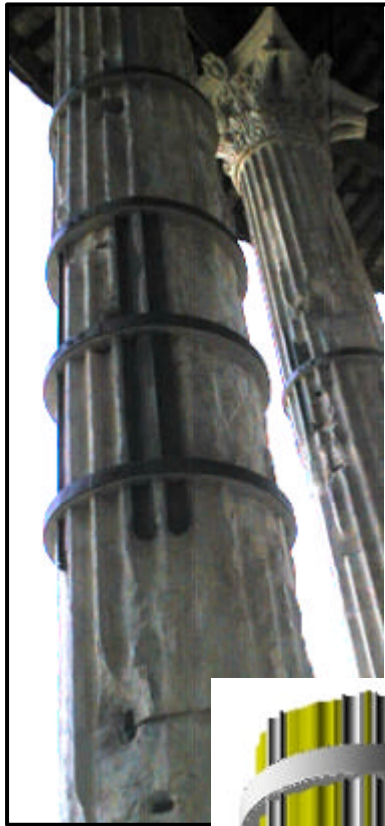
- I cerchiaggi del VALADIER



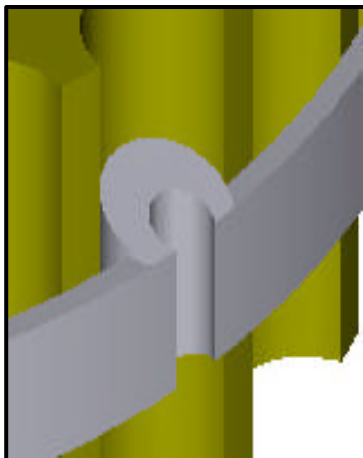
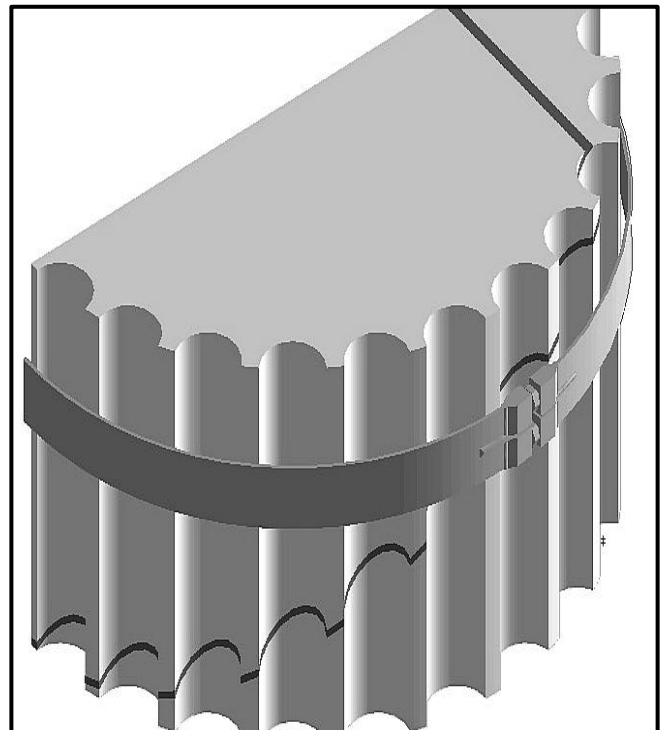
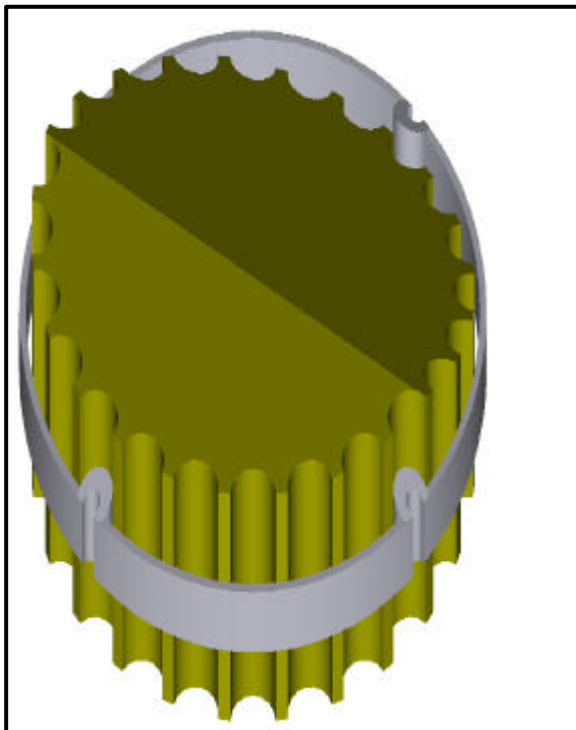
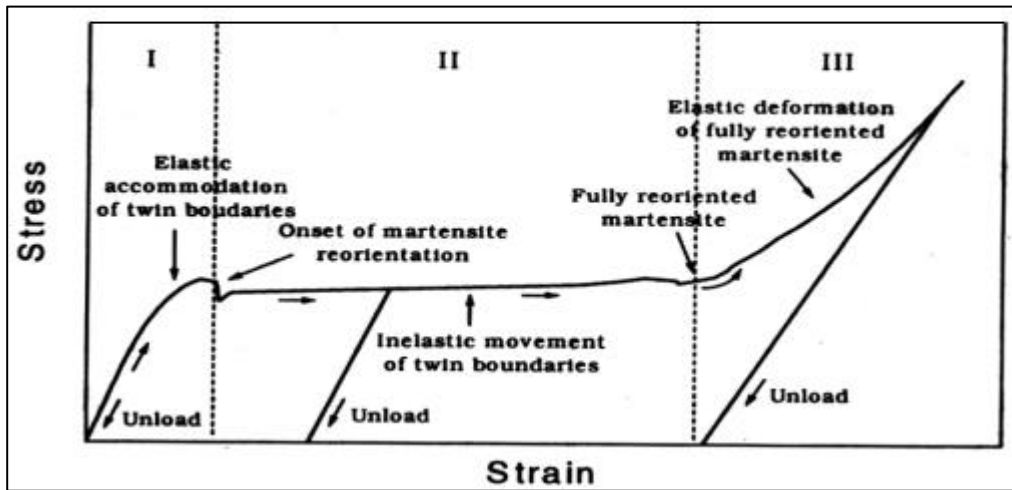
- INTERVENTI MODERNI



- Il cerchiaggio GONFIATO



- Le Leghe a Memoria di Forma



Consolidamento della muratura – CERCHIATURA FRP

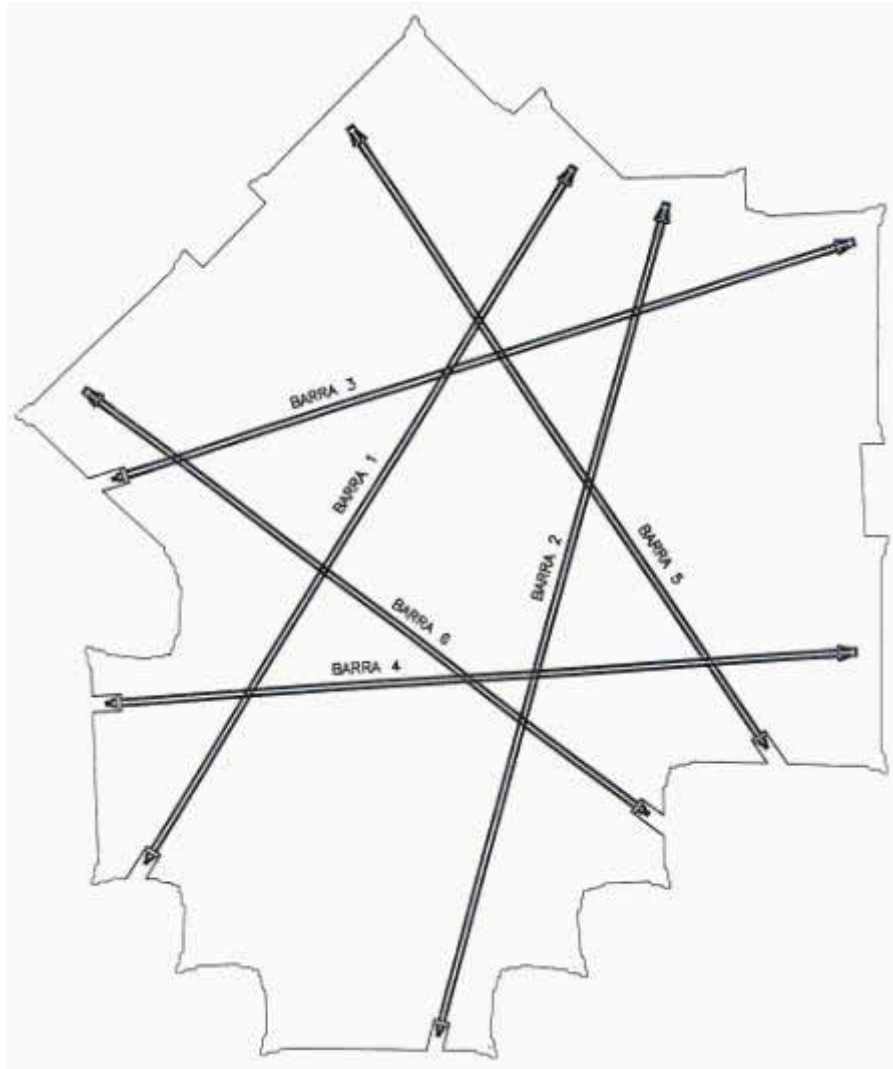


Duomo di Pavia



from Giorgio Macchi, University of Pavia (I)

Precompressione trasversale preliminare:
barre inox, ancoraggio entro i conci di marmo



Genova, Vico Falamonica – Cerchiatura alla base di una colonna



Genova, Vico Falamonica – Cerchiatura alla base di una colonna

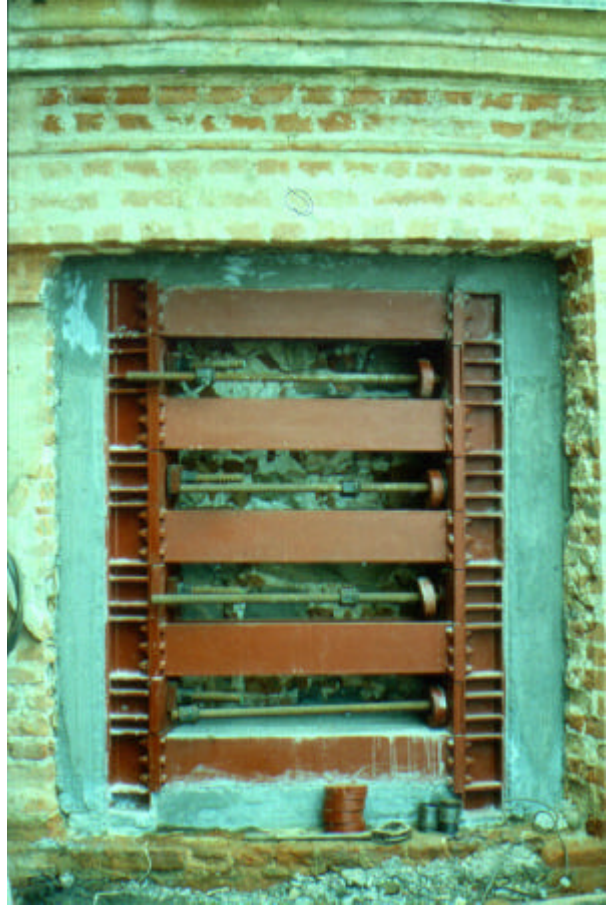


Genova, Vico Falamonica – Cerchiatura alla base di una colonna



Basilica di Mondovì presso Vico Forte



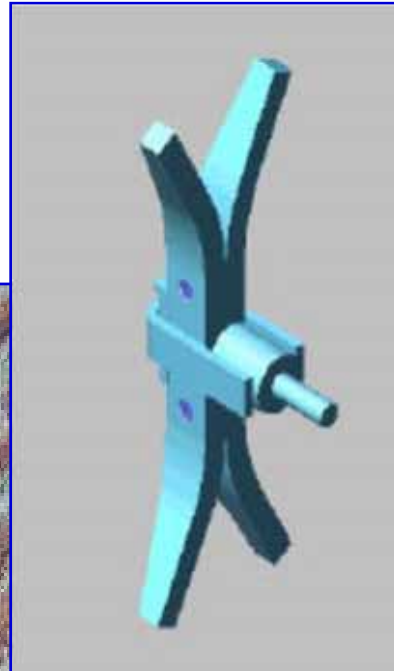


COLLEGAMENTI

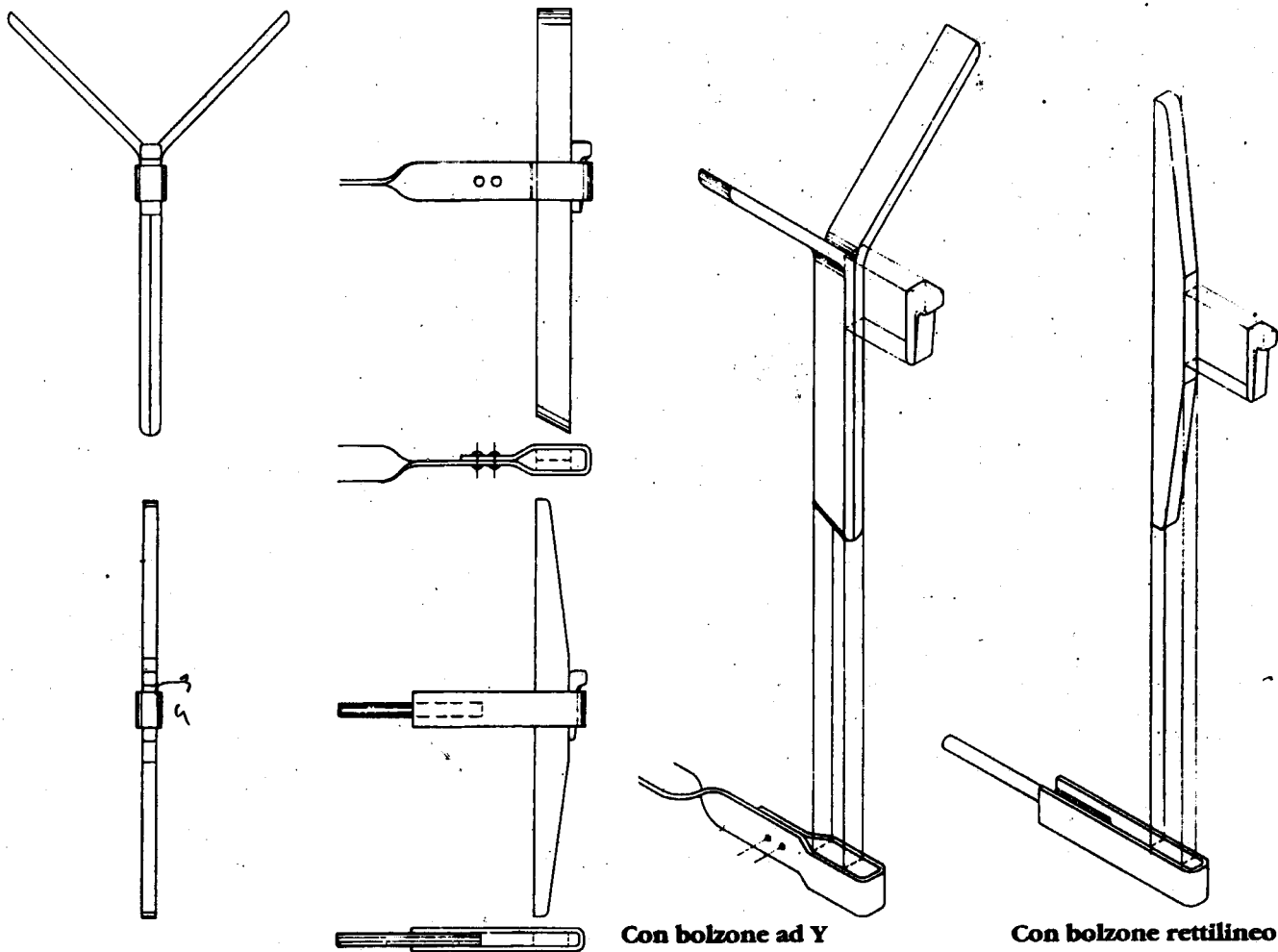
AMMORSAMENTI MURARI – CATENE – CORDOLI

1. Connection between walls and reduction of their flexural slenderness

**TIE
RODS**

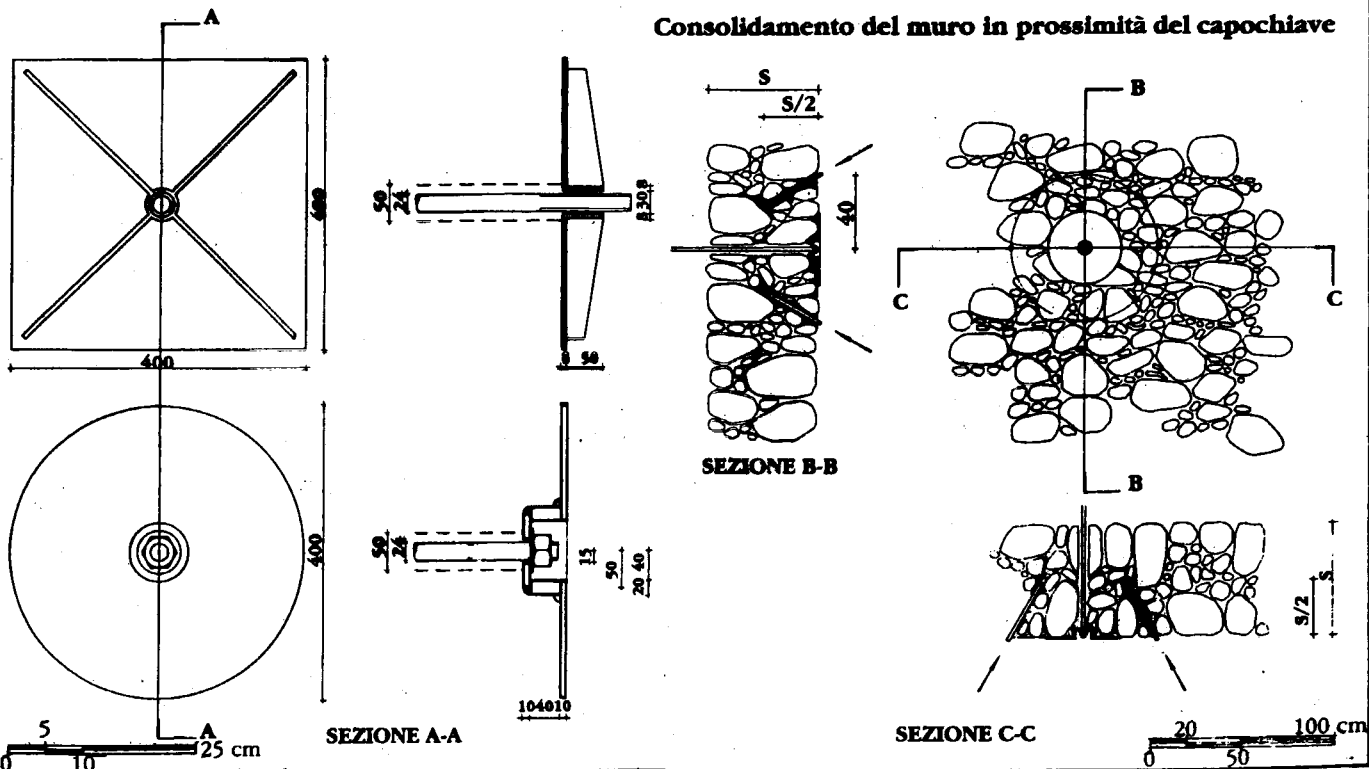


MURATURA BENE ORGANIZZATA. CAPOCHIAVI CON BOLZONE



MURATURA POCO ORGANIZZATA. CAPOCHIAVI A PIASTRA

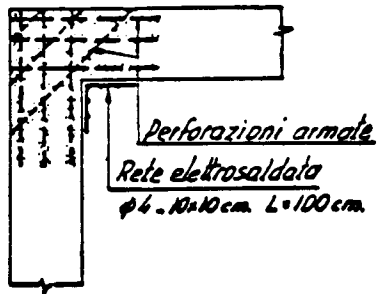
Consolidamento del muro in prossimità del capochiave



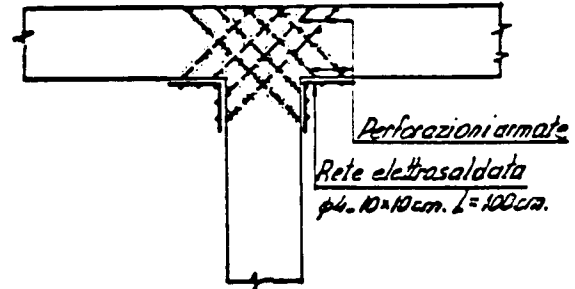
LESIONI D'ANGOLO

SK 4B

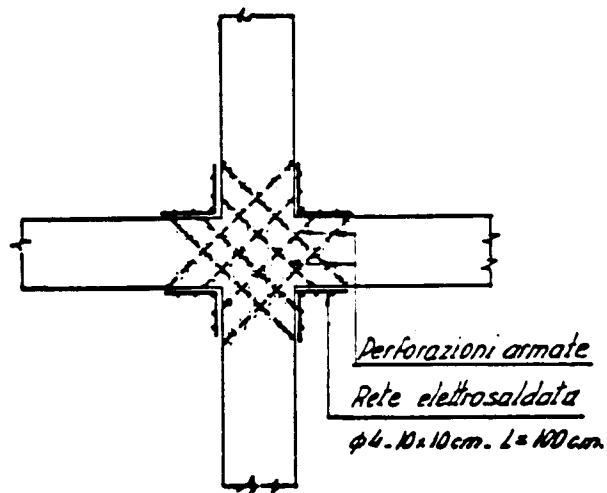
CANTONALE



MARTELLO



INCROCIO

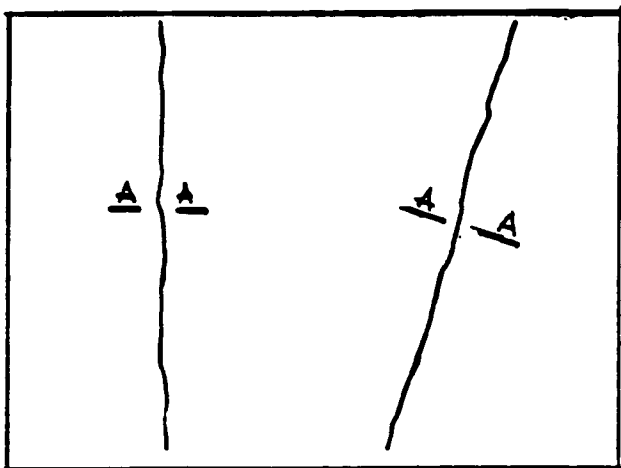


METODO DI RIPARAZIONE

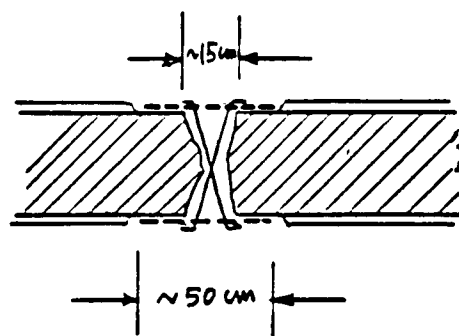
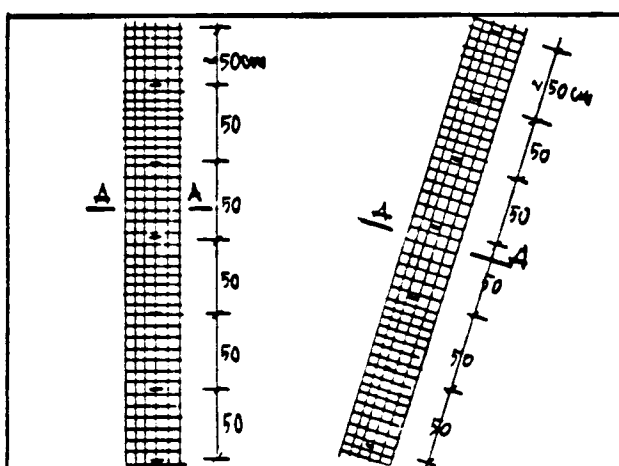
1. Asportazione dell'intonaco
 2. Pulizia e lavaggio delle zone lesionate
 3. Sigillatura delle lesioni con malta cementizia
 4. Perforazione delle murature (\varnothing 40x50 mm)
 5. Iniezione di miscela cementizia previa armatura delle perforazioni con barre \varnothing 12 ad aderenza migliorata
- Inoltre, eventualmente sulle pareti non a faccia vista:
6. Applicazione di rete metallica elettrosaldata \varnothing 4 - 10 cm x 10 cm ben ancorata alla muratura - L = 100 cm per lato
 7. Esecuzione di betoncino spruzzato

LESIONE ISOLATA

SK 1A



SEZ. A-A



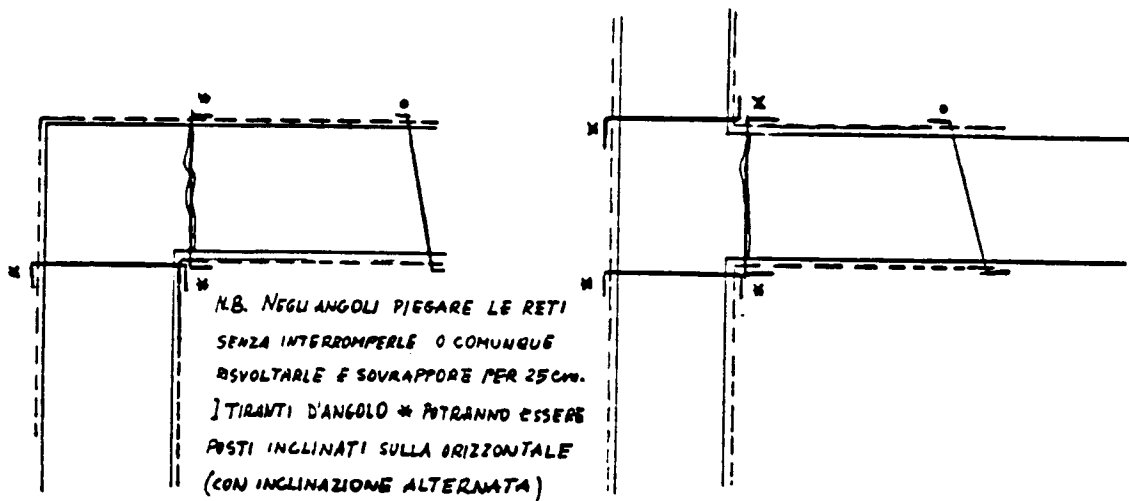
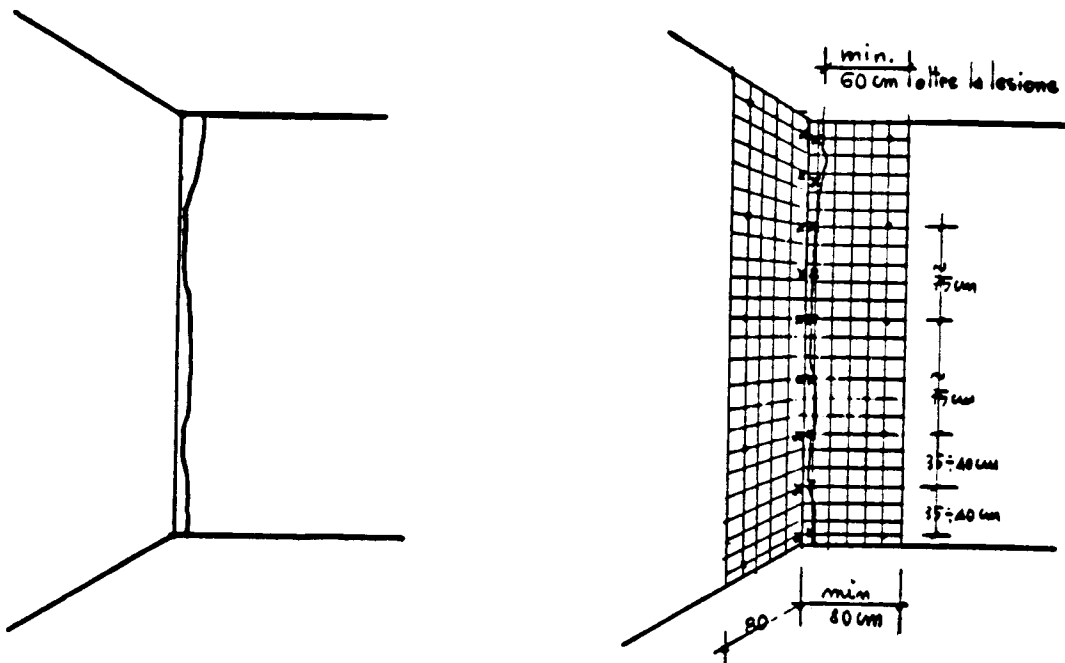
SEZ. A-A

METODO DI RIPARAZIONE

1. Togliere il vecchio intonaco mettendo a vivo la muratura (per una striscia della larghezza di circa 60 cm a cavallo della lesione)
2. Allargare la lesione asportando anche le parti di muratura già smosse
3. Pulire con getto d'acqua tutte le superfici
4. Partendo dal basso e proseguendo a tratti:
 - a- applicare sulle due facce del muro elementi di rete elettrosaldata (tondini $\varnothing 3 \times 4$ mm, maglia 15×15 cm o simile).
Le reti vanno fissate con chiodi alla muratura e collegate tra loro attraverso la lesione con tondini di acciaio ($\varnothing 4 \times 6$ mm ogni 50 cm circa)
 - b- bagnare abbondantemente le superfici
 - c- riempire la lesione con un getto di calcestruzzo (a granulometria piuttosto fine e possibilmente additivato con prodotti antiritiro).
5. Previa bagnatura delle superfici, applicare uno strato di intonaco in malta cementizia sulle due facce per tutta la striscia interessata dalla riparazione (spessore consigliato dell'intonaco: almeno 3 cm).

LESIONI D'ANGOLO

SK 4A



N.B. NEGLI ANGOLI PIEGARE LE RETI
SENZA INTERRUPERLE O COMUNQUE
RISVOLTALE E SOVRAPPORRE PER 25cm.
] TIRANTI D'ANGOLO * POTRANNO ESSERE
POSTI INCLINATI SULLA ORIZZONTALE
(CON INCLINAZIONE ALTERNATA)

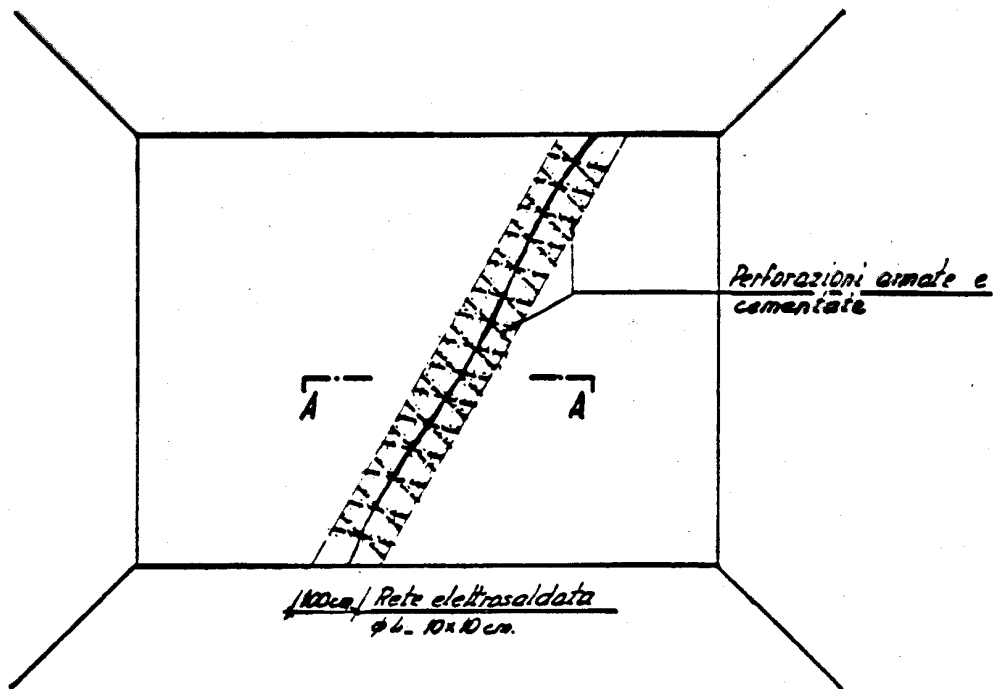
SEZIONI ORIZZONTALI

METODO DI RIPARAZIONE

1. Togliere il vecchio intonaco mettendo a vivo la muratura
2. Pulire accuratamente con getto d'acqua le fessure
3. Stuccare le fessure con malta cementizia
4. Applicare su entrambe le facce della parete una rete elettrosaldata (tondino \varnothing 3-4 mm maglia 15x15, o simile), risvoltandola per almeno 50 cm in corrispondenza degli spigoli verticali. Le reti vanno fissate con chiodi alla muratura e collegate tra loro (anche attraverso le lesioni) con tondini di acciaio (\varnothing 4-6 mm. circa 2 collegamenti per m²).
5. Previa bagnatura delle superfici, applicare su entrambe le facce un intonaco generale di malta cementizia (spessore consigliato: almeno 3 cm).

N.B. NEL CASO DI FESSURA DI FORTE AMPIEZZA procedere per questa come indicato in SK.1

H. G.



SEZIONE A-A



METODO DI RIPARAZIONE

1. Asportazione dell'intonaco
2. Pulizia e lavaggio della zona lesionata
3. Sigillatura della lesione con malta cementizia
4. Perforazione della muratura (fori ϕ 40+ ϕ 50)
5. Iniezione di miscela cementizia previa armatura delle perforazioni con barre ϕ 12 ad aderenza migliorata
6. Applicazione di rete metallica elettrosaldata ϕ 4-10 cm x 10 cm ben ancorata alla muratura
7. Esecuzione di betoncino spruzzato

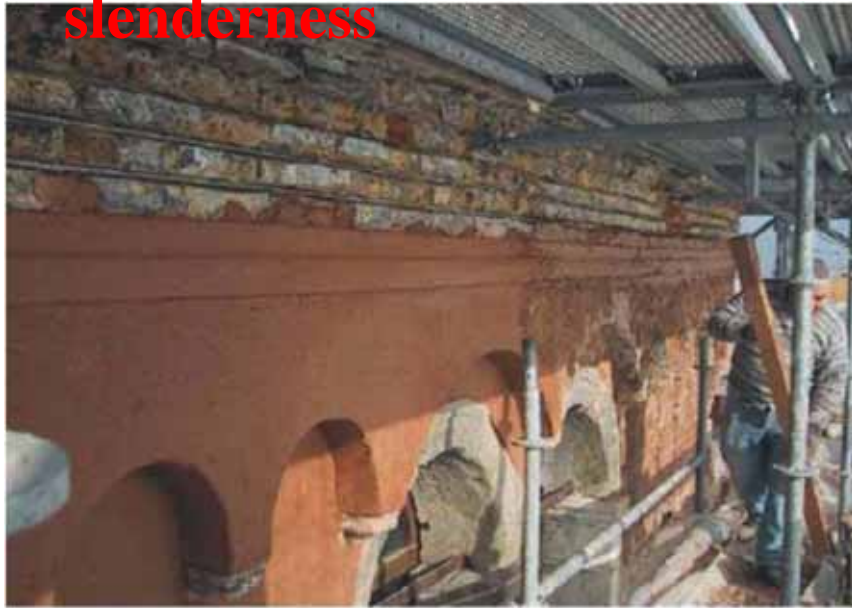
UFFIZI - Firenze



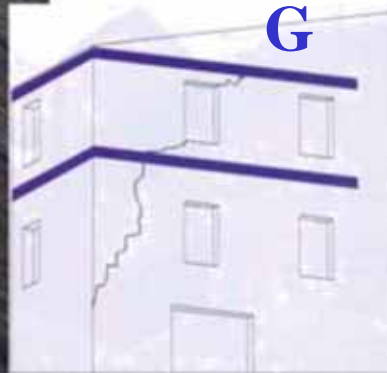




1. Connection between walls and reduction of their flexural slenderness



**STEEL
OR FRP
HOOPING
G**



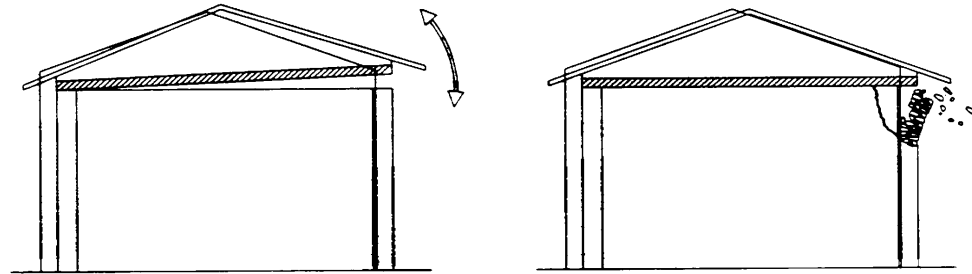
from Modena et al., University of Padua (I)

1. Connection between walls and reduction of their flexural slenderness

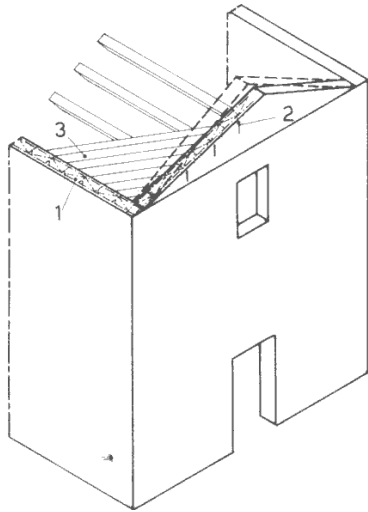


Perugia, Palazzo dei Priori

Il problema dei cordoli e del rifacimento di solai e tetti in cemento armato



6.3.2 Interventi volti a ridurre le carenze dei collegamenti



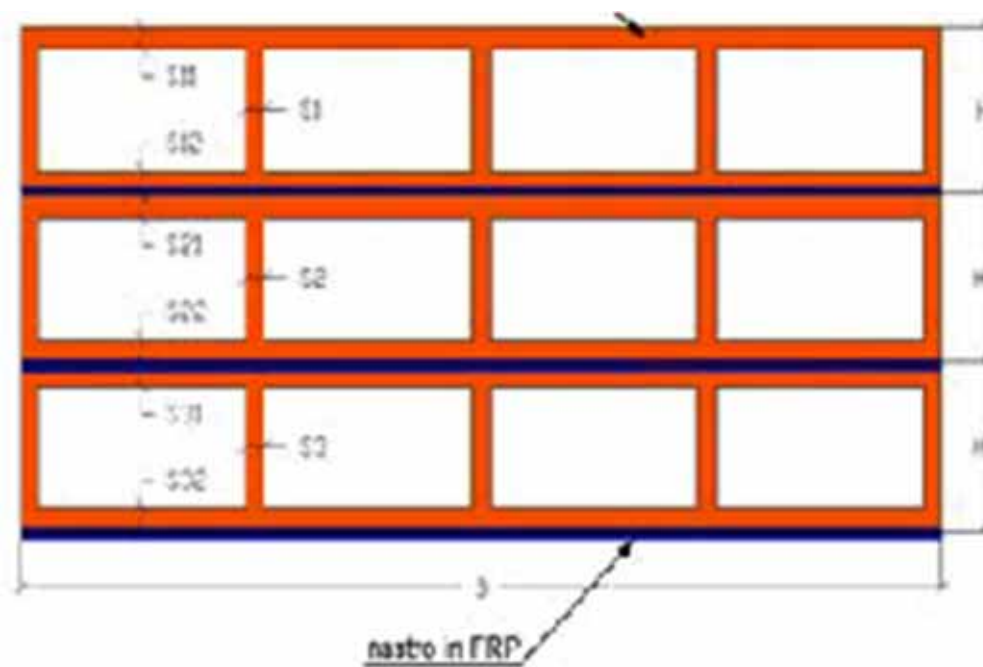
1) CORDOLO TIRANTE ADESIVO SOMMITALE

2) COLLEGAMENTI TRA TERZERI DI LEGNO E MURI DI APPOGGIO

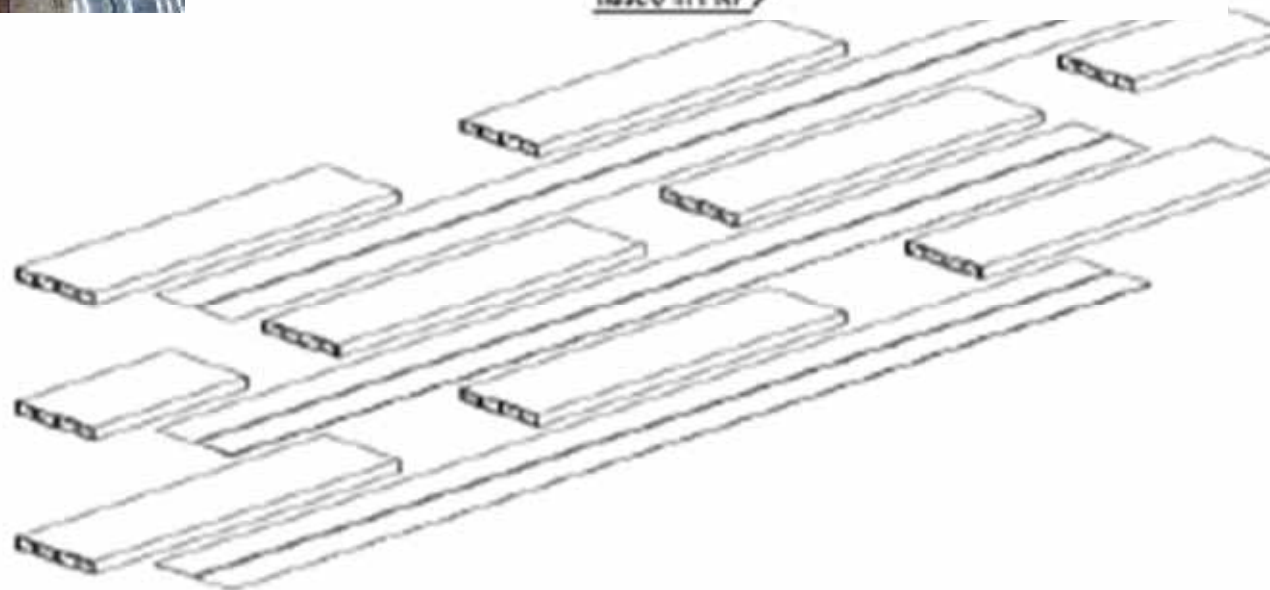
3) PARZIALE IRRIGIDIMENTO DELL'IMPALCATO DI FALDA E CONNESSIONI CONTINUE TRA IMPALCATO E CORDOLO-TIRANTE



Cordoli in muratura armata



CORDOLO LATERIZIO
LAMELLARE CON FRP

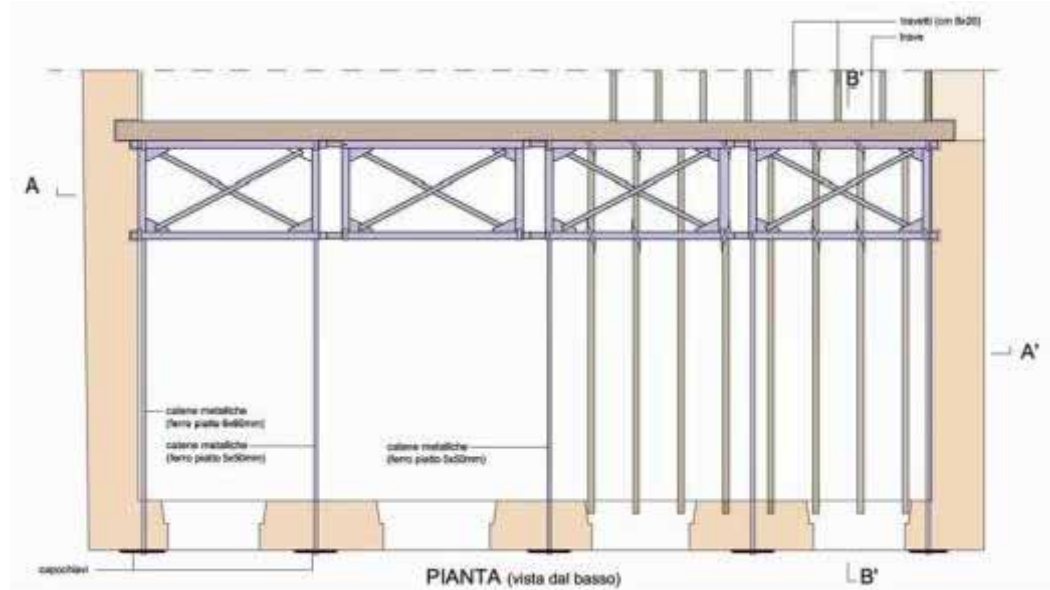
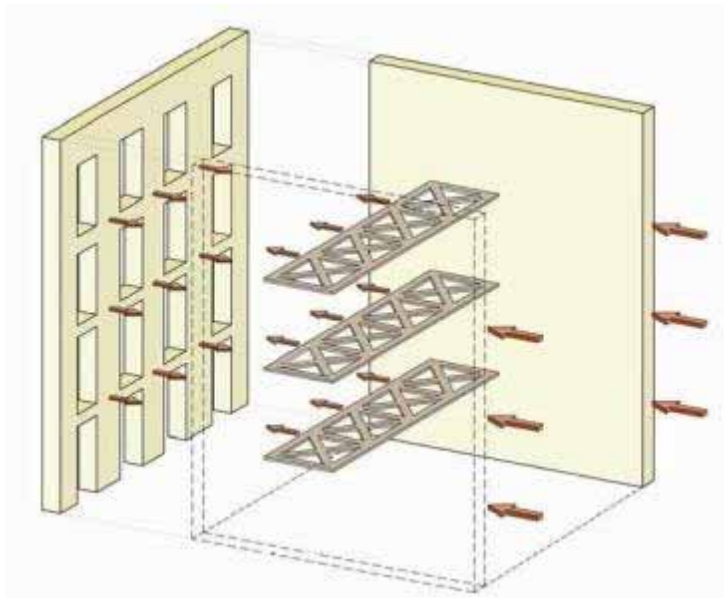


Cordoli esterni in acciaio



SEISMIC IMPROVEMENT AS PREVENTION APPROACH: THE CASE OF HORTA (FAJAL, AZORES)

C.F. Carocci, C. Tocci and O. Vasconcelos



INTERVENTI A CONFRONTO



COLOSSEO LATO EST, R.STERN, 1807

INTERVENTI A CONFRONTO



COLOSSEO LATO OVEST, GIUSEPPE VALADIER, 1828-29

INTERVENTI A CONFRONTO



COLOSSEO LATO SUD, GASPARE SALVI, 1845

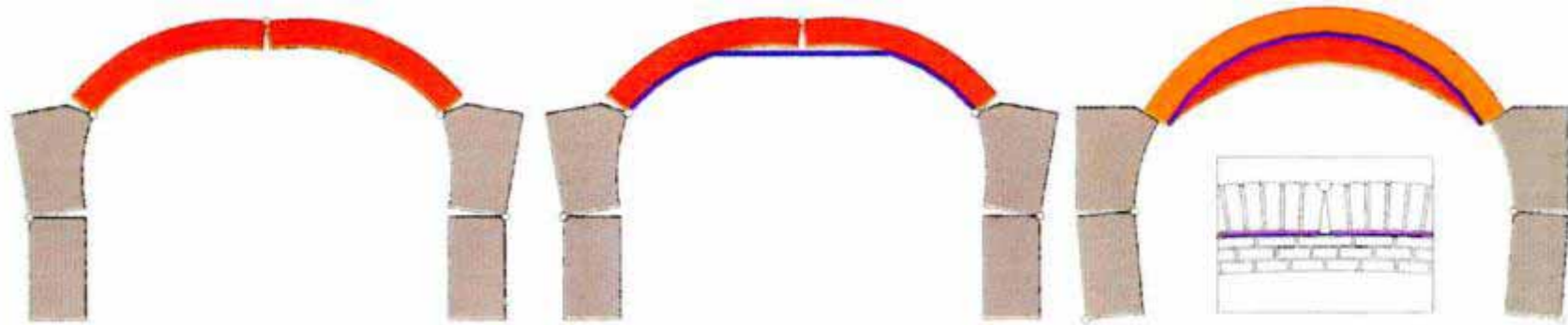
VOLTE

UFFIZI - Firenze

<http://www.nuoviuffizi.it/>



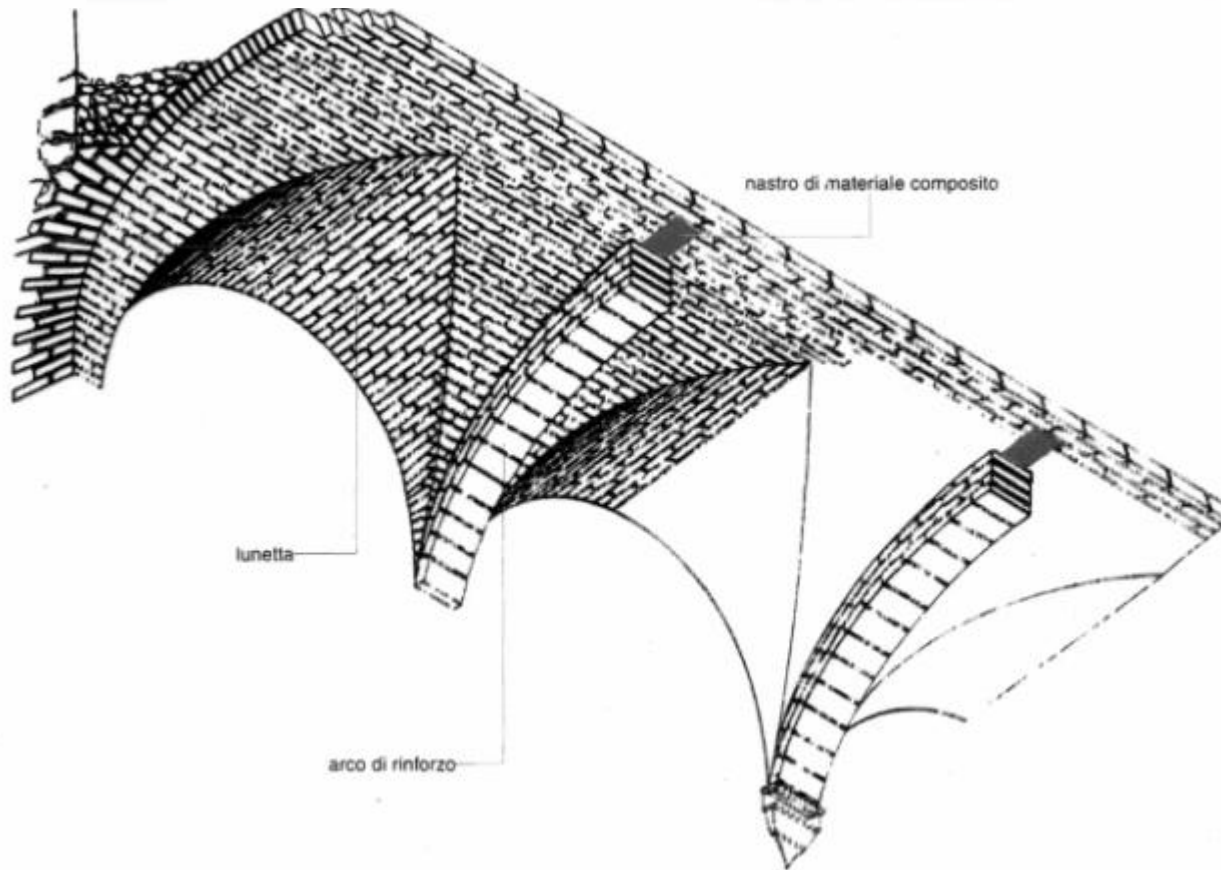
6.3.3 Interventi volti a ridurre le spinte di archi e volte



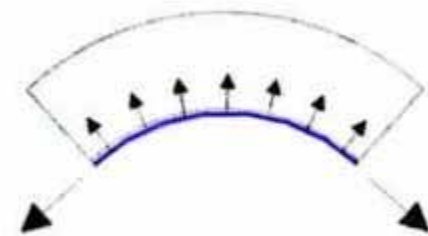
Meccanismo di danno della struttura voltata

Meccanismo di danno per la volta con i nastri all'intradosso

Consolidamento con nastro di materiale composito e arco di rinforzo all'intradosso



nastro teso all'intradosso



nastro teso all'intradosso

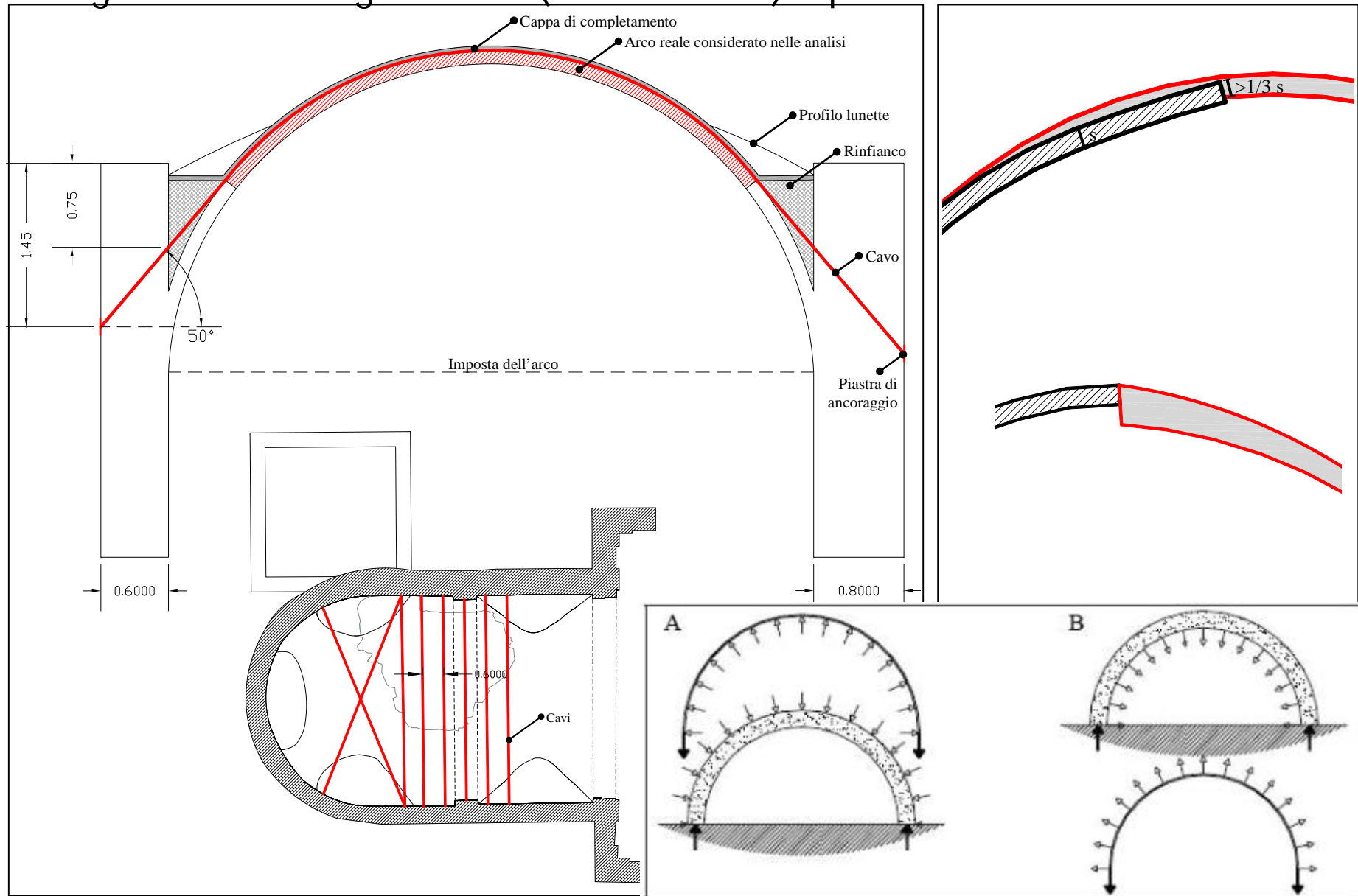
Chiesa di San Egidio a Bussana (IM)

Danneggiata dal terremoto del 1887

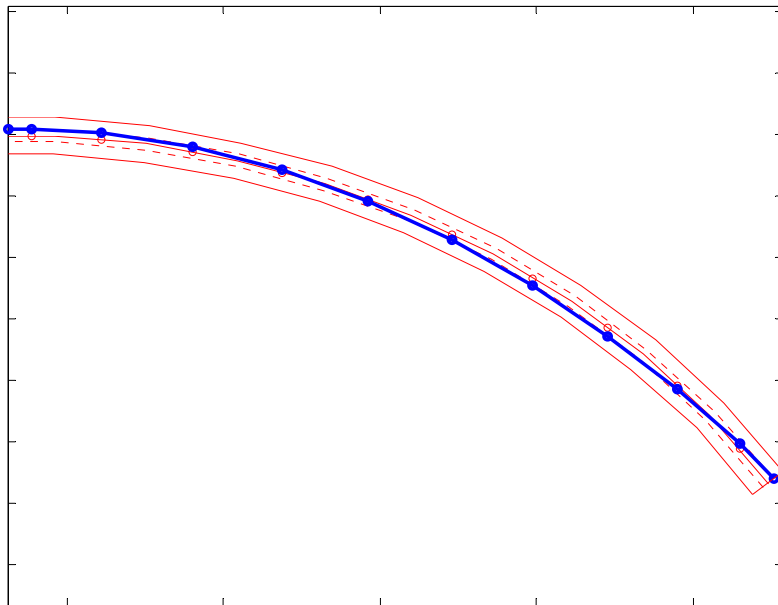


Chiesa di San Egidio a Bussana (IM)

Integrazione in conglomerato (deformazioni) e posizione delle cerchiature



CURVA DELLE PRESSIONI - SENZA E CON I CAVI



VERIFICA CURVA DELLE PRESSIONI - N=1000Kg

