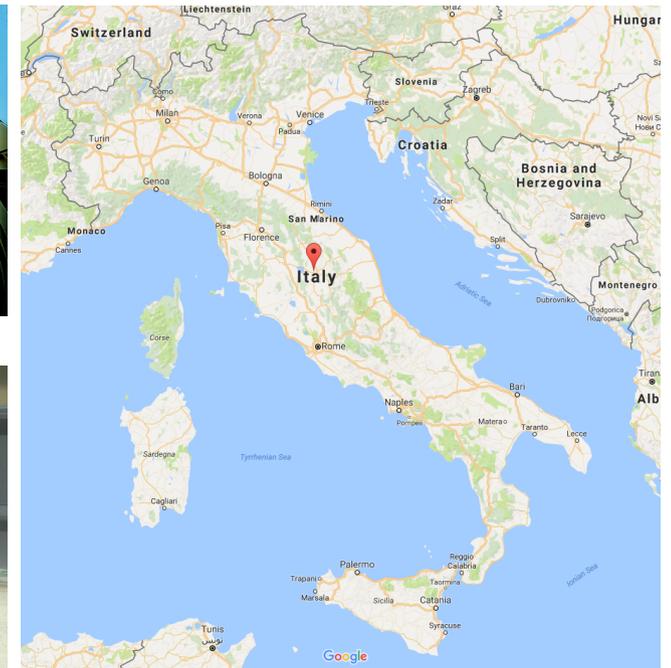


Kimia S.p.A. ([www.kimia.it](http://www.kimia.it)) est une société italienne avec plus de trente ans d'expérience dans la production de matériels techniques pour le secteur de la restauration, de la récupération des bâtiments et de les revêtements professionnels.

Nous avons deux usines de production situées en Italie centrale, dans la province de Pérouse à une courte distance les uns des autres:

- Ponte Felcino: produits en poudre
- Valfabbrica: liquides et autres





La gamme de matériels produits par Kimia est très vaste et spécialisée. Par souci de simplicité, il est possible de regrouper les produits les plus stratégiques selon les macro-catégories suivantes :

## **Mortiers**

- Mortiers à base de chaux hydrauliques naturelles NHL certifiées CE, pour les interventions de restauration de bâtiments historiques et de monuments et les interventions de bio-construction
- Mortiers marqués CE à haute durabilité pour les interventions de réfection structurelle, ragréage et protection du béton

## **Résines, tissus et matériaux pultrudés**

- Tissus en fibre de carbone, acier et verre et résines correspondantes pour la pose
- Adhésifs structurels en tout genre

## **Solutions pour le revêtement**

- Imperméabilisations, sols industriels et décoratifs, protection et passivation du béton

Pour tous nos partenaires et clients, nous mettons à disposition non seulement une gamme de produits très vaste et spécialisée, mais également:

- Analyses en cas d'interventions sur des monuments qui exigent une connaissance appropriée des caractéristiques des mortiers historiques utilisés (service fourni par notre Laboratoire d'analyse)
- La personnalisation des produits (à travers notre département R&D)
- Des cours de formation et support technique (à travers notre bureau technique)
- Une assistance technique avant et après-vente (à travers nos spécialistes de produit)
- Des cours de formation appliqués et, pour nos produits et cycles les plus complexes (comme les renforts structurels FRP ou les applications décoratives), une formation en chantier avec des applicateurs italiens hautement qualifiés.



## Principaux domaines d'intervention



2000



Castello di Mussomeli  
Caltanissetta

C B

2015



Pietà Rondanini (Michelangelo)  
Milano

C

2007



Convento Madonna della Stella  
Montefalco (Perugia)

C M

2003



Acquedotto Alessandrino  
Roma

B

2003



Palazzo della Civiltà Italiana  
Roma

L

2002



Palazzo Spannocchi  
Siena

C

2007



Villa Clio  
Foligno (Perugia)

C B

2010



Chiesa di S. Gaetano  
Cosenza

C

2000



Palazzo del Quirinale  
Roma

D

2003



Teatro San Carlo  
Napoli

C M

2000



Castello di Lombardia  
Enna

C B

2013



Chiesa di S. Domenico  
Rieti

C



2002

Fontana dell'Acqua Paola  
Roma

C



2013

Nuovo Museo degli Innocenti  
Firenze

P B C



2006

Chiesa del Suffragio  
Foligno (Perugia)

C M



2003

Gipsoteca  
Catanzaro

C



2003

Museo di Storia Contemporanea  
Roma

C



2007

Teatro "Ebe Stignani"  
Imola (Bologna)

C



2000

Facoltà di Economia  
Foggia

C



2001

Cattedrale di S. Francesco  
Gubbio (Perugia)

B



2012

Mura Urbiche  
L'Aquila

P



1991-92

Chiesa di S. Martino  
Monteverchi (Arezzo)

C



2013

Arsenali Repubblicani  
Pisa

C



Palazzo Roccella  
Napoli

C



2000

Castello Isola di Capo Rizzuto  
Crotona

B



2005

Pirelli Re  
Roma

L



2006

Moschea Bursa  
Gümüşhane (Turchia)

C



2014

Reggia di Caserta  
Caserta

P



2002

Chiesa del SS. Rosario  
Milazzo (Messina)

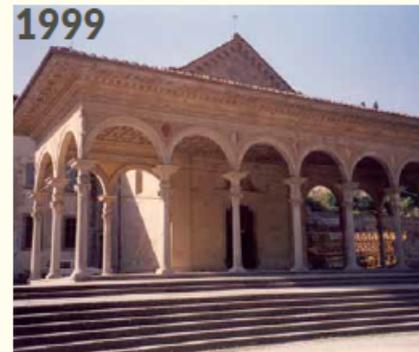
B C



2014

Palazzo Zavagli  
Rimini

B C



1999

Chiesa di S. Maria delle Grazie  
Arezzo

C A



2010

Palazzo Venezia  
Roma

B D



1991-93

Chiesa della Badia  
Arezzo

I C



2007

Sito archeologico  
Cerenza (Crotona)

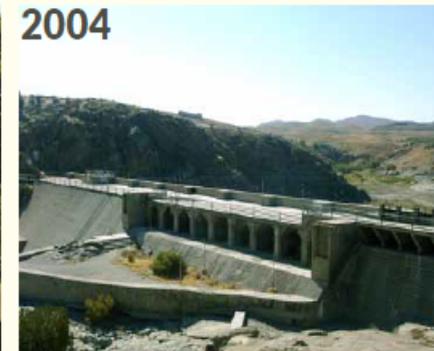
P



2002

Villa Parigini  
Siena

C



2004

Golestan Dam  
Mashhad (Iran)

B



2004  
Chiesa di S. Francesco al Prato  
Perugia

B



2002  
Castello Medievale  
Roccella Jonica (Reggio Calabria)

B



2013  
Chiesa di S. Benedetto  
Perugia

C



2002  
Chiesa di S. Vito Morsasco  
Alessandria

C



2010  
Torre Bofilla  
Valencia (Spagna)

P B



2014  
Piazza del Popolo  
Roma

F



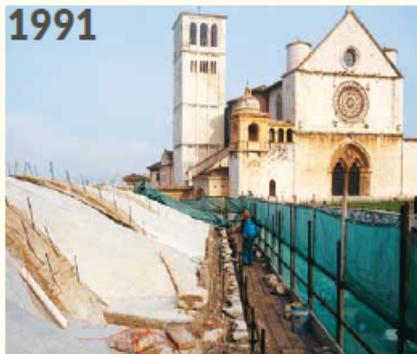
2000  
Castello di Fiumefreddo  
Cosenza

P B



2004  
Chiesa di S. Michele Arcangelo  
Vibo Valentia

C



1991  
Sala Norsa  
Assisi (Perugia)

D C



2008  
Fontana  
San Sepolcro (Arezzo)

L



2013  
Palazzo Vastarini  
L'Aquila

B



1984  
Santuario di Rivotorto  
Assisi (Perugia)

C



1993  
Castello di Miglionico  
Matera

B



2002  
Teatro Rendano  
Cosenza



2013  
Torre San Paio Antealtares  
Santiago de Compostela (Spagna)

P



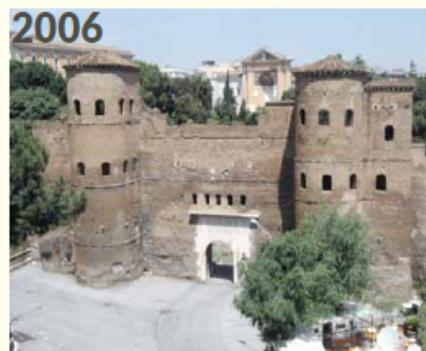
2006  
Palaexpo  
Roma

B



2005  
Abbazia di S. Pietro  
Perugia

C



2006  
Porta Asinara  
Roma

P L B



2007  
Chiesa dei SS. Marta e Biagio  
Marta (Viterbo)

C



2014  
Castello dell'Antognolla  
Perugia

P



2010  
Ex Chiesa dell'Annunziata  
Foligno (Perugia)

C



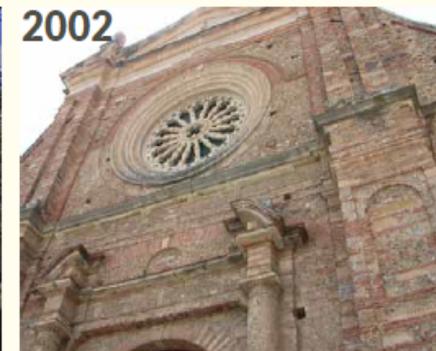
2007  
Pinacoteca  
Spello (Perugia)

C



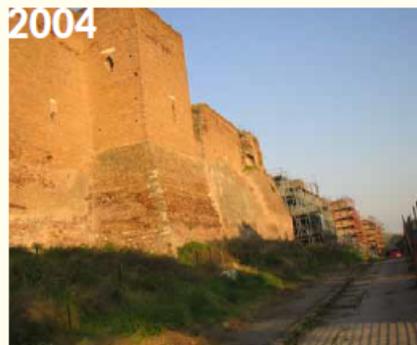
2012  
Castello Cinquecentesco  
L'Aquila

B



2002  
Chiesa dei SS. Pietro e Paolo  
Cosenza

C



**2004**  
Porta Ardeatina  
Roma

P



**2013-14**  
Monastero S. Maria Valdeiglesias  
Madrid (Spagna)

L B



**2011**  
Real Albergo dei Poveri  
Napoli

C



**2008**  
Rocca di Postignano  
Assisi (Perugia)

B



**2004**  
Mura Urbiche  
Città di Castello (Perugia)

P



**2014**  
Palazzo Ducale  
Mantova

C



**2003**  
Chiesa di S. Marco  
San Marco Argentano (Cosenza)

C



**2014**  
Chiesa di S. Giovanni Paganica  
Montereale (L'Aquila)

C



**2011**  
Convento di S. Domenico  
Caltanissetta

C



**2011**  
Chiesa di S. Martino  
Todi (Perugia)

B



**2002**  
Palazzo Coccia  
Cerignola (Foggia)

C



**2014**  
Rocca S. Apollinare  
Marsciano (Perugia)

B



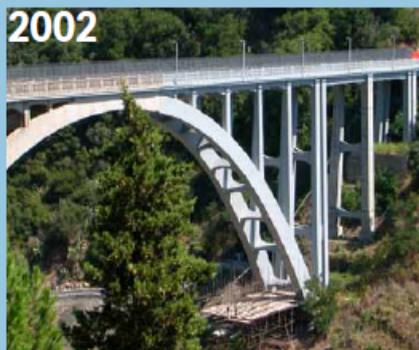
Viadotti su S.S. 106 - Cosenza

M



Viadotto S. Francesco - Cosenza

M



Ponte Siano - Catanzaro

C M



Stazione Porta Garibaldi - Milano

M



Gallerie ferroviaria - Andora-San Lorenzo (Savona)

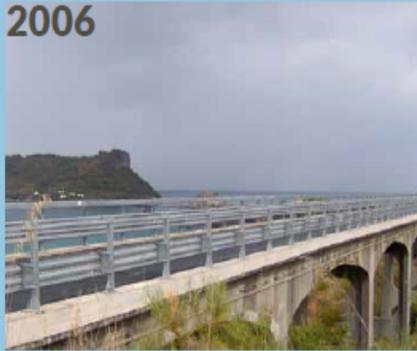
A



Mashhad Tunnel - Iran

M C

2006



Ponte Fiuzzi - Praia a Mare (Cosenza)

M C

2007



Ponte Bandar Abbas - Iran

M

2003



Canali irrigui - Montalbano Ionico (Matera)

I

2002



Ponte sul fiume Arvo - S. Giovanni in Fiore (Cosenza)

M

2002



Ponte sul fiume Lao - Cosenza

C M

2014



Lido Passignano - Passignano sul Trasimeno (Perugia)

M



Ponte sul fiume Gafaro - Belvedere Marittimo (Cosenza)

C M



Ponte su S.S. 106 - Catanzaro

M



Viadotti ferroviari - Savona

M



Gallerie Colle di Trodo e Laria - Mormanno (Cosenza)

A



Ponte sul fiume Vacale - Reggio Calabria

M



Galleria "Donna di Marco" - Mormanno (Cosenza)

A





Galleria "Jannello" - Mormanno (Cosenza)

A



Viadotto "Jannello" - Mormanno (Cosenza)

M



Ponte sul fiume Uria - Reggio Calabria

M



Viadotto "Italia" - Laino Borgo (Cosenza)

M



Sottopasso - Repubblica di San Marino

M C



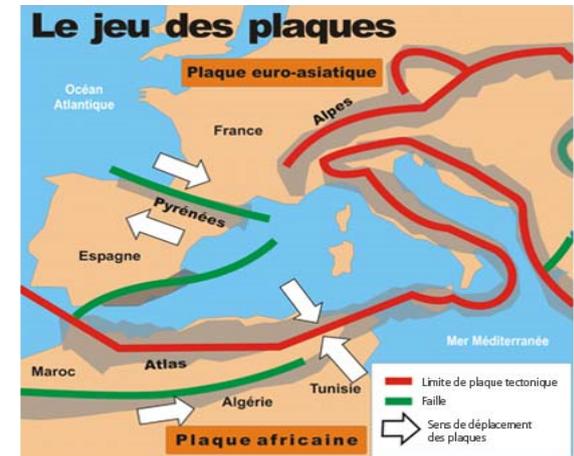
Pontile Gioia Tauro - Reggio Calabria

M S



Data	Area	Intensità	Magnitudo $M_w$
08.09.1905	Calabria	X – XI	7.1
23.10.1907	Calabria	IX	5.9
28.12.1908	Stretto di Messina (Calabria, Sicilia)	XI	7.2
07.06.1910	Irpinia (Basilicata)	IX	5.9
27.10.1914	Garfagnana (Toscana)	VII	5.8
13.01.1915	Avezzano (Abruzzo)	XI	7.0
17.05.1916	Mar Adriatico settentrionale	VIII	5.9
16.08.1916	Mar Adriatico settentrionale	VIII	5.9
26.04.1917	Monterchi – Citerna (Toscana – Umbria)	IX – X	5.8
10.11.1918	Appennino forlivese (Emilia Romagna)	VIII	5.8
29.06.1919	Mugello (Toscana)	IX	6.2
07.09.1920	Garfagnana (Toscana)	X	6.5
07.03.1928	Capo Vaticano (Calabria)	VIII	5.9
23.07.1930	Irpinia (Campania)	X	6.7
30.10.1930	Senigallia (Marche)	VIII – IX	5.9
18.10.1936	Bosco Cansiglio (Veneto)	IX	5.9
03.10.1943	Ascolano (Marche)	IX	5.8
21.08.1962	Irpinia (Campania)	IX	6.2
15.01.1968	Valle del Belice (Sicilia)	X	6.1
06.05.1976	Friuli	IX – X	6.4
15.09.1976	Friuli	VIII – IX	5.9
15.04.1978	Golfo di Patti (Sicilia)	VIII	6.1
19.09.1979	Valnerina (Umbria)	VIII – IX	5.9
23.11.1980	Irpinia (Campania, Basilicata)	X	6.9
07.05.1984	Lazio – Abruzzo	VIII	5.9
05.05.1990	Potentino (Basilicata)	VII – VIII	5.8
26.09.1997	Umbria – Marche	IX	6.0
31.10.2002	Molise	VIII – IX	5.8
06.04.2009	Abruzzo	IX – X	6.1 <sup>#</sup>
20.05.2012	Pianura Padana Emiliana (Emilia Romagna)	VIII <sup>*</sup>	5.8 <sup>#</sup>
29.05.2012			5.6 <sup>#</sup>

<sup>#</sup> Dati: iside.rm.ingv.it  
<sup>\*</sup> Cumulo degli effetti della sequenza



NB: Kimia a proposé ses produits pour les interventions de récupération suivant différents tremblements de terre qui ont eu lieu à plusieurs reprises en Ombrie et dans les Marches. Les structures renforcées n'ont pas subi de dommages structurels à cause des tremblements de terre qui ont eu lieu plus tard.

24 agosto 2016 Amatrice-Arquata 6.0



26 ottobre 2016 Norcia-Castelsantangelo 5.9



30 ottobre 2016 Norcia-Preci 6.5





Recherche / rapport de comportement aux  
tremblements de terre du 2016 montré par les  
bâtiments historiques consolidés après les  
tremblements de terre de 1979 et 1997  
en Ombrie et Marches

*(prof. arch. Francesco Doglioni, ing. Luciano Marchetti,  
prof. ing. Claudio Modena)*

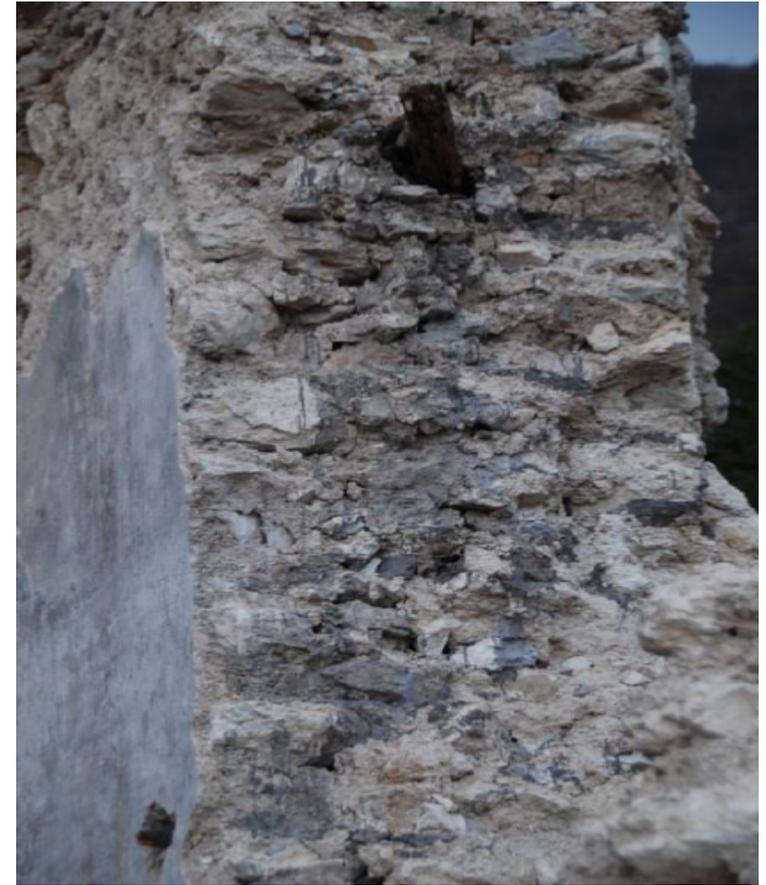
***Problème récurrent:***

Désintégration des murs;  
Fissures diffusées très ramifiées;  
Absence de liaisons transversales;  
Prévalence de la maçonnerie avec des blocs de  
petite taille selon une disposition irrégulière;  
Mortier lâche.

## Injections avant le séisme:



*Clocher de S. Maria la Bianca ad Ancarano (TE)*



*Eglise de S. Andrea, Campi, Norcia (PG)*

## Dommmages après le tremblement de terre:

- Les murs sont remplis de mortier mélangé avec des éléments en pierre: ils n'offrent pas des ouvertures appropriées, sinon en correspondance de blessure, pour la pénétration des fluides, et doivent donc être considérés comme non injectables.
  - Il est conseillé d'utiliser des combinaisons d'interventions externes comme le rejointoiement profond des joints, des enduits armés, connecteurs passants.

## Re-jointoiement profond avant le séisme



*Castelsantangelo sul Nera (MC)*

## Domages après le tremblement de terre:

Nombreuses constructions dont la maçonnerie, actuellement en vue, était rejointée sont essentiellement sains et saufs (bien que dans un contexte de dommages graves) ou autrement ont montré un comportement amélioré de la maçonnerie, permettant l'activation des mécanismes des dommages standard et non son "explosion".

## Enduit avec pas de jointoiement profonde



*Visso (MC)*

### Domages après le tremblement de terre:

Nombreux renforts faits après le tremblement de terre du '79 et '97 ont renouvelé toutes les surfaces extérieures des bâtiments. Dans la plupart des cas, sans un précédent jointoiement profonde, il était un revêtement esthétique, sans fonctionne de consolidation. Sans connexion aux murs, les nouveaux enduits appliqués se sont généralement séparés et ont eu très peu d'impact sur le comportement des murs.

Frettage structurel: oui ou non?



*Clocher de S. Martino de Gualdesi en Castelsantangelo sul Nera (MC) avec frettage avec des lames métalliques en acier inoxydable.*



*Clocher de S. Stefano en Castelsantangelo sul Nera (MC)*



*Système d'ancrage métallique  
pour poutre de connexion en bois  
détaché de la poutre détériorée*

## Tirants: oui ou non?

*Eglise de S. Martino de Gualdesi, à Castelsantangelo sul Nera.  
Les arches gothiques, sans chaînes pour le confinement d'axes horizontaux, ont poussé vers l'extérieur de la paroi du sud. Effondrement partiel, et de graves dommages à des fresques.*



*Eglise de S. Pietro à Vallinfante (MC).  
La présence des tirants sur les arcs internes a permis d'éviter les dommages.*



Les tremblements de terre ont montré l'efficacité et la durabilité de certains choix constructifs et solutions de renforcement.

Pour des différents éléments constructifs, nous allons discuter des problèmes typiques à résoudre, en se concentrant sur:

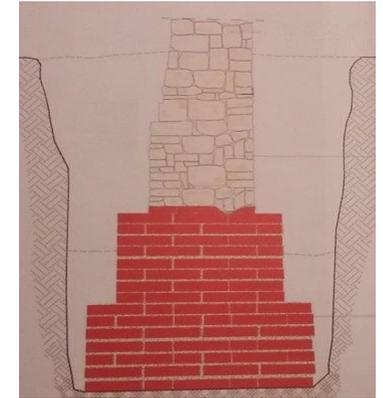
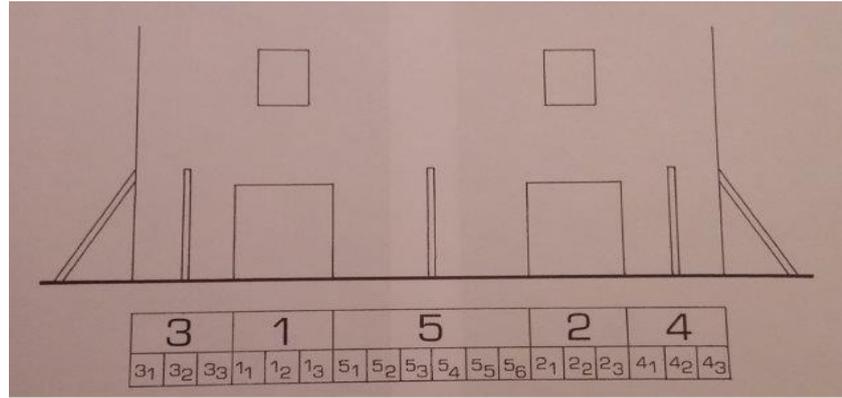
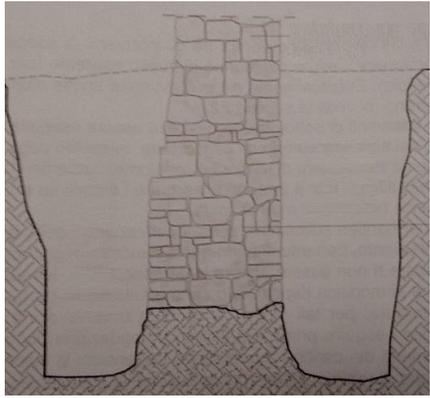
- correctes (et mauvaises!) interventions à choisir,
- correctes (et mauvaises!) techniques d'application,
- bonnes ou mauvaises matériaux



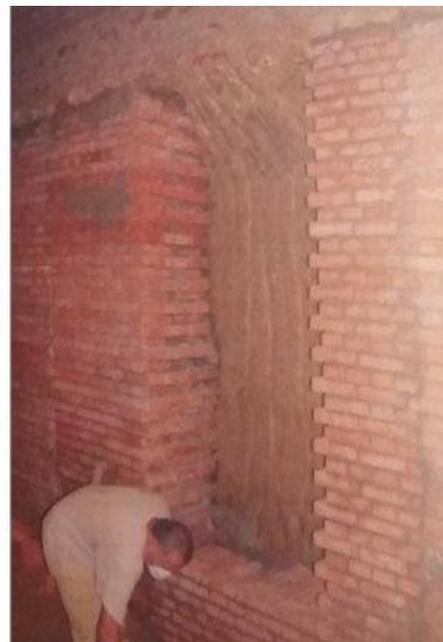
# Fondations



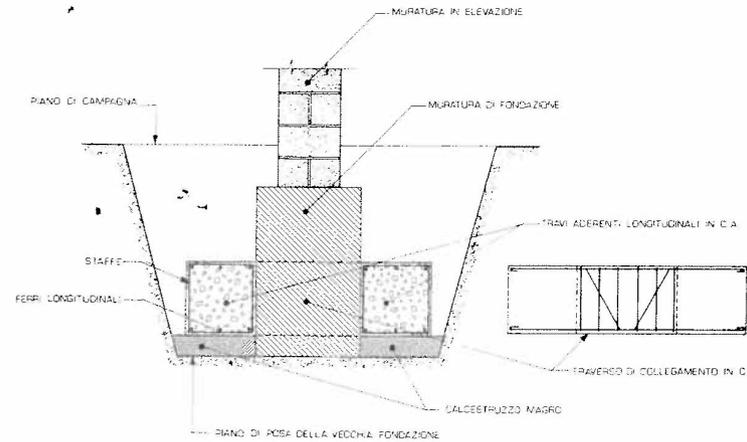
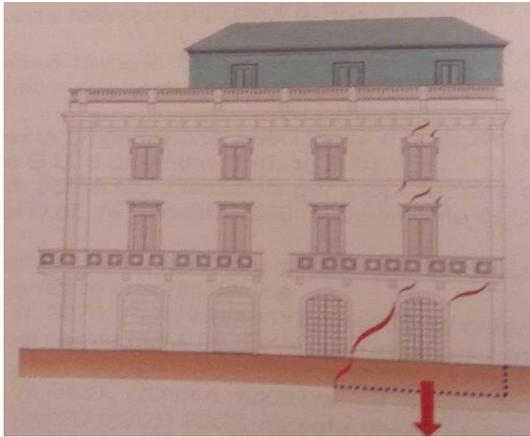
*Chiesa e museo di San Francesco - Montefalco*



(Consolidation) → étaielement → identification et numérotation des traits de maçonnerie (3-4 m) → excavation (pour une longueur maximale d'un mètre / un metres ed midi) d'une partie ou de deux parties (dans le cas des murs avec une épaisseur supérieure à 1,5 mètres) → étaielement entre la fondation et la base de l'excavation → réalisation de la maçonnerie.



- Joints de mortier > 1 cm
- Pas de connection
- Construire le mur sur l'intrados de la fondation (on doit s'arrêter à 10 cm, mettre en contraste avec des coins pendant 3-4 jours, changer les coins avec des coins plus grandes, placer la dernière rangée de briques avec du mortier a retrait contrôlé).



A) → excavation le long du périmètre et l'excavation de les liaisons transversales (1,5-2 m)

B) → coulée avec mortier sans retrait.



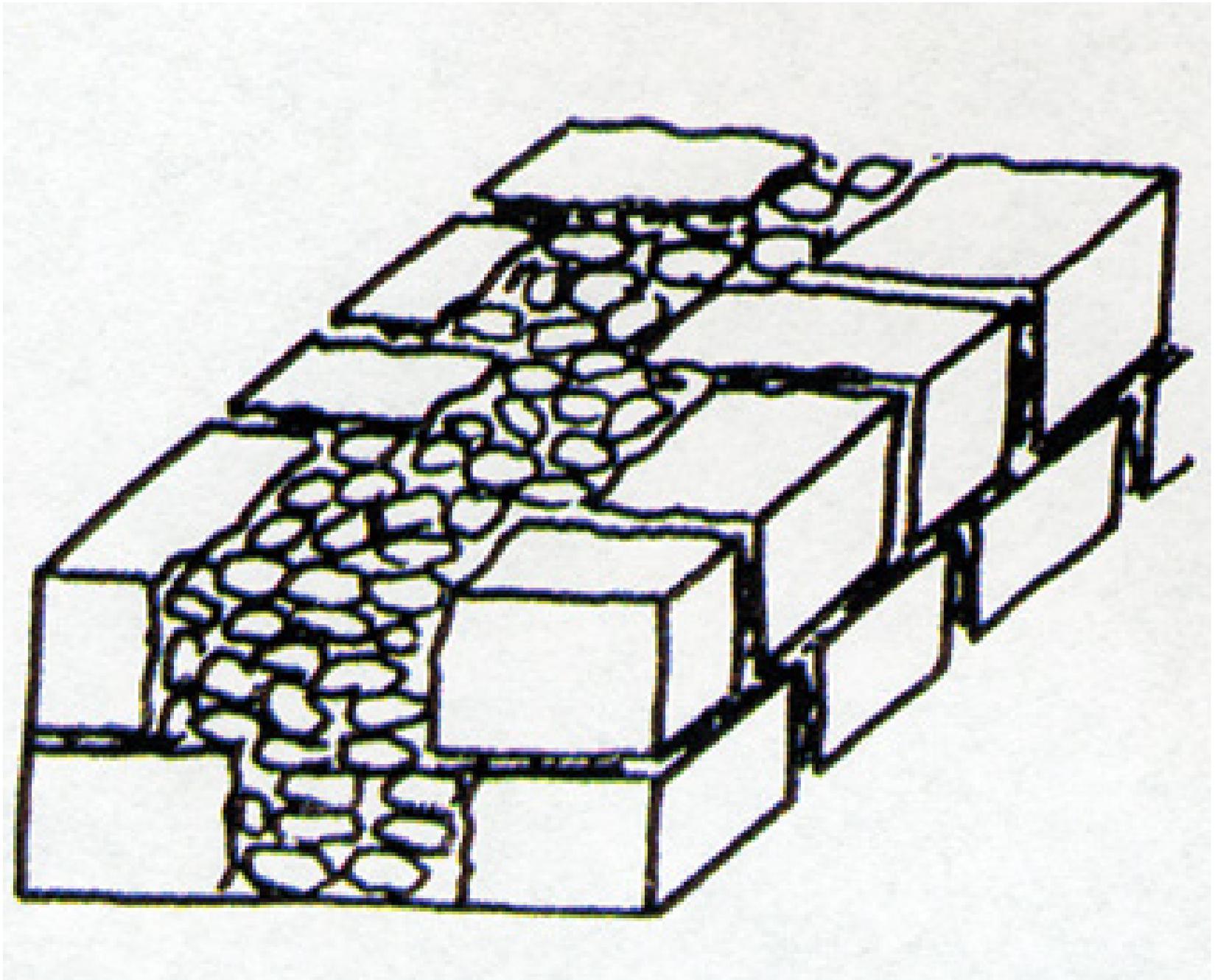
Ne pas faire de connexion transversale au moins tous les 1,5-2 m: la fondation existante insiste sur un sol déjà consolidé, l'élargissement sur un terrain non consolidé.



Fonctionne uniquement en cas d'augmentation des charges!



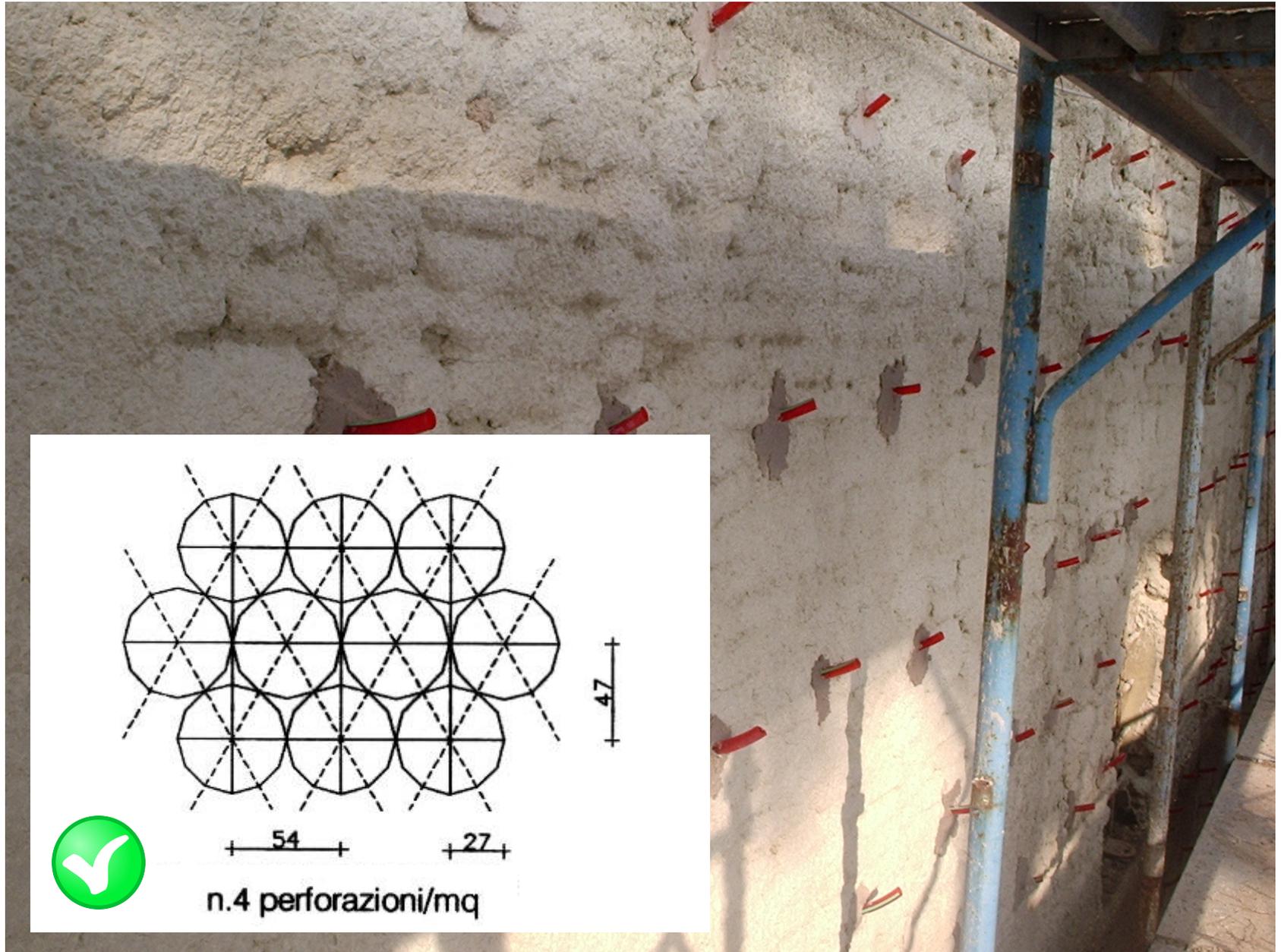
**Murs**





*PALAEXPO - Roma*









Eaux acides et  
carbonates ( $\text{CaCO}_3$ )

**Gypse**

Gypse & Aluminates

**Ettringite**

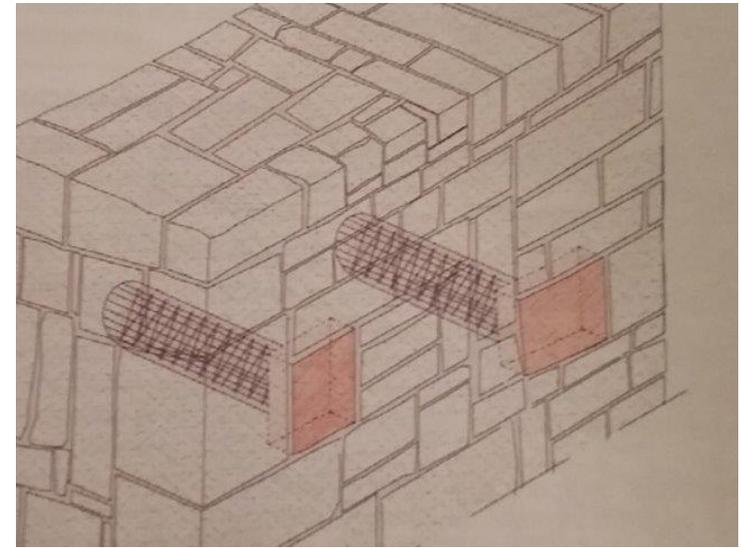
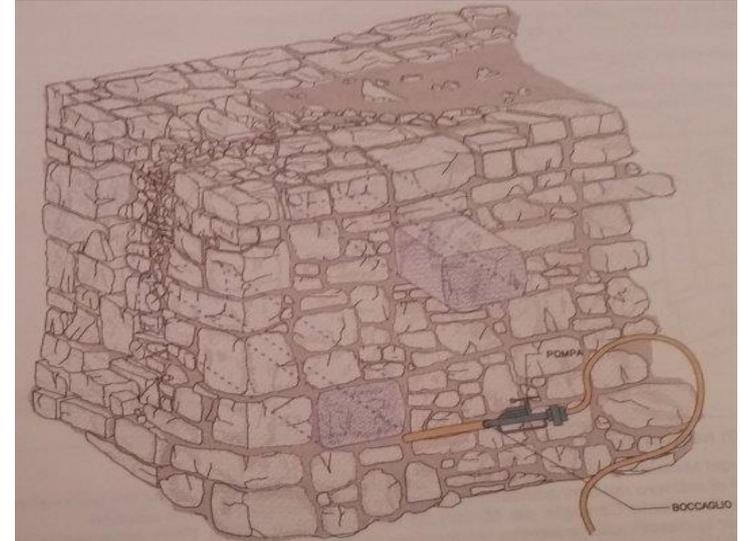
Gypse & Silicates

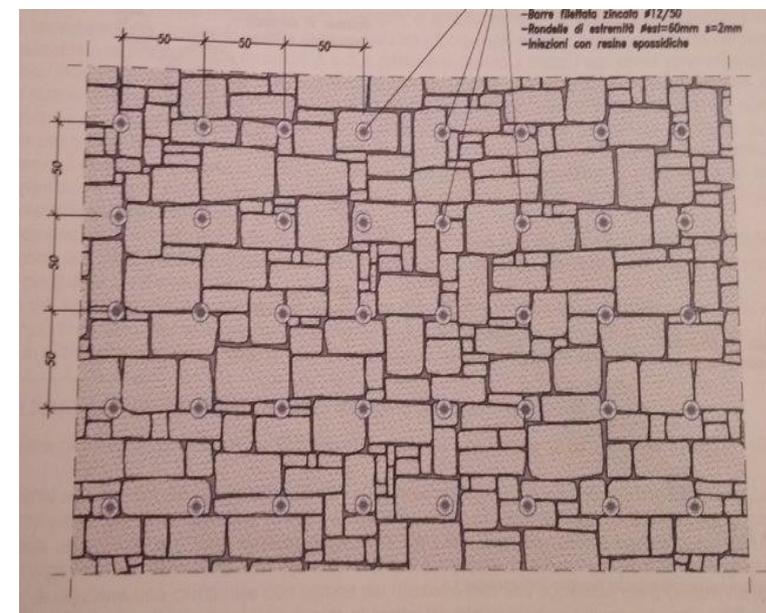
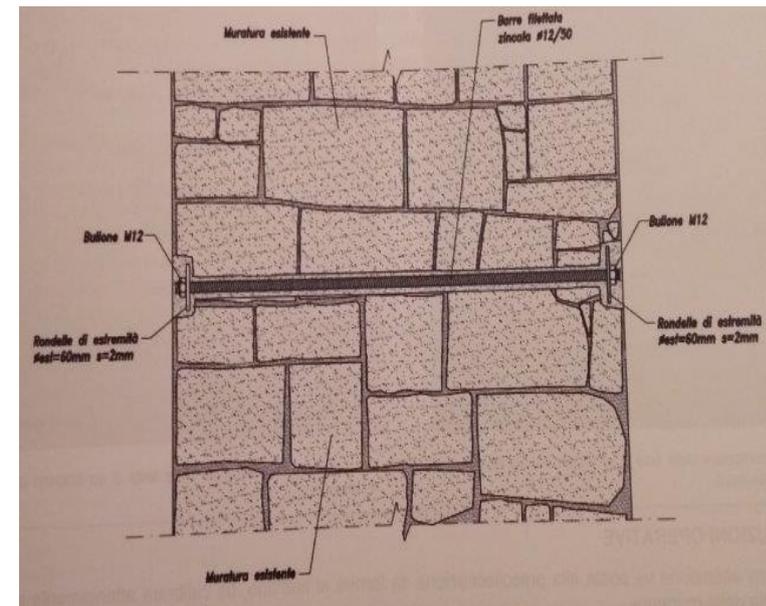
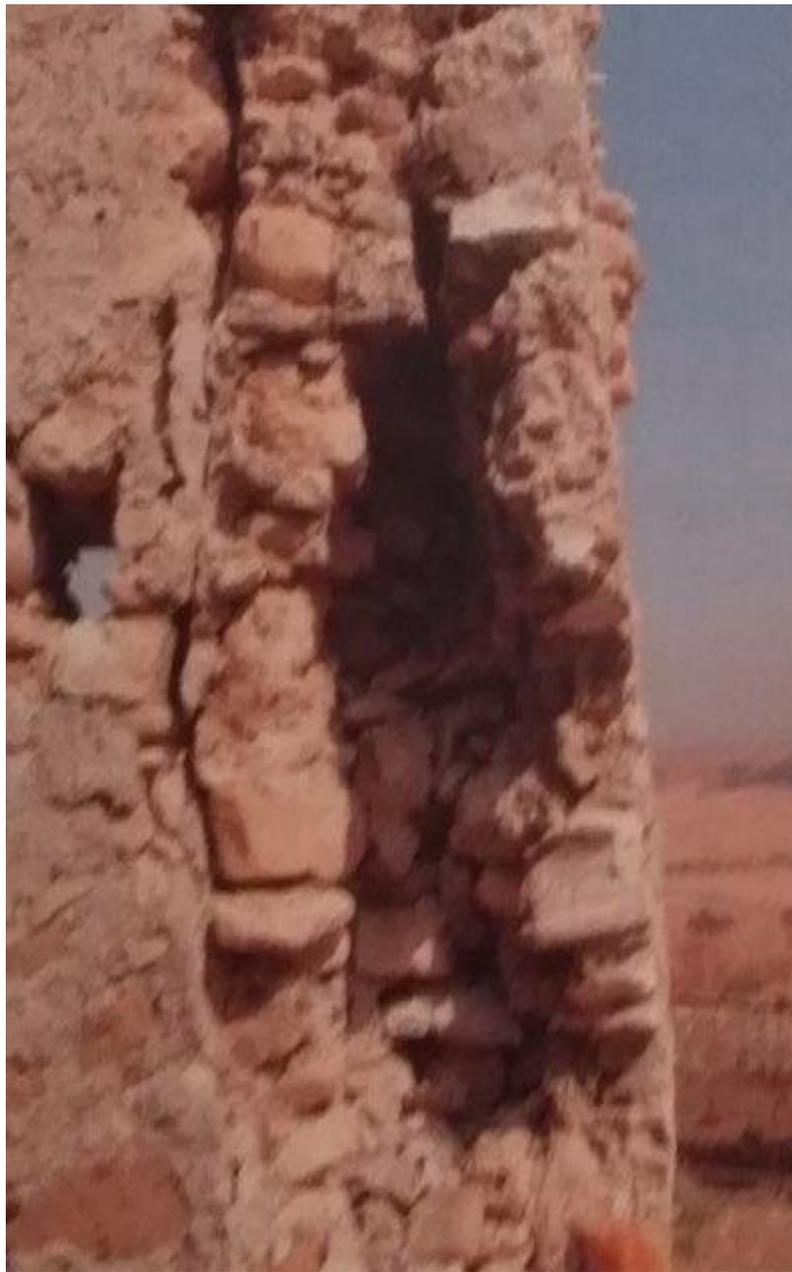
**Thaumasite**

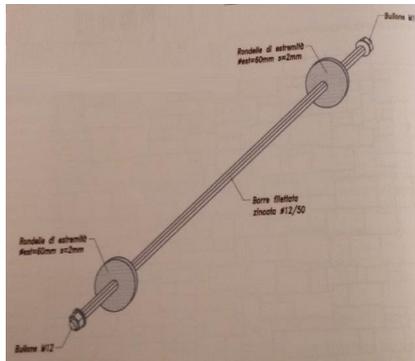
CIMENT



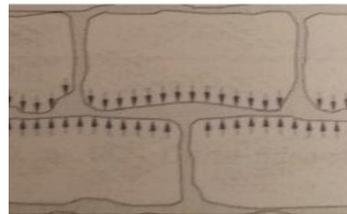
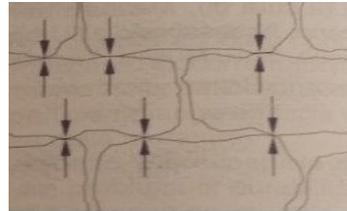








Palazzo Vescovile, San Severino Marche



Enlèvement du mortier → saturer le substrat en laissant la surface sèche → rejointoiement → lorsque le réglage commence, comprimer le mortier. Répéter l'opération dans les 5-6 h (été), 24 h (hiver).

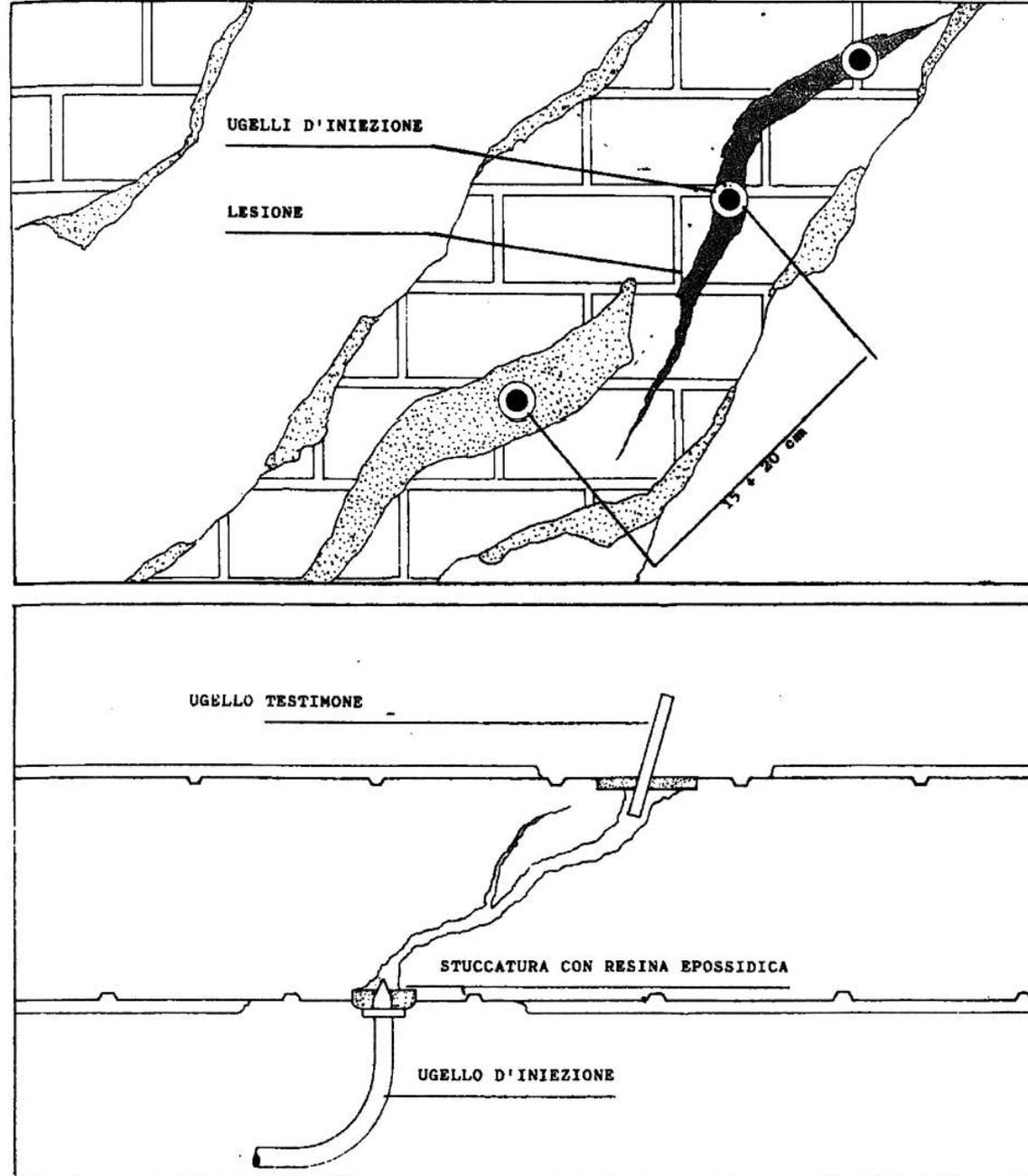
Mortier compatible à base de chaux



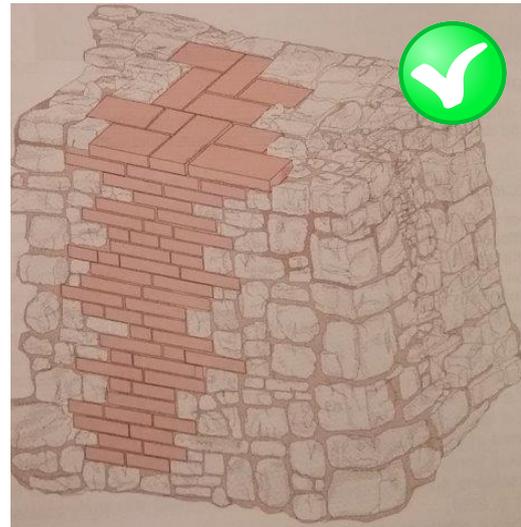
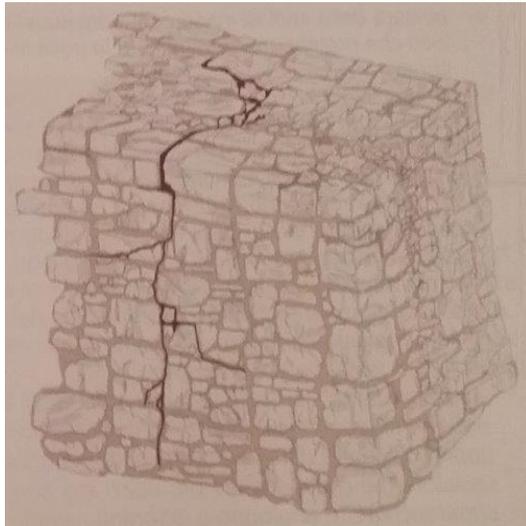
Ciment

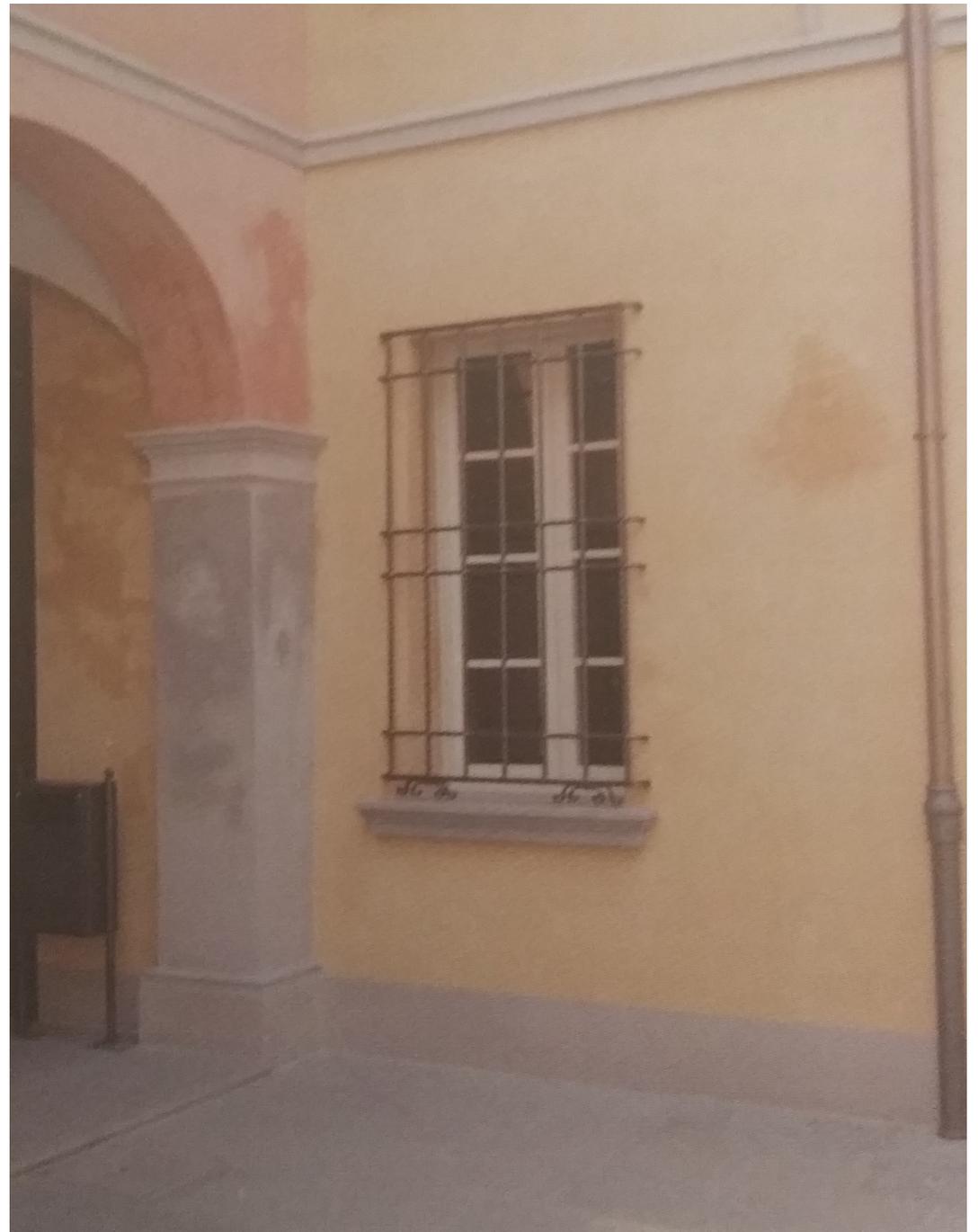


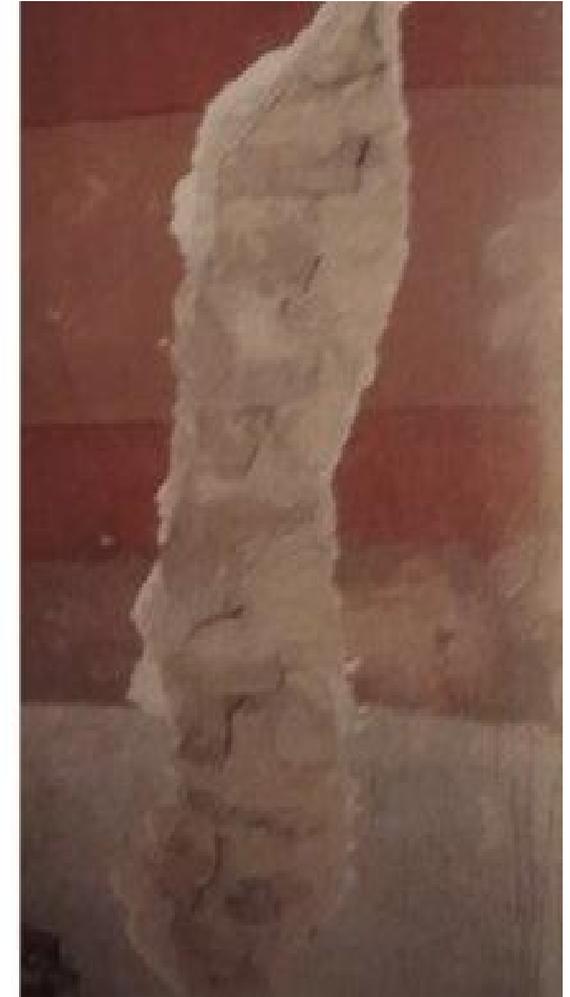




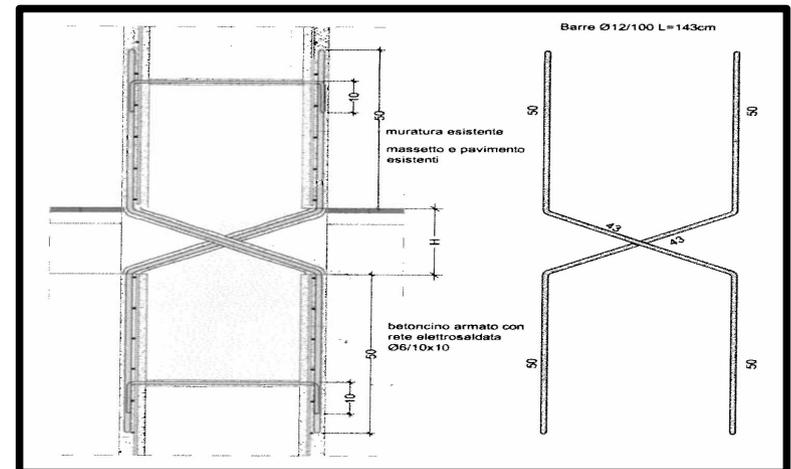
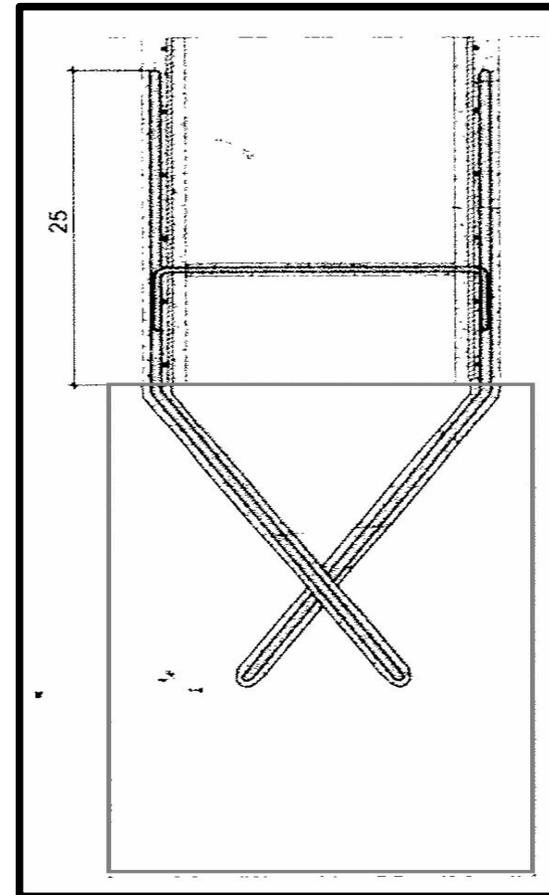
Coffrage → Enlever les éléments détériorés (de haut en bas, pour des murs de 30 cm sur un côté seulement) → brique Insert nouvelle ou existante superviser le serrage correct.





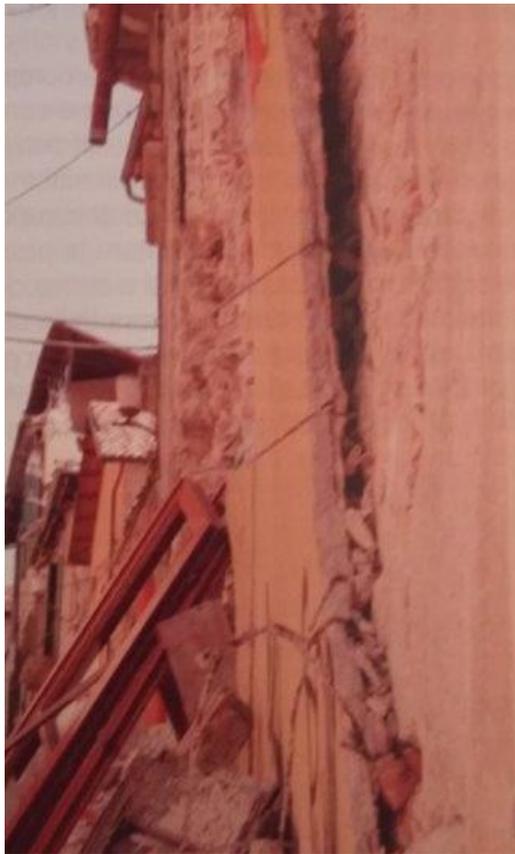


*Palazzo Dragonetti – L'Aquila*





- Invasive
- Pas efficace si l'enduit est faite sur un seul côté
- Altération thermohygrométriques
- Haute rigidité
- Possibilité de corrosion











1





1



2





1



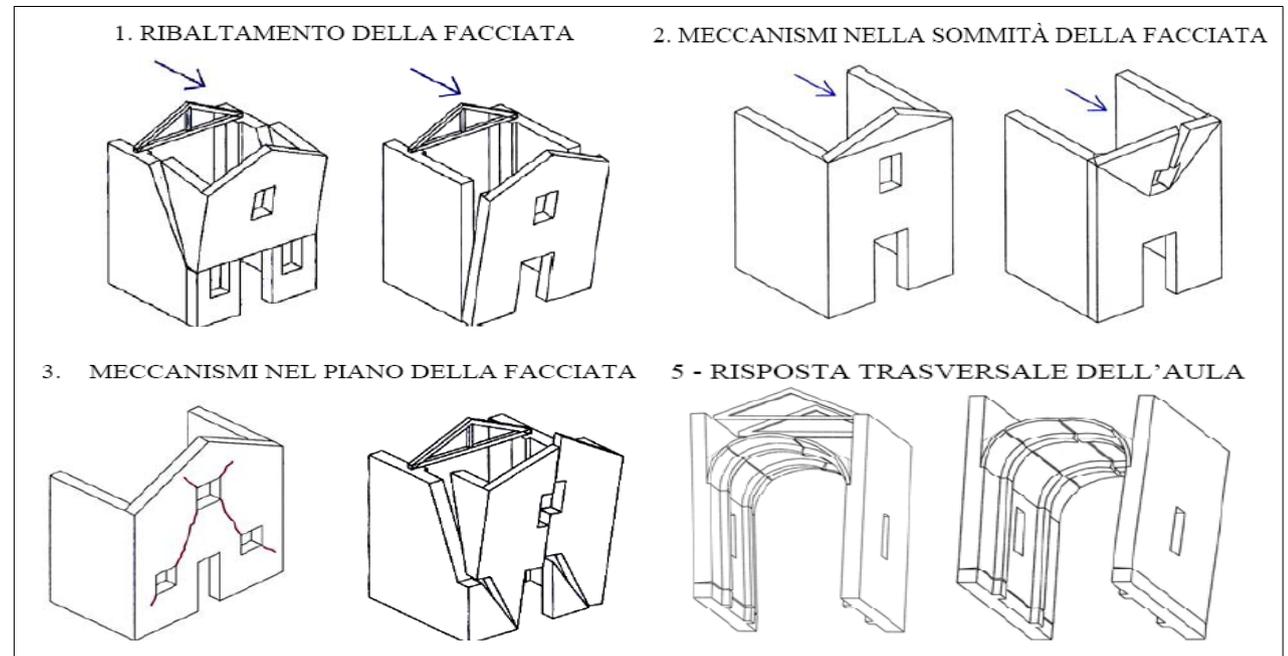
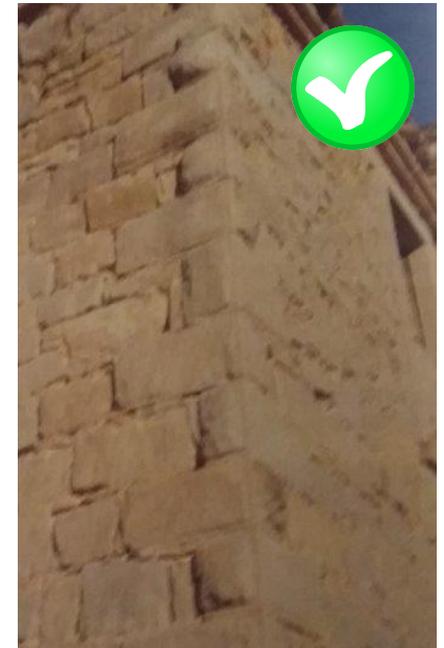
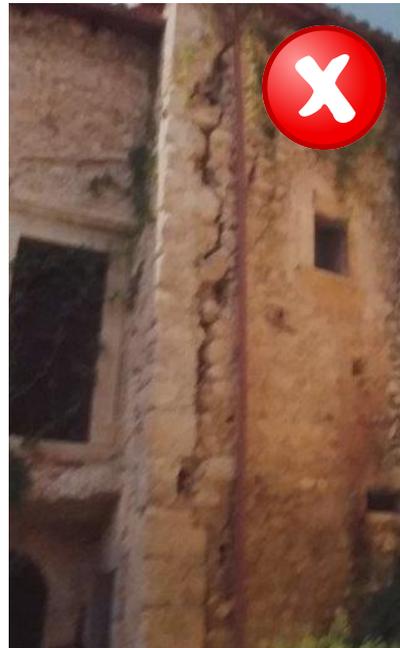
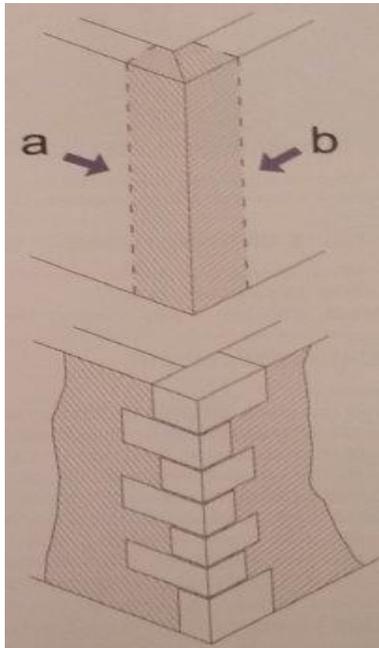
2

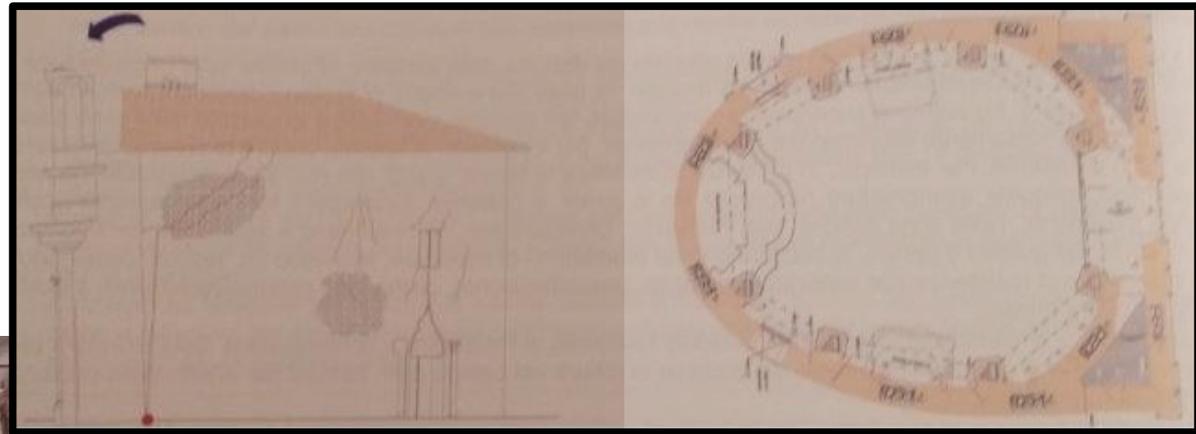


3









*Madonna della Rosa, Bevagna*

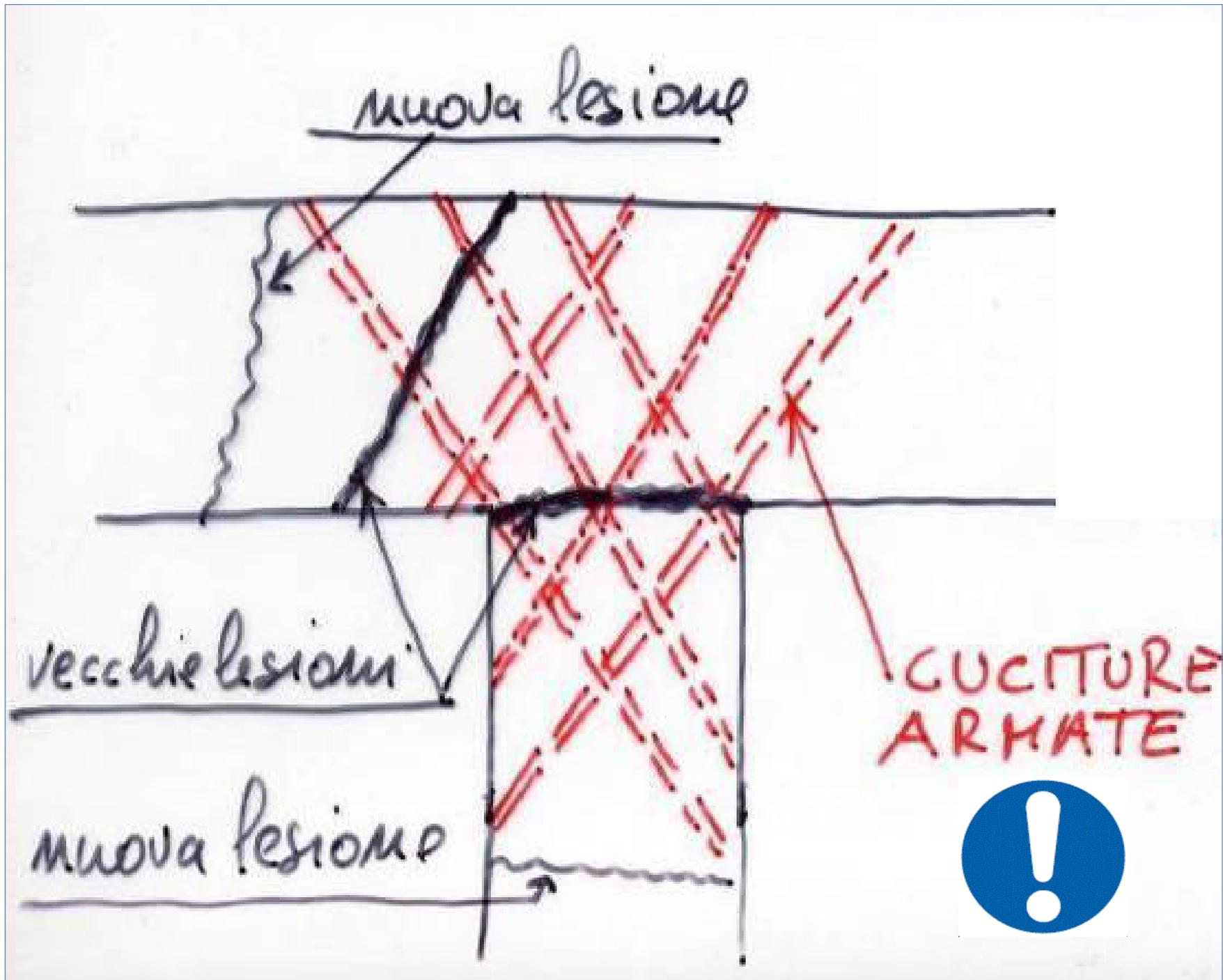


Forage croisé  
à 90 °, incliné à 45 °

→ positionnement  
des barres

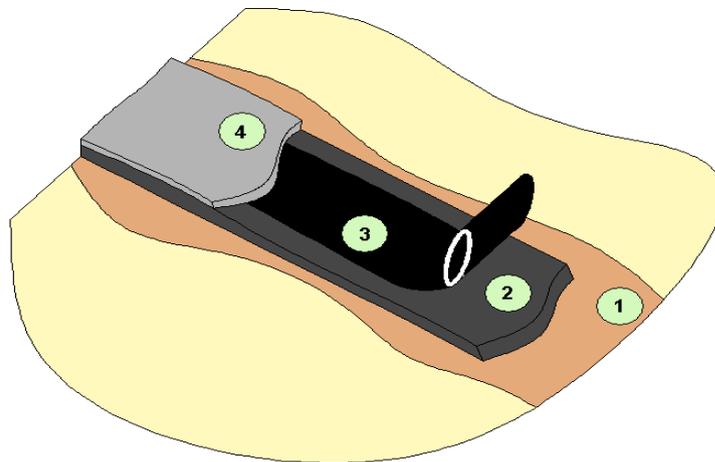
→ injections

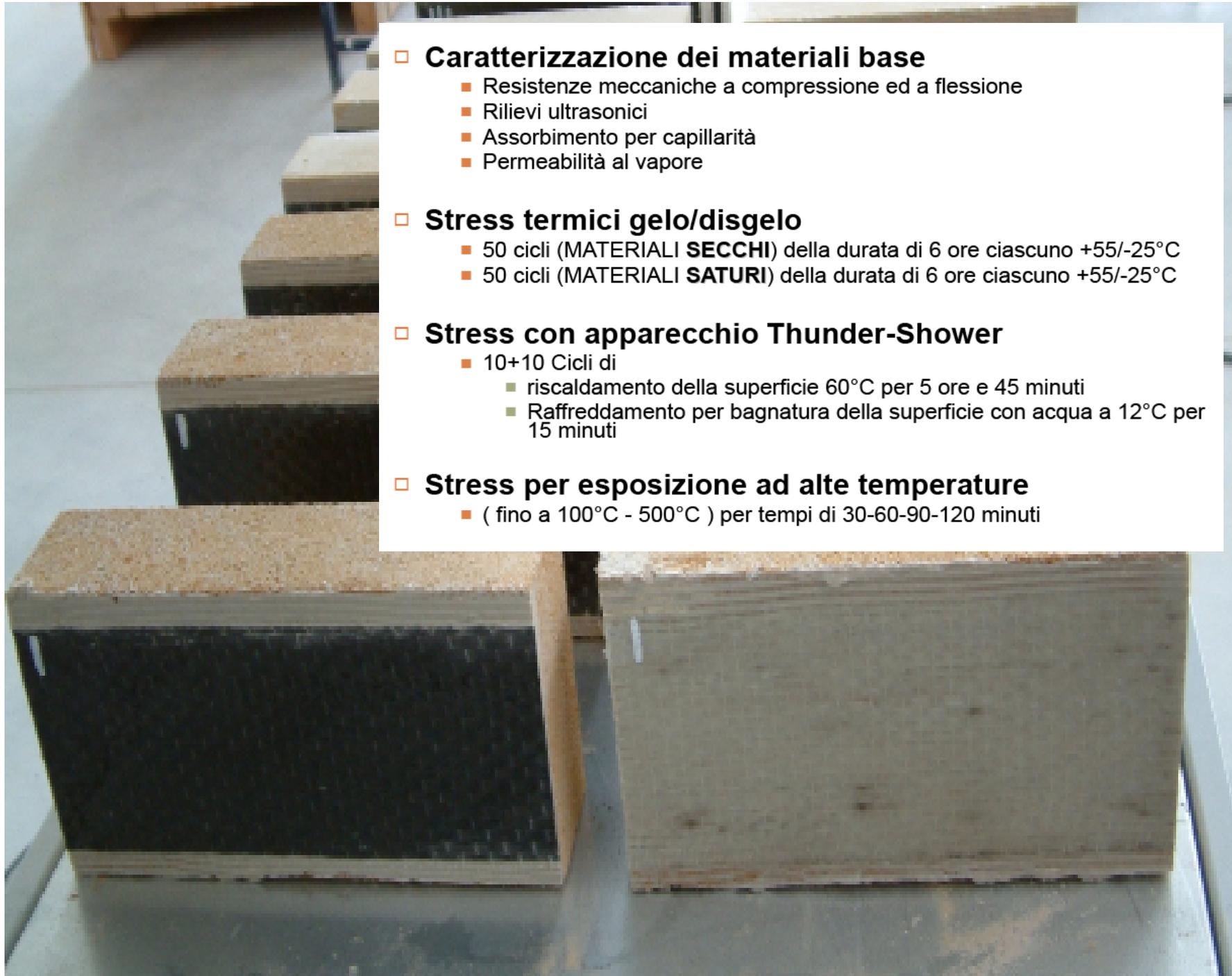






- Besoin de chanfreiner les coins
- Il n'y a aucune possibilité d'étirer les fibres





## □ **Caratterizzazione dei materiali base**

- Resistenze meccaniche a compressione ed a flessione
- Rilievi ultrasonici
- Assorbimento per capillarità
- Permeabilità al vapore

## □ **Stress termici gelo/disgelo**

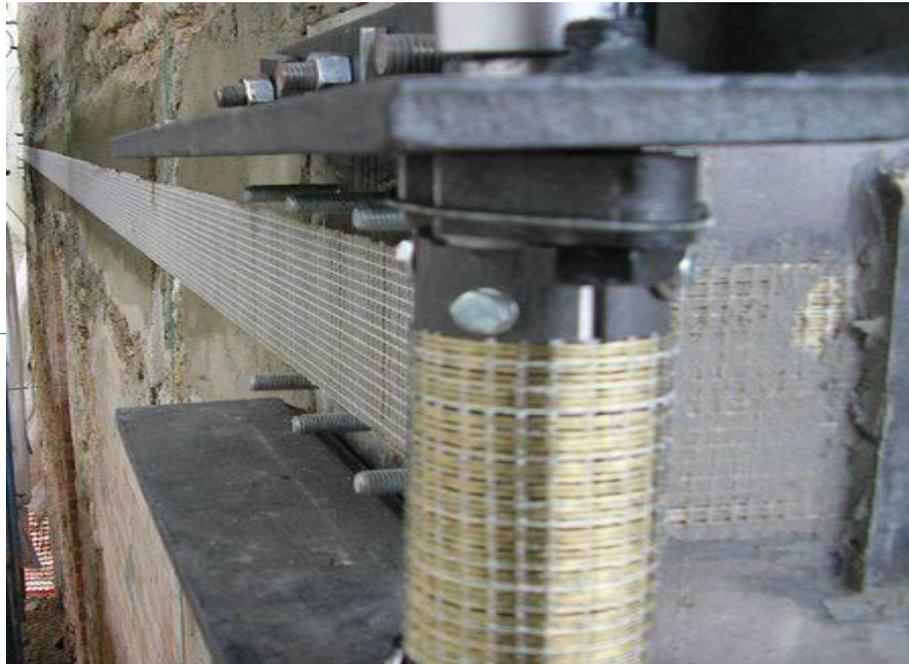
- 50 cicli (MATERIALI **SECCHI**) della durata di 6 ore ciascuno +55/-25°C
- 50 cicli (MATERIALI **SATURI**) della durata di 6 ore ciascuno +55/-25°C

## □ **Stress con apparecchio Thunder-Shower**

- 10+10 Cicli di
  - riscaldamento della superficie 60°C per 5 ore e 45 minuti
  - Raffreddamento per bagnatura della superficie con acqua a 12°C per 15 minuti

## □ **Stress per esposizione ad alte temperature**

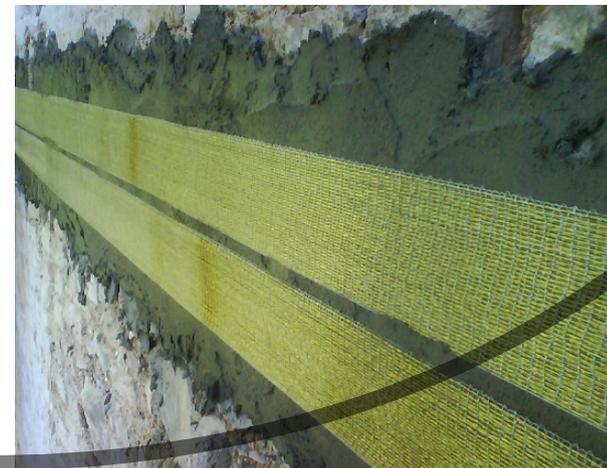
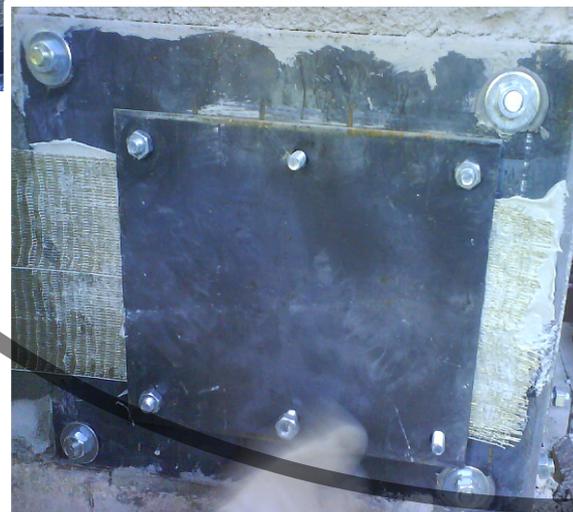
- ( fino a 100°C - 500°C ) per tempi di 30-60-90-120 minuti



- Applicable avec une matrice de ciment
- Pas besoin de chanfreiner les coins
- C'est facile d'étirer les fibres

Ductilité  
Résistance au cisaillement  
Géométriquement compatibles avec mortiers







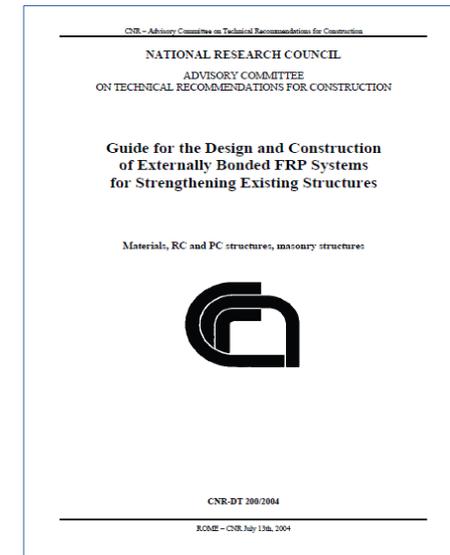
## DIMENSIONNEMENT

Dimensionnement des interventions avec la résistance à traction à rupture des fibres (4800 MPa)

Dimensionnement des interventions avec la résistance à la traction à la rupture du système (2700 Mpa)



## DIMENSIONNEMENT



Dimensionnement des interventions en tenant compte de la résistance des matériaux d'origine du substrat (sans connecteurs 500-800 MPa, 1500 MPa avec des connecteurs)

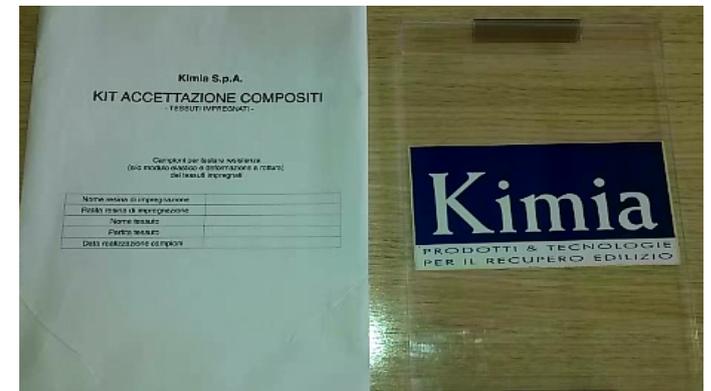


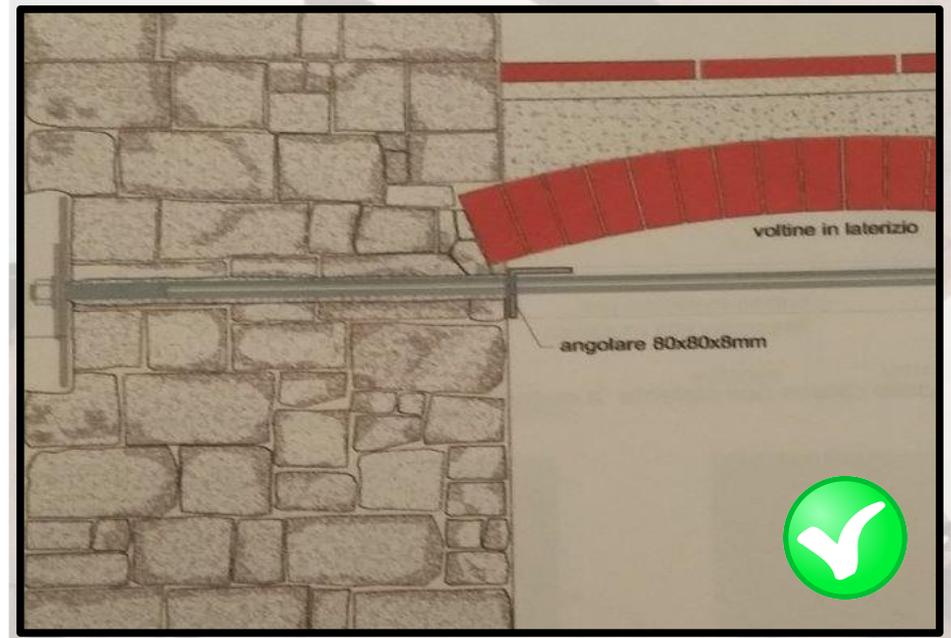
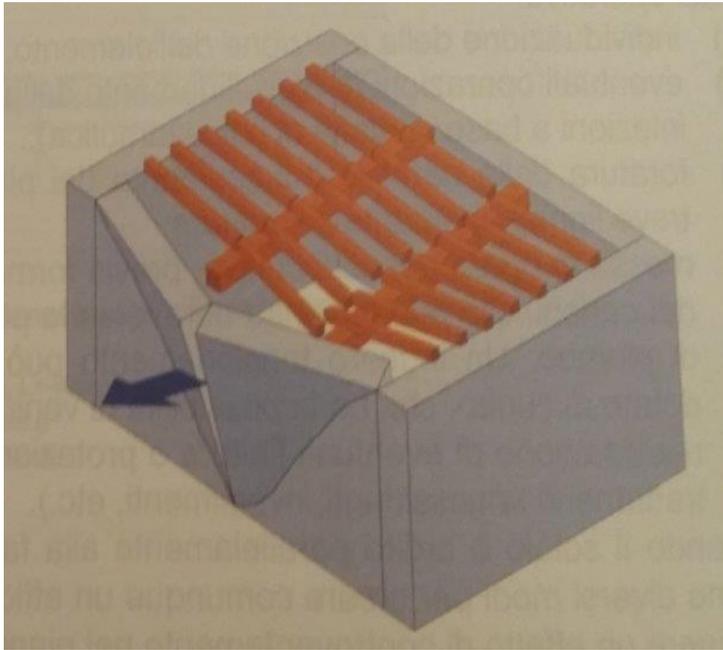
**Avant et après l'application**

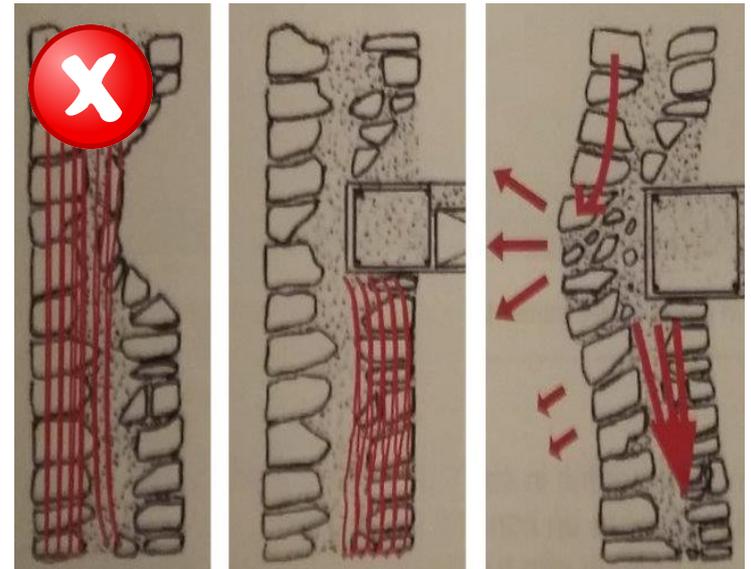
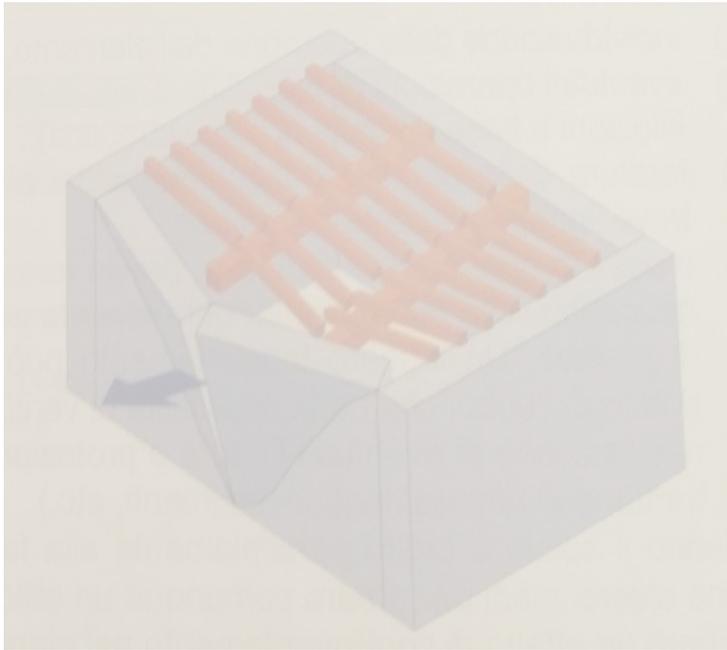
Non accepter les matériaux  
correctement

Non poser les matériaux  
correctement

Non vérifier que les matériaux  
soyent appliqués correctement

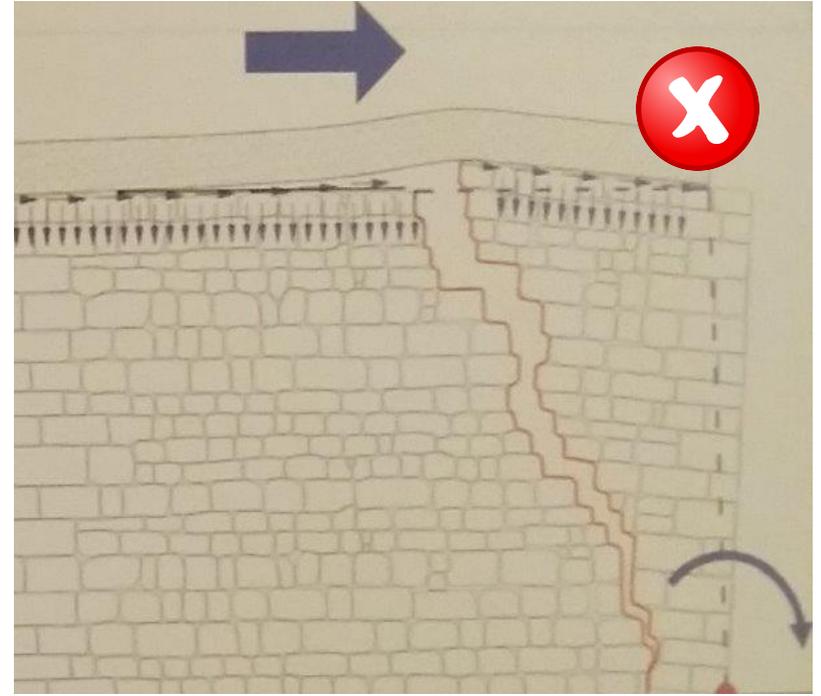












## Poutres de bordure en béton armé

Interventions obligatoires après le séisme 1979.

Postérieurement, en raison du mauvais comportement rencontrée, on a réduit la masse et la rigidité en limitant la hauteur de la bordure en béton, ou à le réaliser avec maçonnerie renforcée ou avec des profilés métalliques.

Bien que le faisceau de tête est « légère » et limitée à armatures métalliques simples, la maçonnerie reconstruite, souvent faite avec des mortiers de performances beaucoup plus élevés que ceux vieux, se comporte d'une manière similaire à celle des bordures en béton armé de grande section.



*Effondrement partiel de la maçonnerie en dessous de bordure en béton, avec des ancrages verticaux restant libre. Visso (MC).*

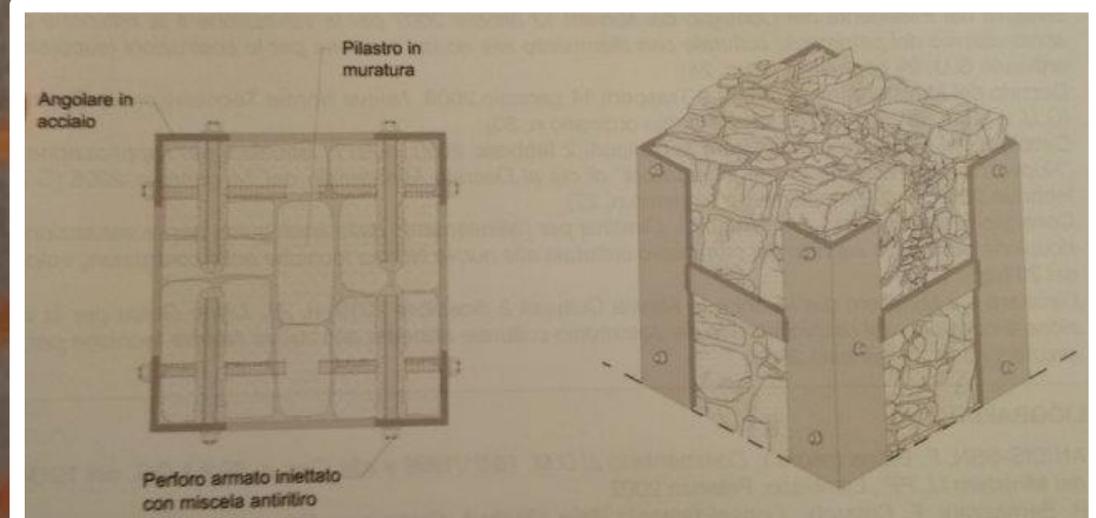
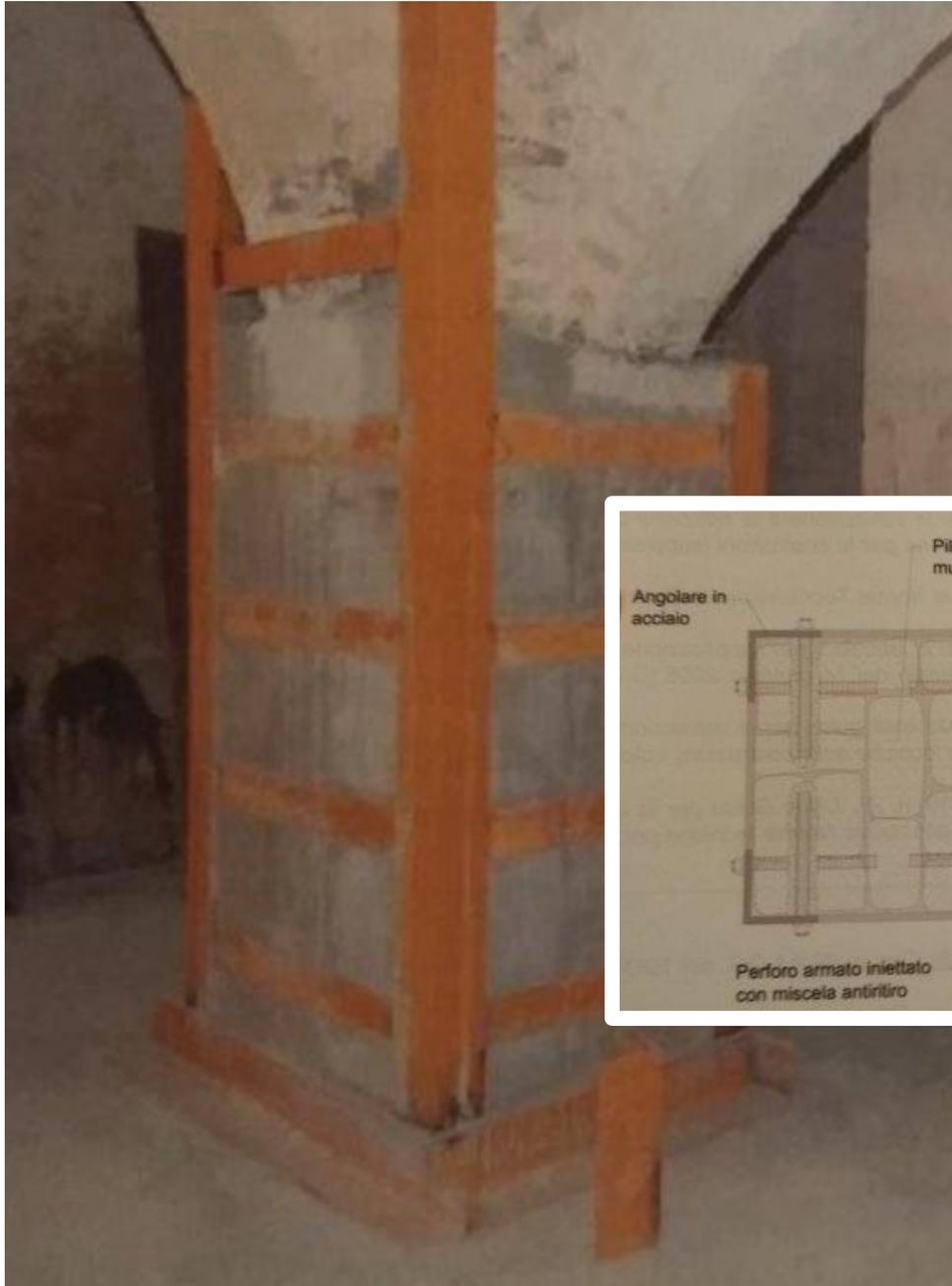


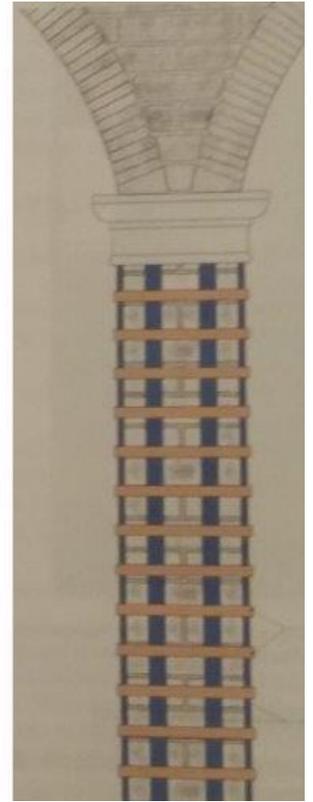
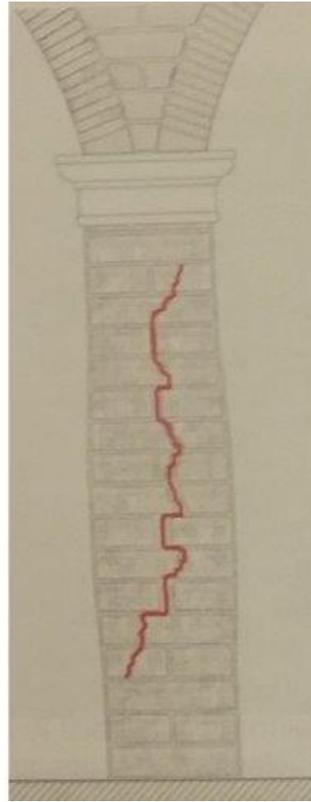
*Eglise de S. Stefano à Castelsantangelo sul Nera (MC), effondrement de la face extérieure dans la zone située sous le bord en béton armé*



# Piliers et colonnes

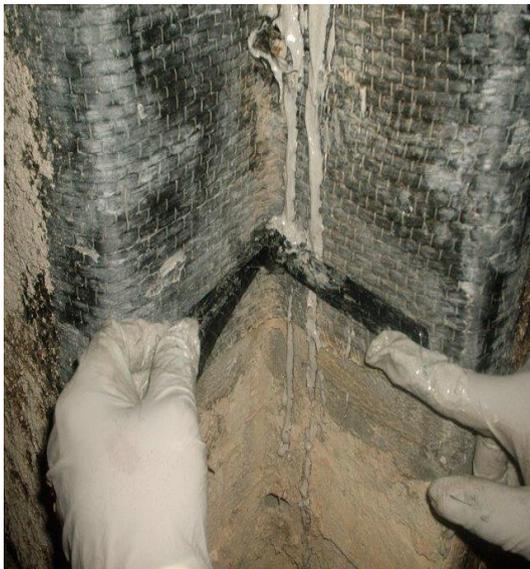
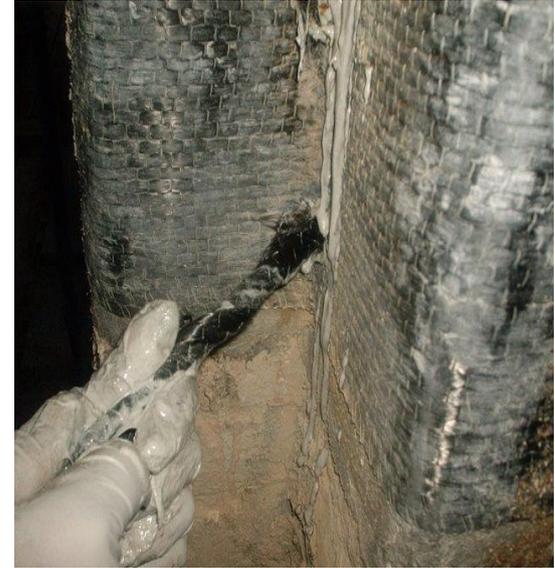
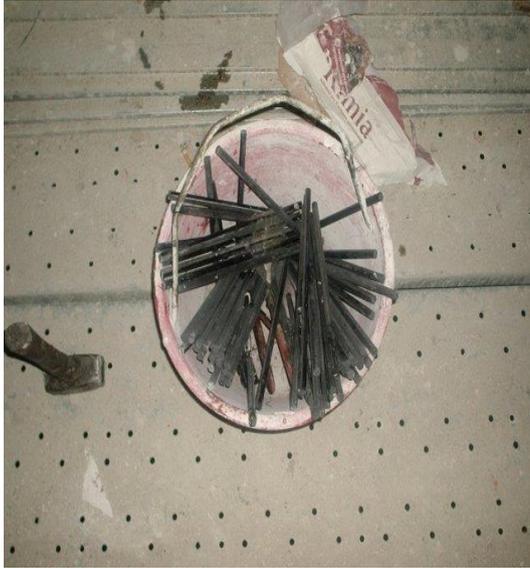




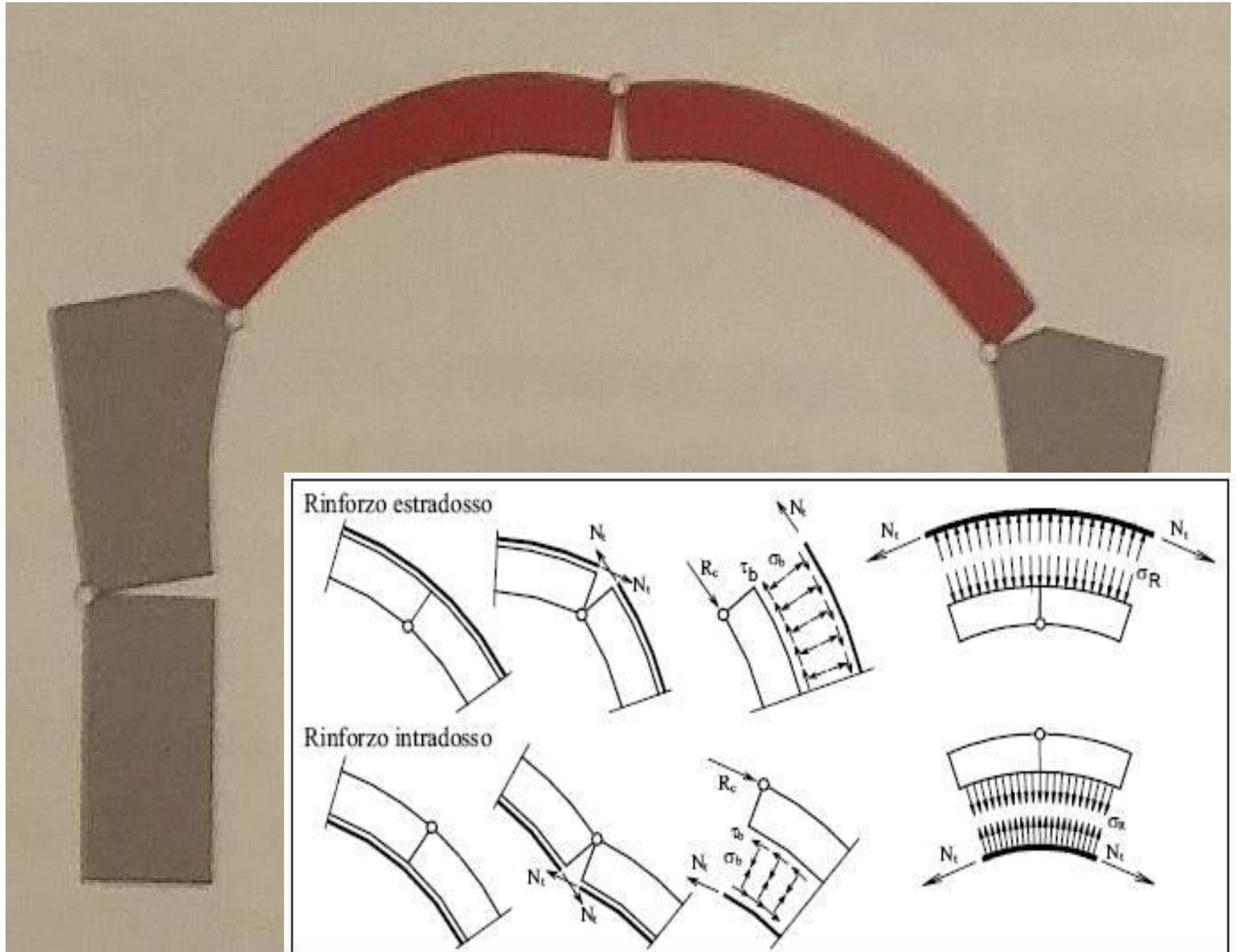


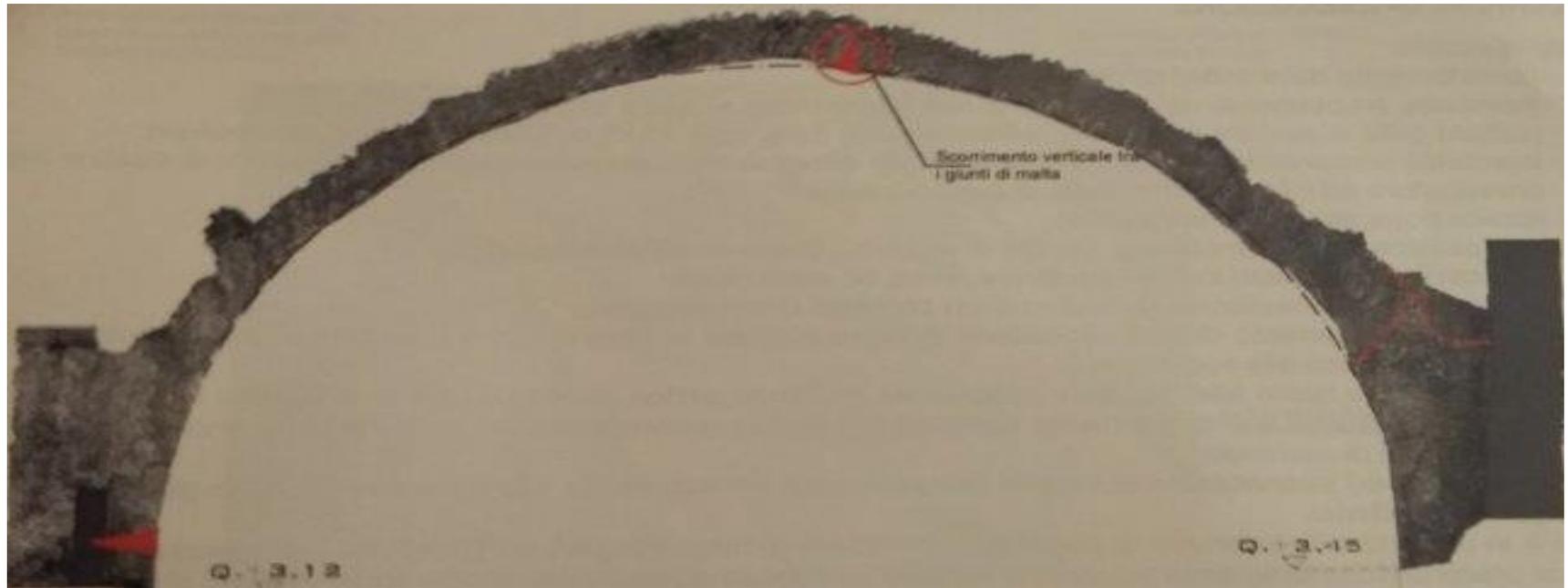


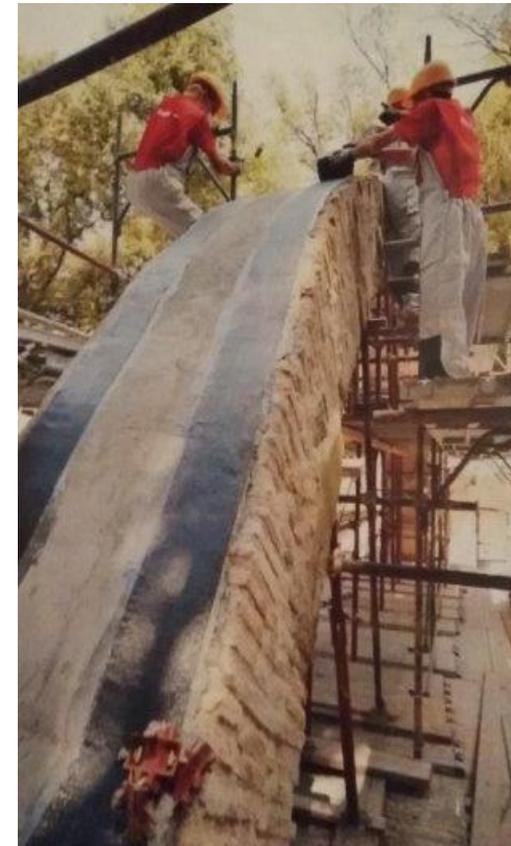




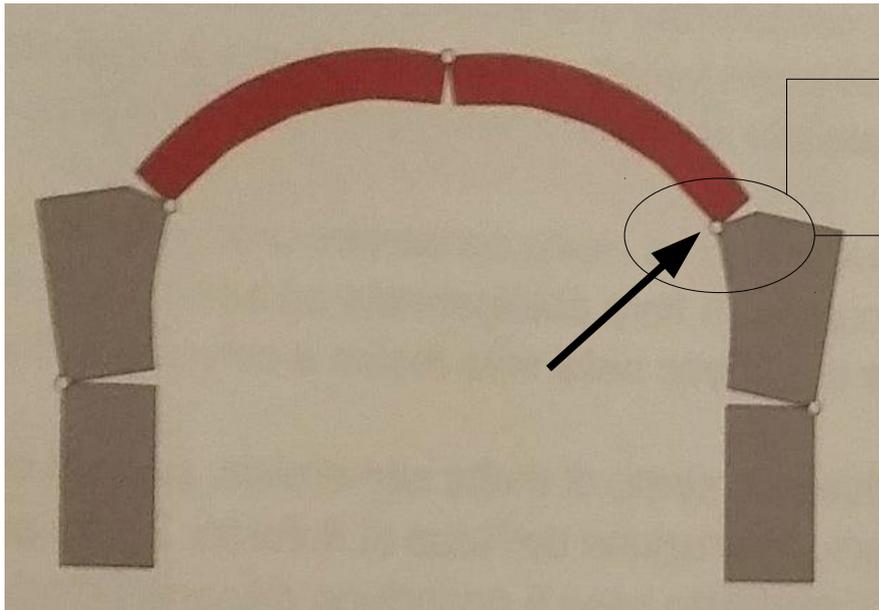
# Arches et voûtes







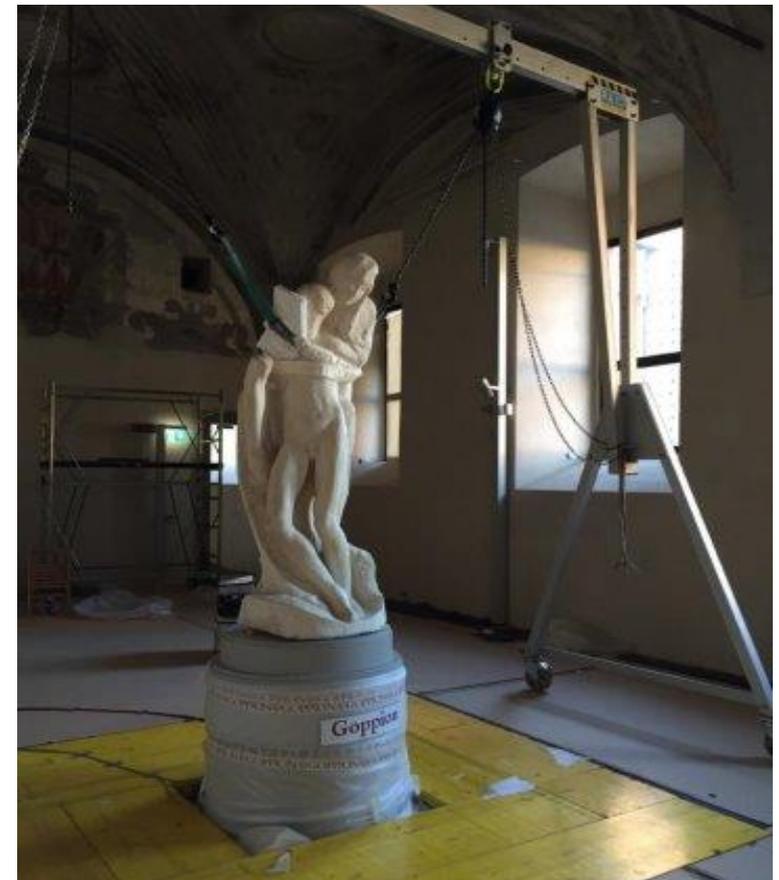


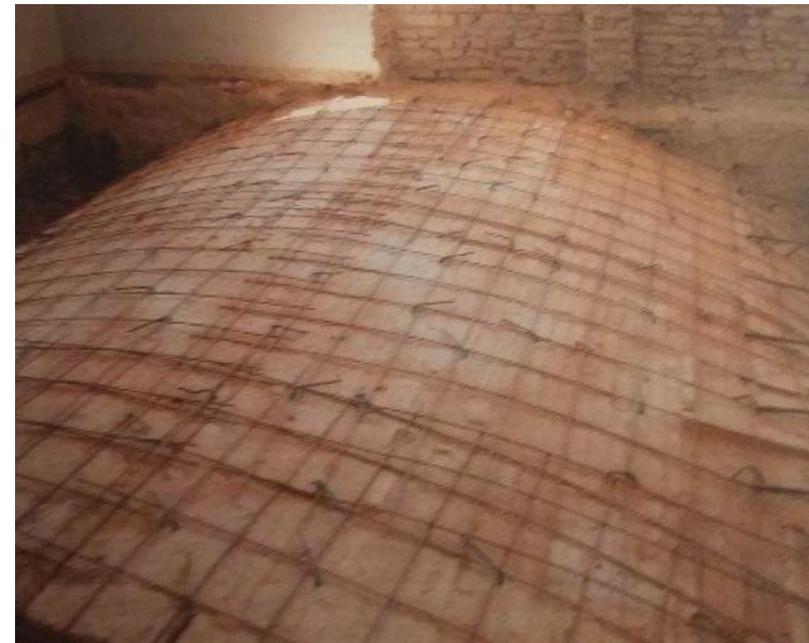
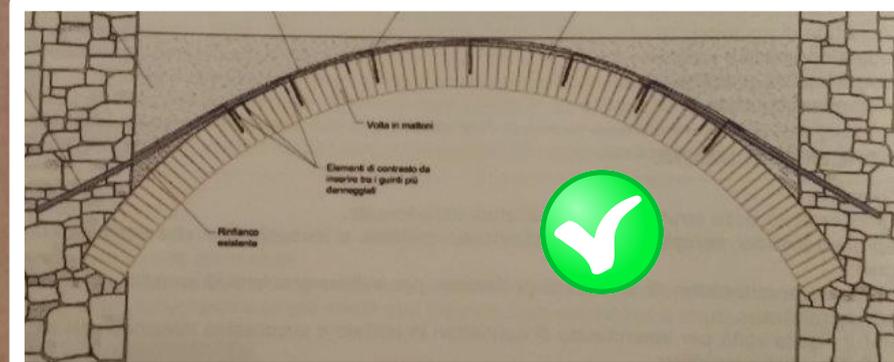






*Pietà Rondanini - Michelangelo*













*Sala Norsa, Assisi*

Vidage des voûtes, injection de blessures  
Réalisation d'un grand échafaudage  
Reconstruction des voûtes effondrées  
Consolidation des voûtes existantes



Apposition à l'extrados de nervures de renforcement (bois et composites)



Connexion des voûtes au toit, au moyen de câbles





**SAN BIAGIO IN  
FRASSINETO**

**1984**







**DACS**  
Dipartimento di Architettura, Costruzione  
e Strutture Università Politecnica delle  
Marche

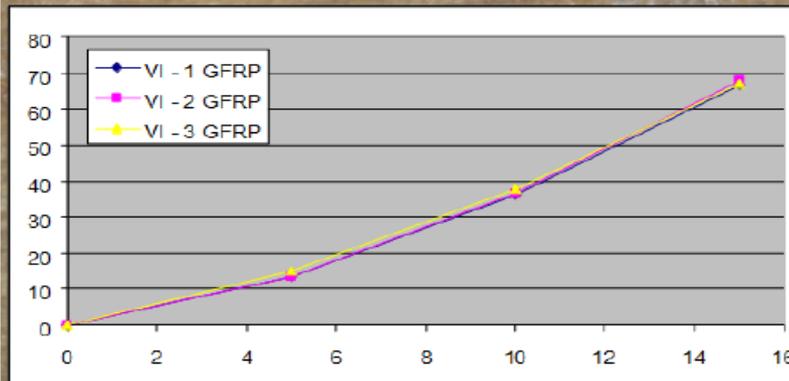




### Adesione ULTRASUONI

Tempi di attraversamento prossimi a quelli ricavati su laterizi con interventi attuati oggi nel caso di zone senza difetti di origine

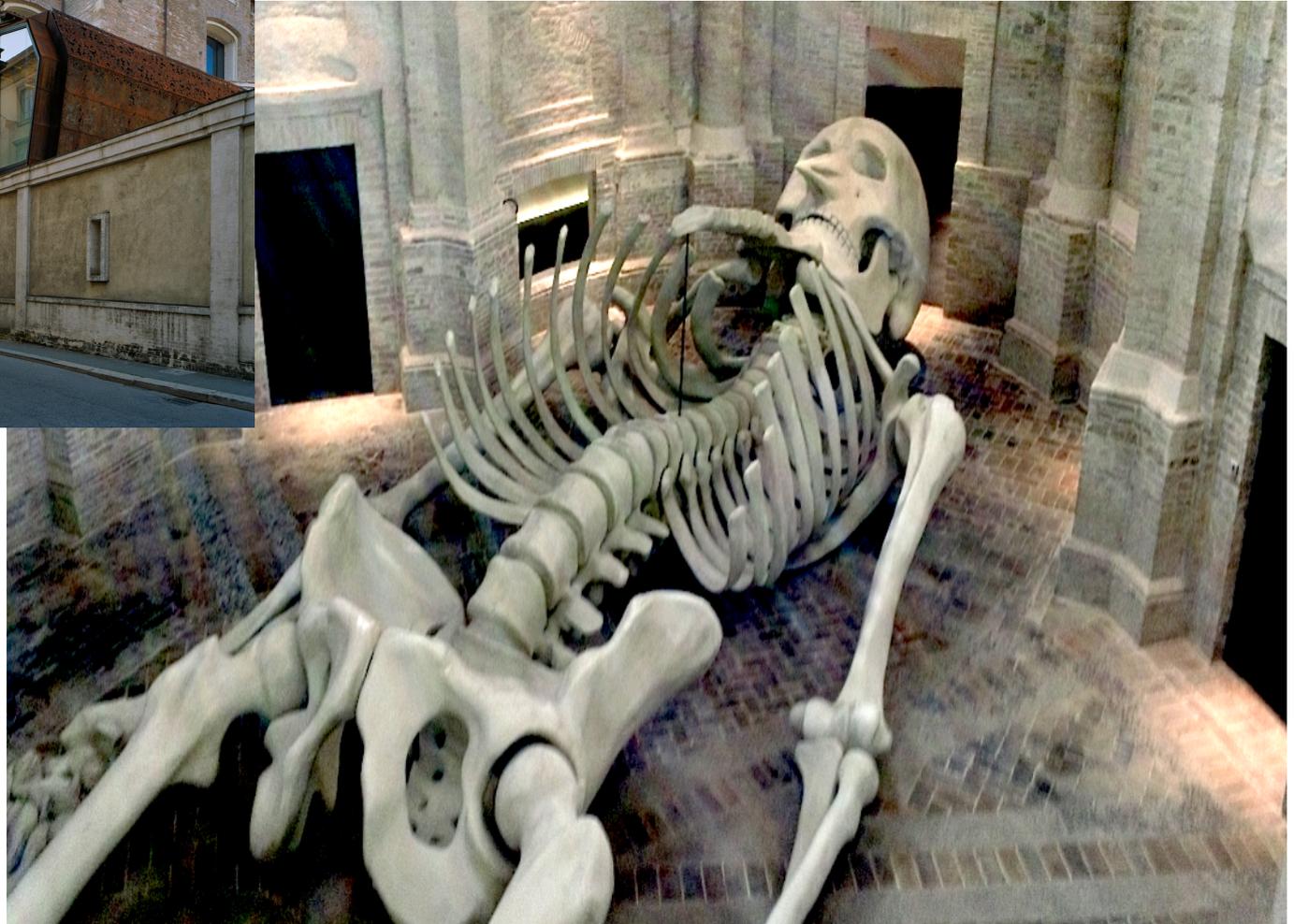
Tempi di attraversamento elevati nel caso di zone con difetti di origine

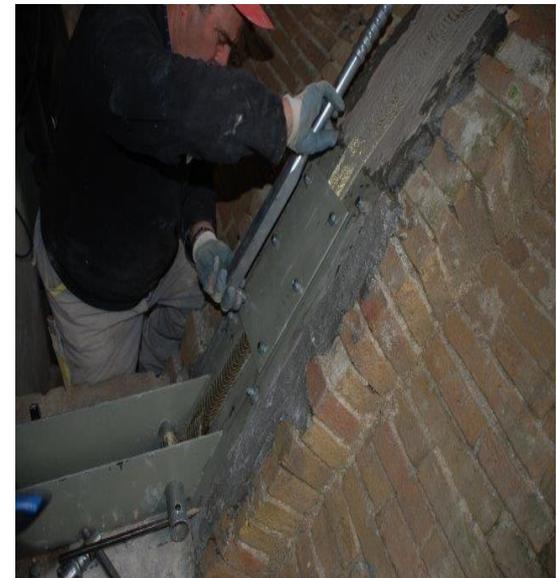
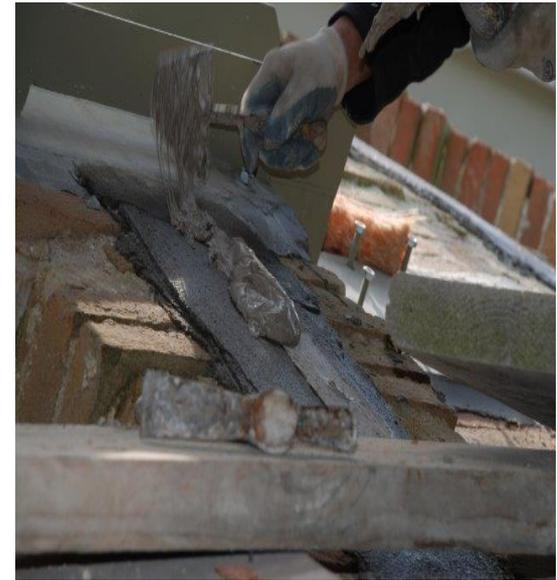




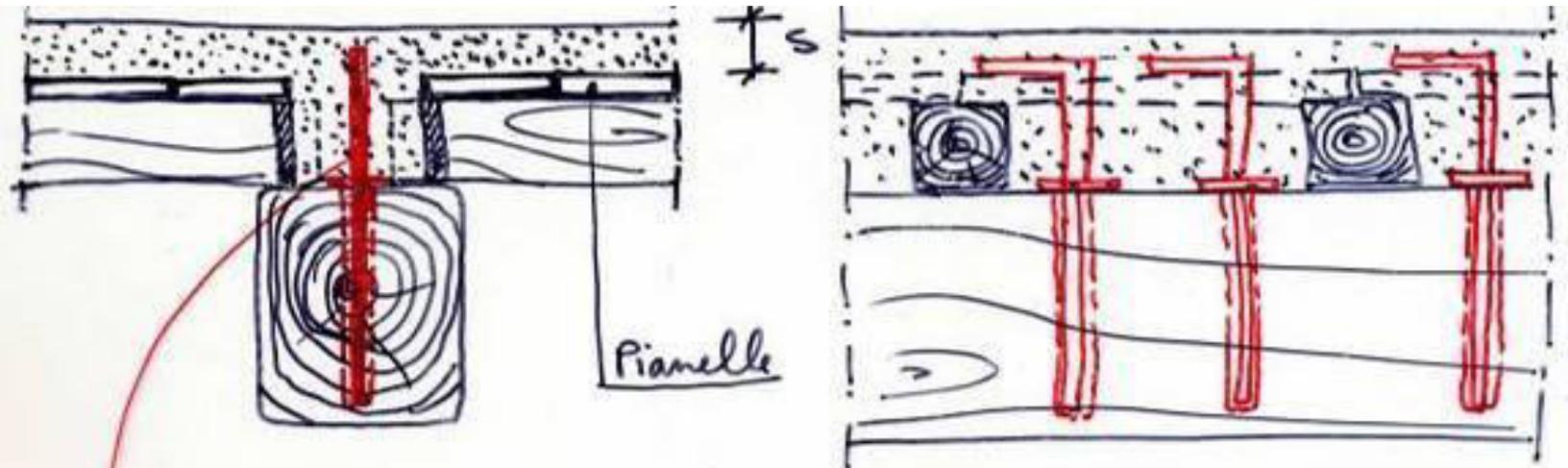


*Calamita Cosmica – De Dominics  
Foligno – Chiesa della Santissima Trinità*

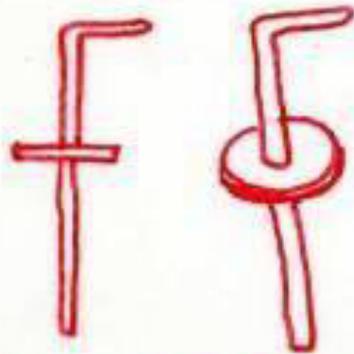




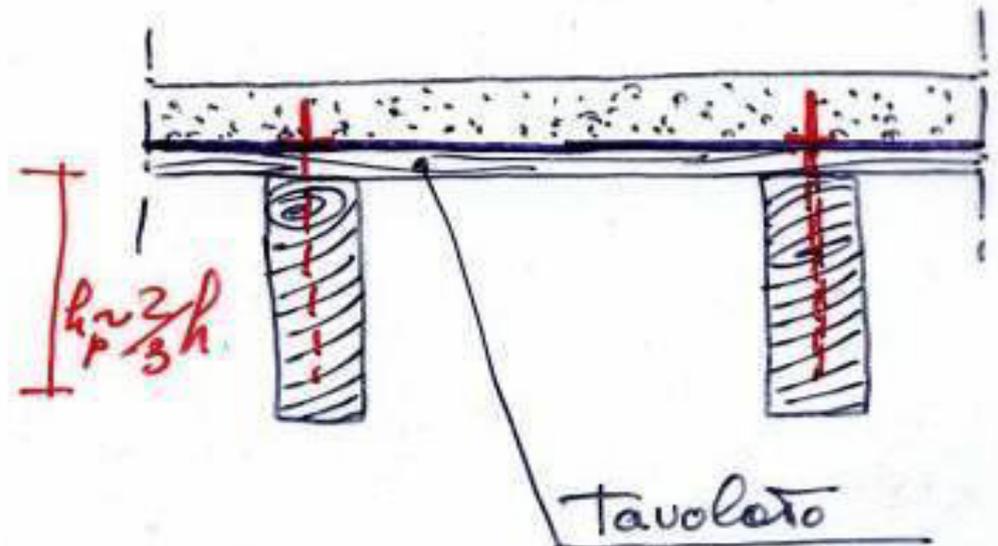
# Plancher



PIOLO IN ACCIAIO  $\phi \sim 10 \div 12$   
IN FORO  $\phi \sim 12 \div 14$   
SIGILLATO CON RESINA



PIOLI IN ACCIAIO INOX











**Merci pour  
l'attention!**