

La sicurezza strutturale degli elementi voltati: strategie di consolidamento innovative e interventi pratici sul patrimonio monumentale

CNI – Consiglio Nazionale degli Ingegneri

CONVEGNO ON LINE

VENERDÌ 23 OTTOBRE 2026, ORE 15.00 – 17.00

Ing. Andrea Costantini

Responsabile Assistenza Progettuale e Consulenza Tecnica

Ufficio Tecnico Kimia



Con il supporto scientifico di:



CONVEGNO ON LINE
VENERDÌ 23 OTTOBRE 2026, ORE 15.00 - 17.00

La Sicurezza Strutturale degli Elementi Voltati: Strategie di Consolidamento Innovative e Interventi Pratici sul Patrimonio Monumentale

OBIETTIVI

Il convegno on line intende descrivere le metodologie diagnostiche ed i sistemi compositi innovativi, recentemente sperimentati, per la messa in sicurezza di archi e cupole di edifici storico-monumentali. L'approfondimento tecnico sulle metodiche di intervento e sui materiali utilizzabili sarà completato dalla descrizione di un caso di studio concernente gli interventi sulla Basilica di Santa Maria degli Angeli in Assisi. Si approfondiranno, in particolare, le modalità di intervento sulla cupola e sul tamburo e gli interventi di consolidamento di archi e volte con monitoraggio strutturale permanente.

ARGOMENTI

- Analisi del degrado;
- Dissesti nelle volte;
- Metodologie di intervento e sistemi compositi per il consolidamento e la prevenzione di cinatismi di collasso;
- Caso di studio sulla Basilica di Santa Maria degli Angeli ad Assisi: recupero strutturale e miglioramento sismico della cupola e del tamburo, consolidamento di archi e volte con tecniche compatibili con il patrimonio storico, gestione del cantiere e monitoraggio strutturale permanente.

INTRODUCE

Ing. Domenico Condelli Consiglio Nazionale degli Ingegneri

RELATORI

Ing. Andrea Costantini Ufficio Tecnico Kimia

Ing. Riccardo Vetturini Ingenium S.R.L.

Link iscrizioni: <https://www.formazionecni.it/eventi/26c46503>

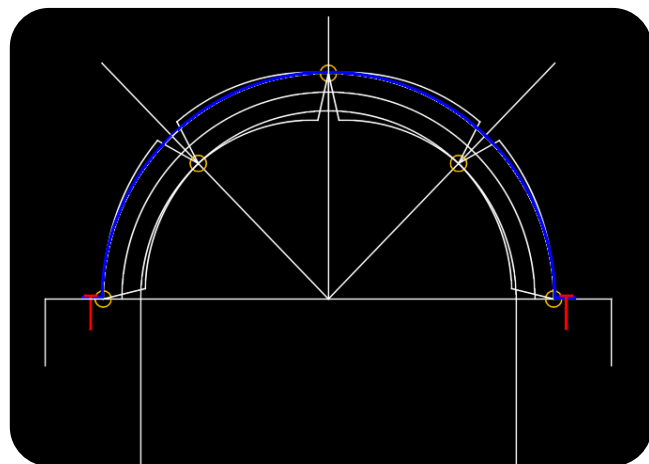
Il Convegno on line è stato organizzato ai sensi dell'art 4.5.5. del TU Linee di indirizzo per l'aggiornamento della competenza professionale del CNI, con accumulo di cfp validi per un massimo di 9 cfp/anno. Agli ingegneri regolarmente iscritti all'Albo professionale che parteciperanno all'intera durata dell'evento verranno riconosciuti 2 cfp.

Partner:

Temi che tratteremo

- **Analisi del degrado;**
- **Dissesti delle volte;**
- **Metodologie di intervento e sistemi compositi per il consolidamento e la prevenzione di cinematismi di collasso;**
- **Caso di studio sulla Basilica di Santa Maria degli Angeli ad Assisi.**

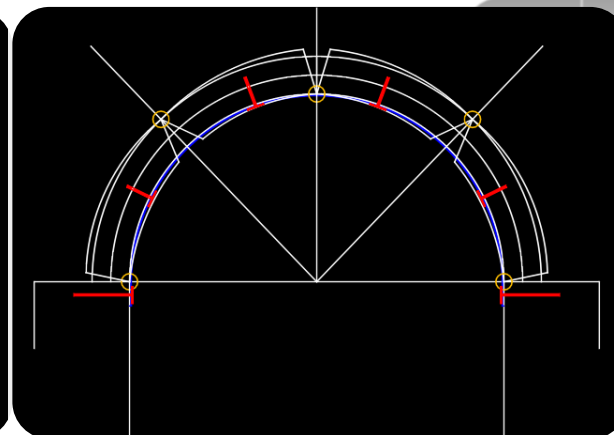
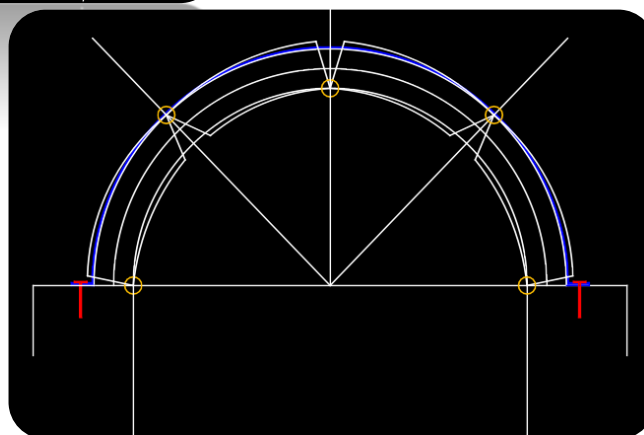
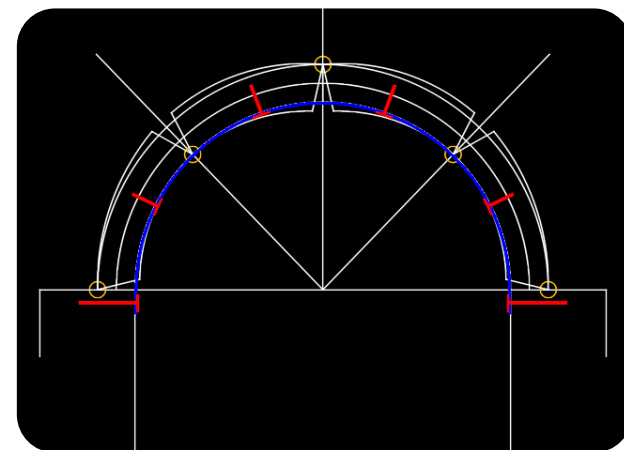
Cinematismi archi



Rinforzo
estradosso



Rinforzo
intradosso



Sistemi compositi per il rinforzo strutturale



FRP

Fiber Reinforced
Polymers

Tessuto o lamina in fibra carbonio
+
Matrice organica (resina)



FRCM

Fiber Reinforced Cementitious
Matrix

Tessuto in acciaio inox o glv
Rete in basalto
+
Matrice inorganica (malta)
+
connettore opzionale



CRM

Composite Reinforced
Mortars

Rete in fibra di vetro A.R.
+
Matrice inorganica (malta)
+
connettore

Sistemi compositi per il rinforzo strutturale



FRP

Fiber Reinforced
Polymers

CERTIFICAZIONE: LG CSLP Maggio 2019

PROGETTAZIONE: Istruzioni CNR DT 200/2025

COLLAUDO: LG CSLP Luglio 2009



FRCM

Fiber Reinforced Cementitious
Matrix

CERTIFICAZIONE: LG CSLP Gennaio 2019

PROGETTAZIONE: Istruzioni CNR DT 215/2018

PROGETTAZIONE: LG CSLP Ottobre 2019



CRM

Composite Reinforced
Mortars

CERTIFICAZIONE: LG CSLP Maggio 2019

PROGETTAZIONE: Coefficienti moltiplicativi
per intonaco armato di tipo tradizionale
Tabella C8.5.II della Circolare 2019 su NTC2018

FRP

Fiber Reinforced Polymers



**SISTEMA DA
IMPREGNARE IN SITU**

FASI APPLICATIVE

PREPARAZIONE E PULIZIA DEL SUPPORTO

- RIMOZIONE DEL MATERIALE NON STRUTTURALE
- RISARCITURA LESIONI
- REGOLARIZZAZIONE DEL SUPPORTO

APPLICAZIONE PROMOTORE DI ADESIONE (PRIMER)

Resina bicomponente a bassa viscosità

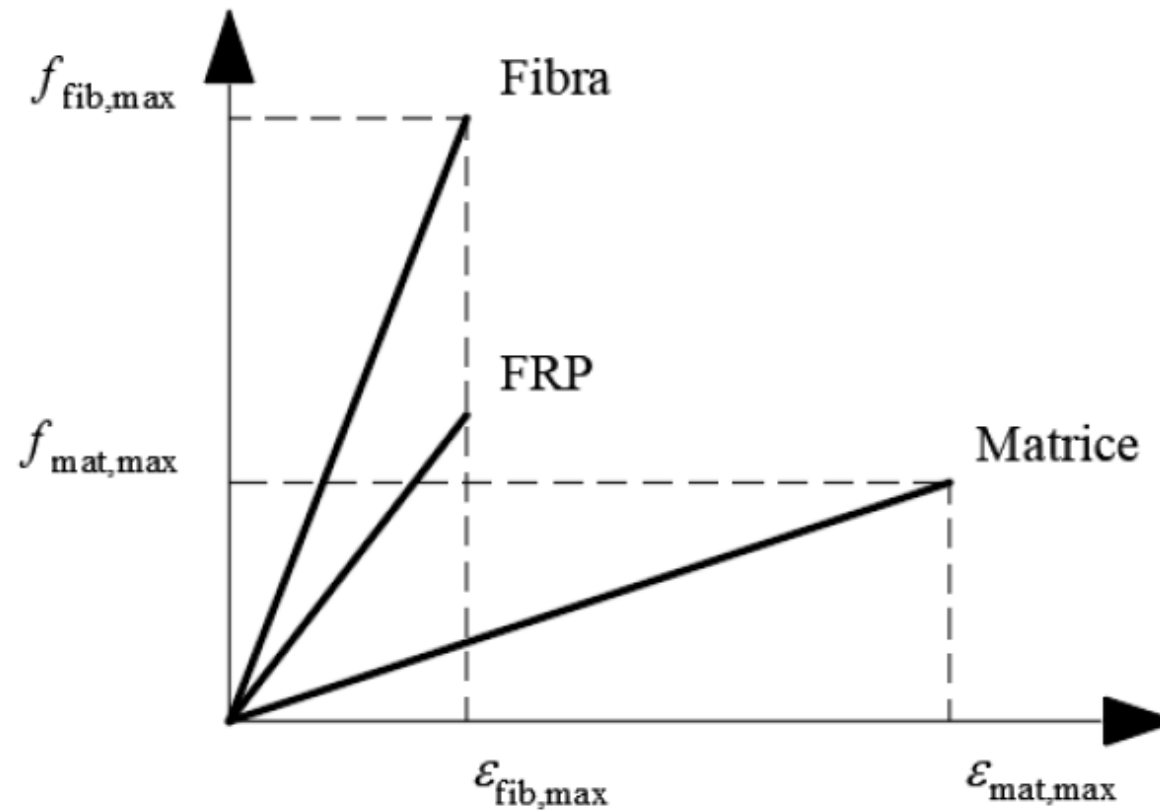
APPLICAZIONE PRIMA MANO DI MATRICE

POSA DEL TESSUTO

APPLICAZIONE SECONDA MANO DI MATRICE

SPOLVERO DI QUARZO

Materiali compositi



FRCM

Fiber Reinforced Cementitious Matrix



DIFFUSO
con RETE IN FIBRA DI
BASALTO



A FASCE
con TESSUTI IN FIBRA DI
ACCIAIO INOX



A FASCE
con TESSUTI IN FIBRA DI
ACCIAIO GALVANIZZATO

CRM

Composite Reinforced Mortars



RETI FLESSIBILI

Diverse grammature e resistenze

Modellabili

Pezzi speciali non necessari



RETI SEMIRIGIDE

Diverse grammature e resistenze

Abbastanza modellabili

Pezzi speciali opzionali



RETI RIGIDE

Diverse grammature e resistenze

Non modellabili

Pezzi speciali obbligatori

CRM

Composite Reinforced Mortars



BARRE ELICOIDALI
in acciaio inox
da installare a secco



CONNETTORI PREFORMATI
in fibra di vetro
preimpregnati

+

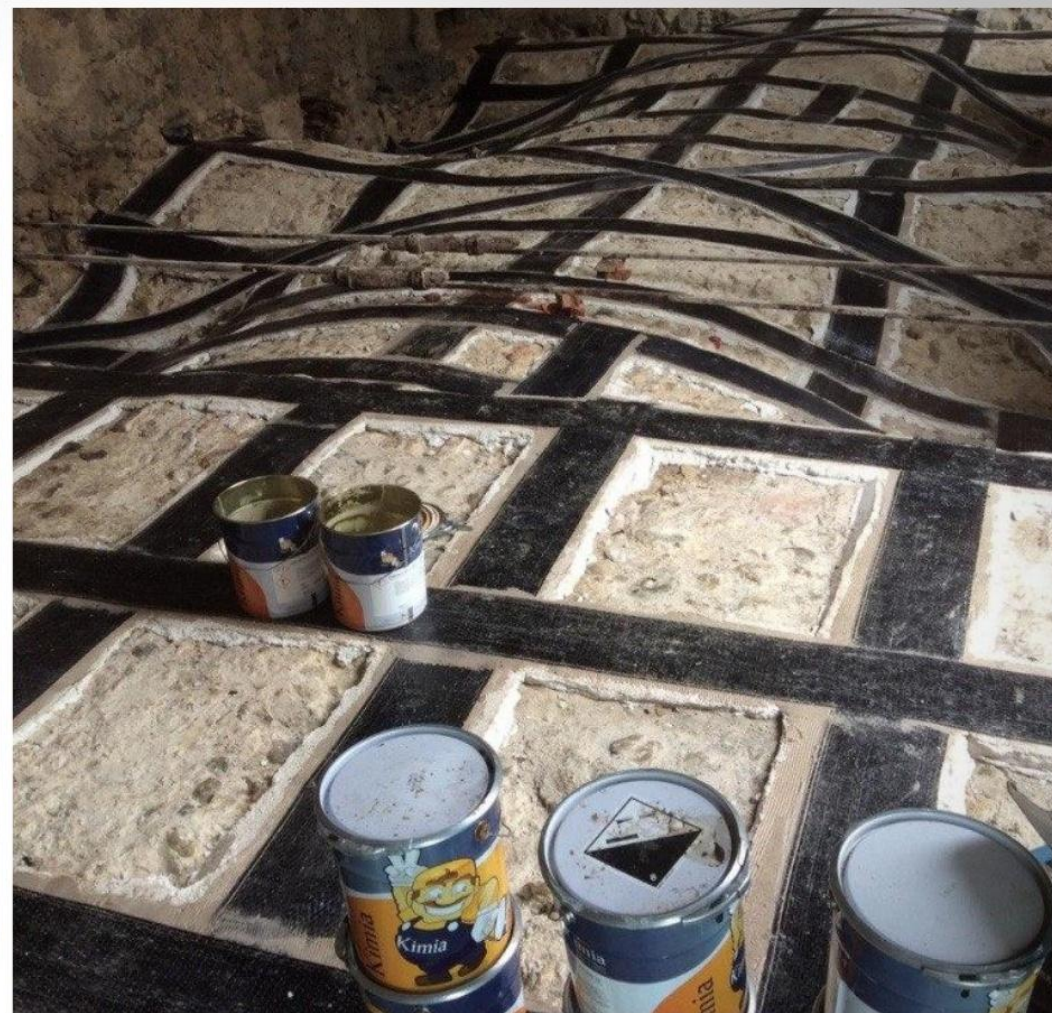
RESINE
per inghisaggio
dei connettori

CRM

Composite Reinforced Mortars



Qual è il migliore tra i sistemi ?



RINFORZO CON TESSUTI IN FIBRA DI CARBONIO (FRP)

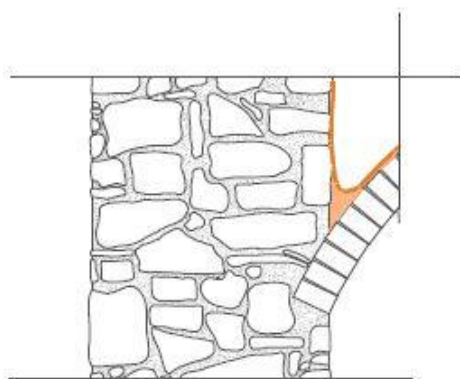


RINFORZO CON TESSUTI IN ACCIAIO INOX E MALTA A BASE DI CALCE (FRCM)

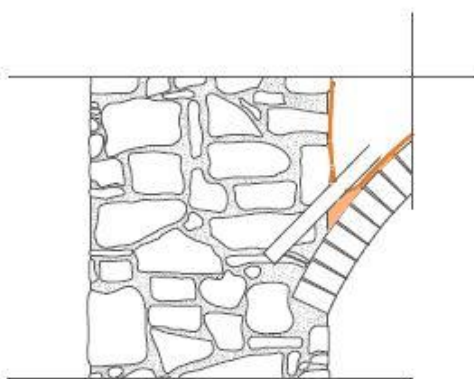


CAPPA COLLABORANTE CON RETI IN FIBRA DI VETRO E MALTA A BASE DI CALCE (CRM)

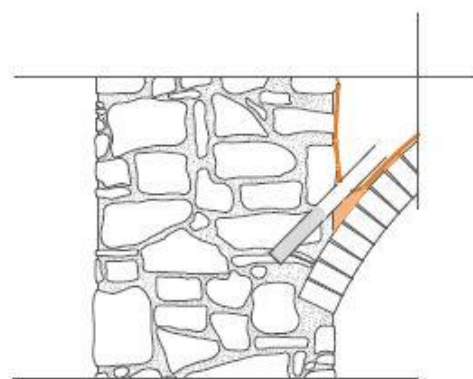
Punti critici con posizionamento fiocchi



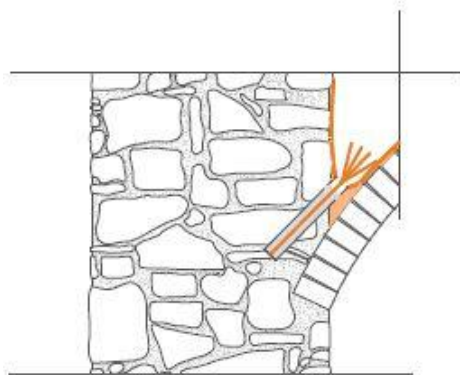
FASE I



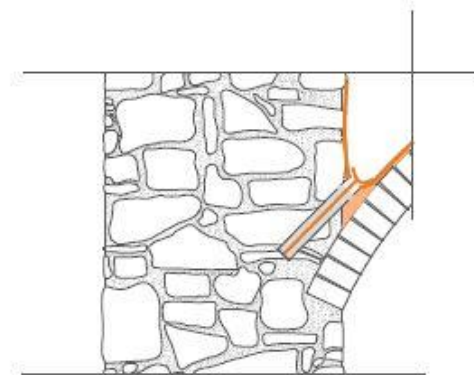
FASE II



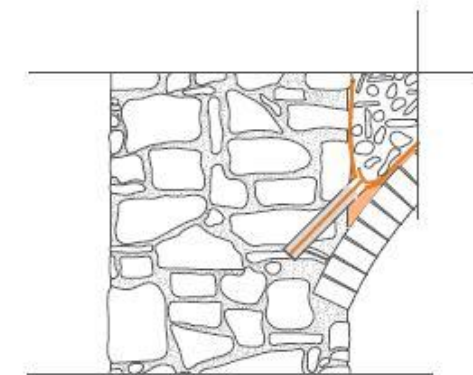
FASE III



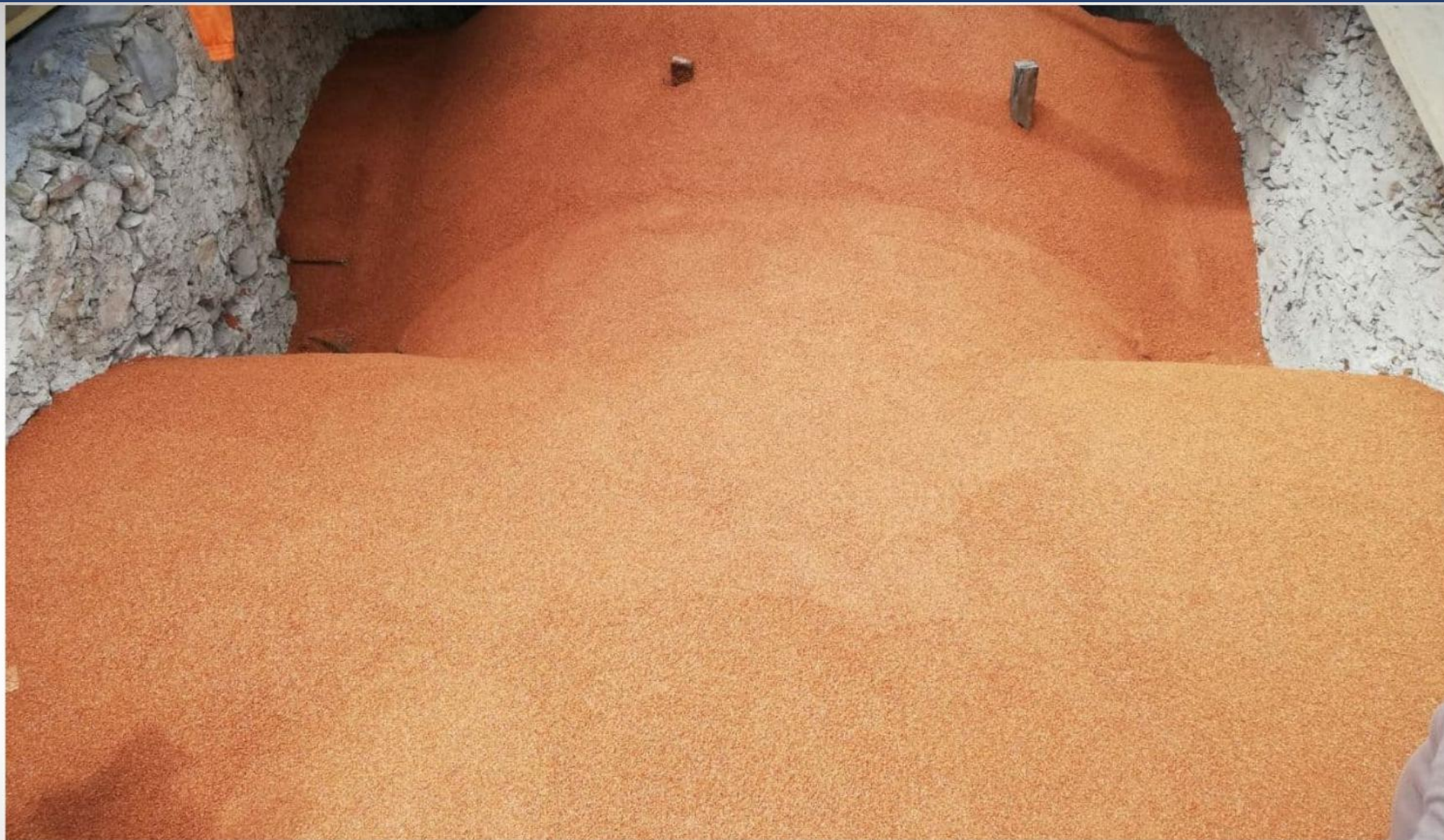
FASE IV



FASE V



FASE VI



CAPPA ARMATA CON COCCIOPESTO STRUTTURALE









Case history degli interventi

Chiesa di Sant'Andrea Apostolo in Bagnaia - Perugia



Chiesa di Sant'Andrea Apostolo in Bagnaia - Perugia





RINFORZO CON TESSUTI IN ACCIAIO INOX E MALTA A BASE DI CALCE (FRCM)

Basilica di Santa Maria degli Angeli - Assisi



Basilica di Santa Maria degli Angeli - Assisi



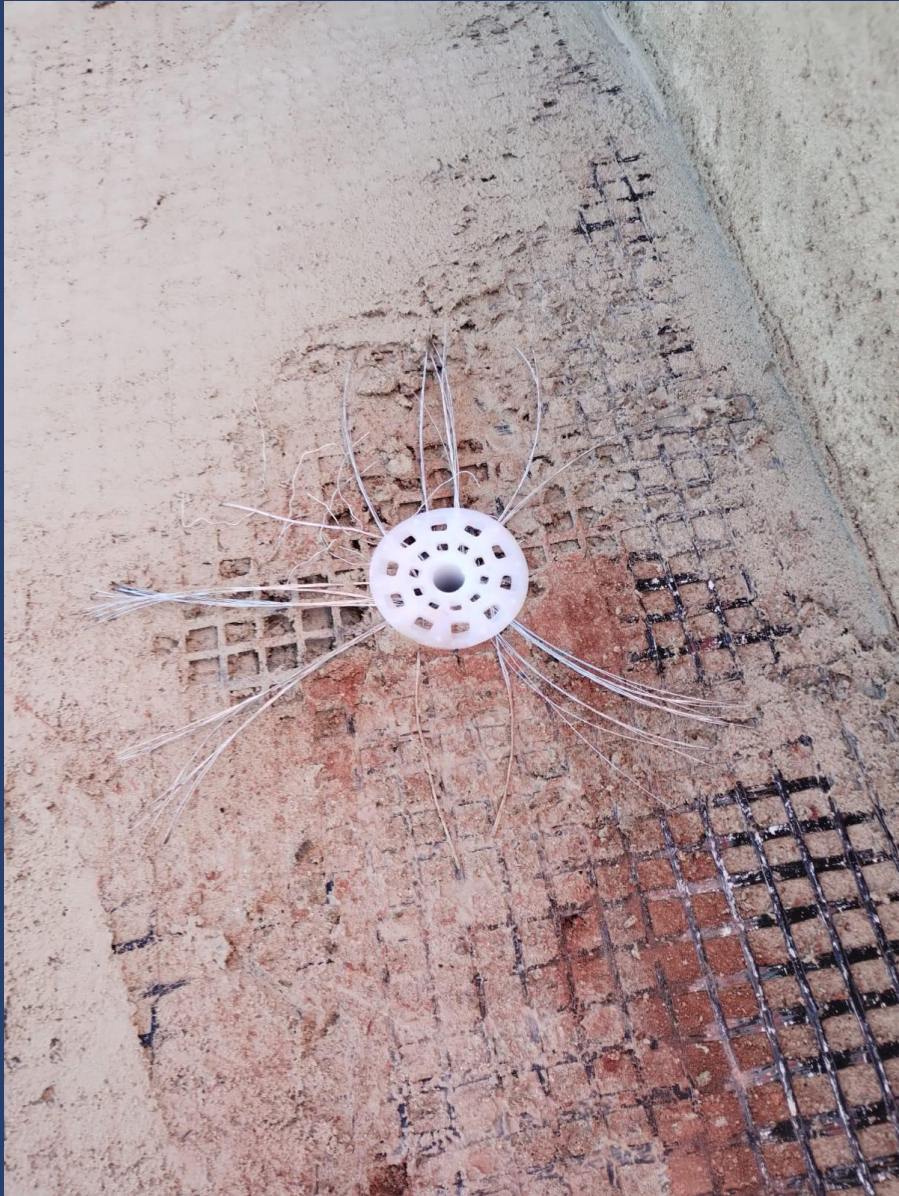
Ponte ferroviario Crema - CR



Ponte ferroviario Crema - CR



Ponte ferroviario Crema - CR



Basilica di Santa Maria degli Angeli - Assisi



Basilica di Santa Maria degli Angeli - Assisi



Sacro Convento di Assisi



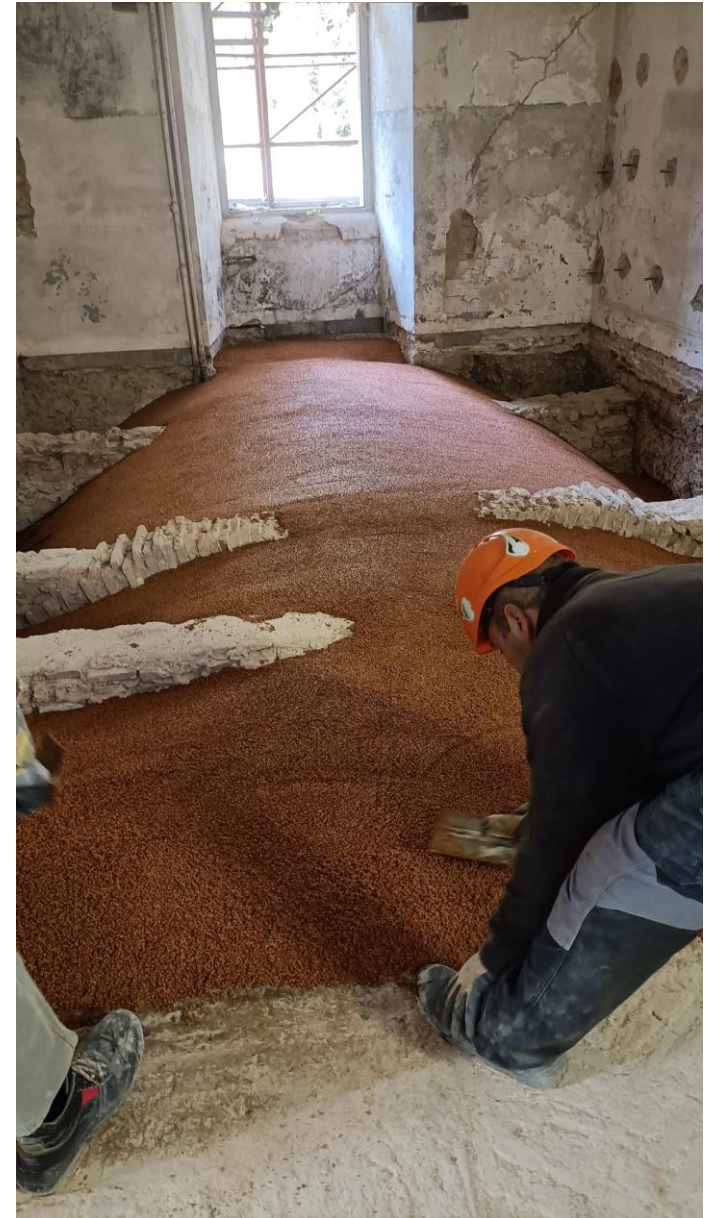
Conservatorio di Collemaggio - L'Aquila



Conservatorio di Collemaggio - L'Aquila



Conservatorio di Collemaggio - L'Aquila



Conservatorio di Collemaggio - L'Aquila



Copertura edificio - Orvieto



Copertura edificio storico - Orvieto



Copertura edificio storico - Orvieto



Rinforzo archi_Sacro Convento - Assisi



Rinforzo archi_Sacro Convento - Assisi



Rinforzo archi_Sacro Convento - Assisi



Rinforzo volte_Sacro Convento - Assisi



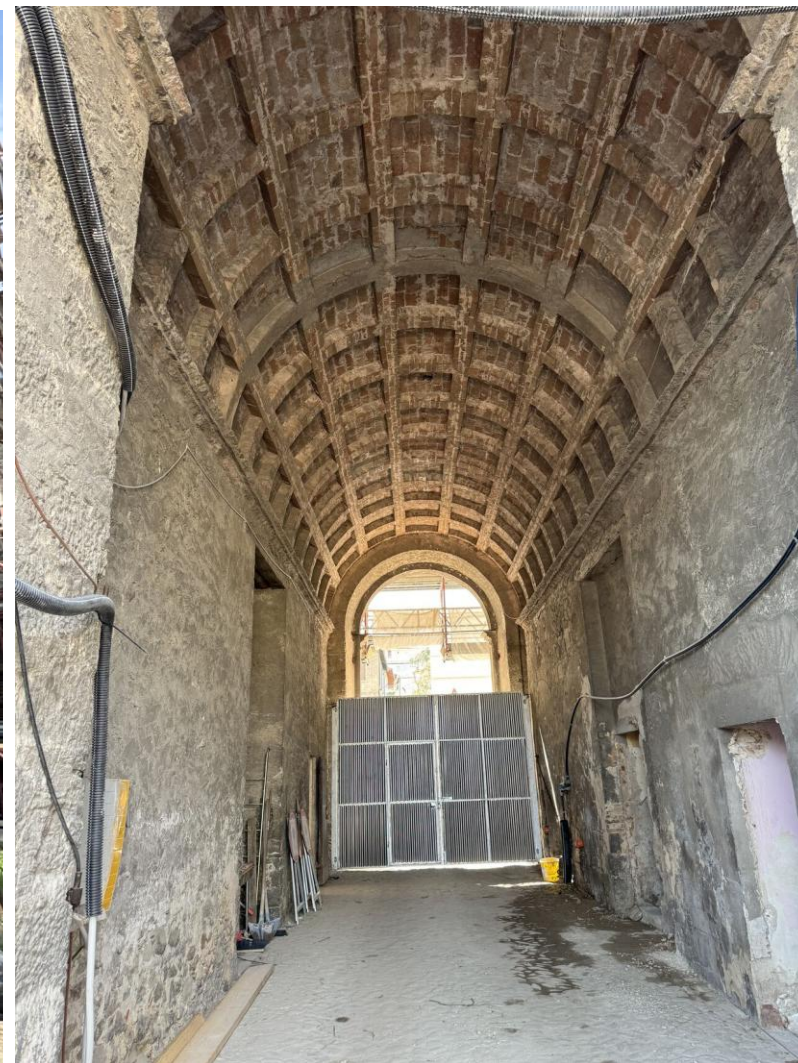
Rinforzo volte_Sacro Convento - Assisi



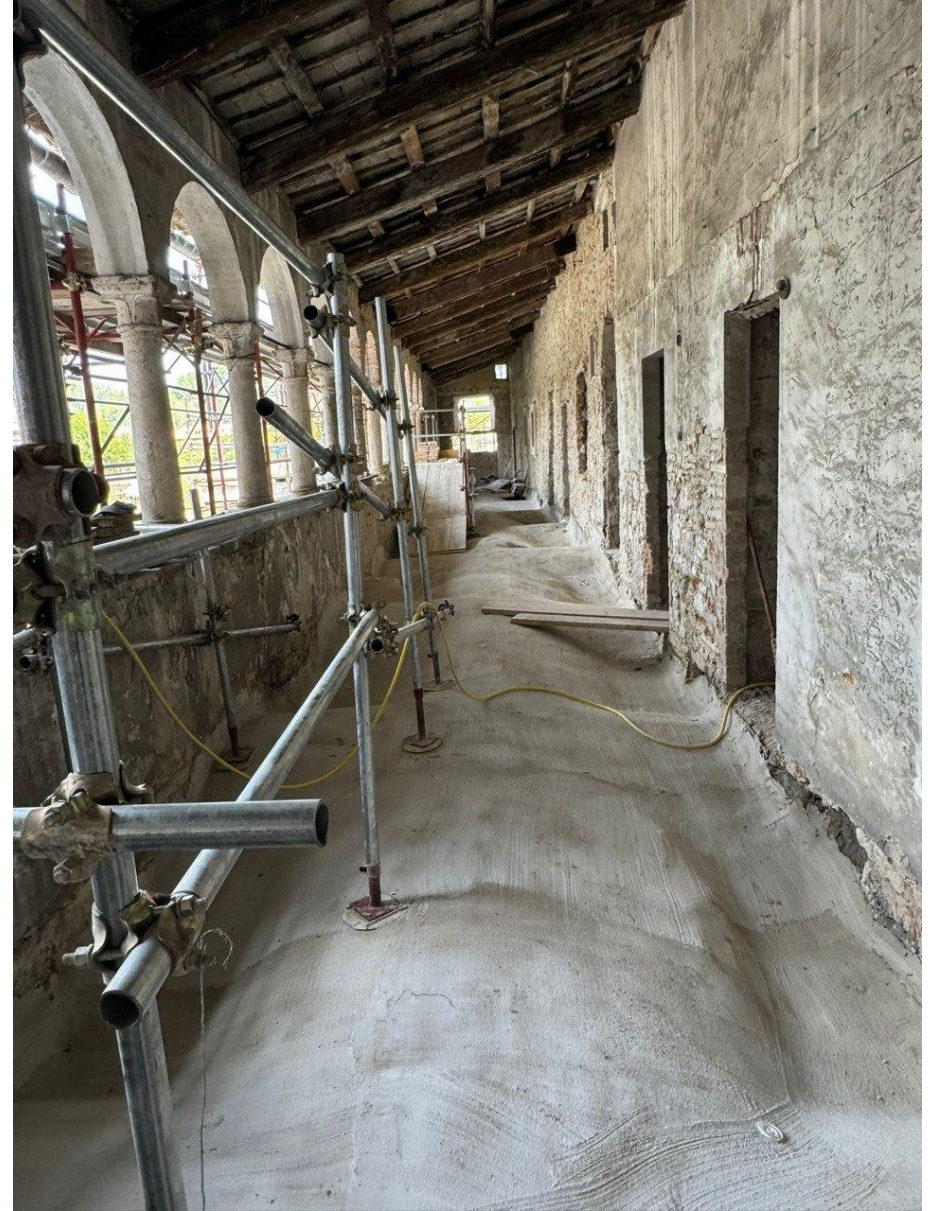
Chiesa di Sant'Andrea Apostolo in Bagnaia - Perugia



Palazzo Saladini - Ascoli



Palazzo Saladini - Ascoli



Palazzo Saladini - Ascoli



Palazzo Saladini - Ascoli



Palazzo dei Priori - Fermo



Palazzo dei Priori - Fermo



Palazzo dei Priori - Fermo



Palazzo dei Priori - Fermo



Palazzo dei Priori - Fermo



Palazzo Boyl - Pisa



Palazzo Boyl - Pisa



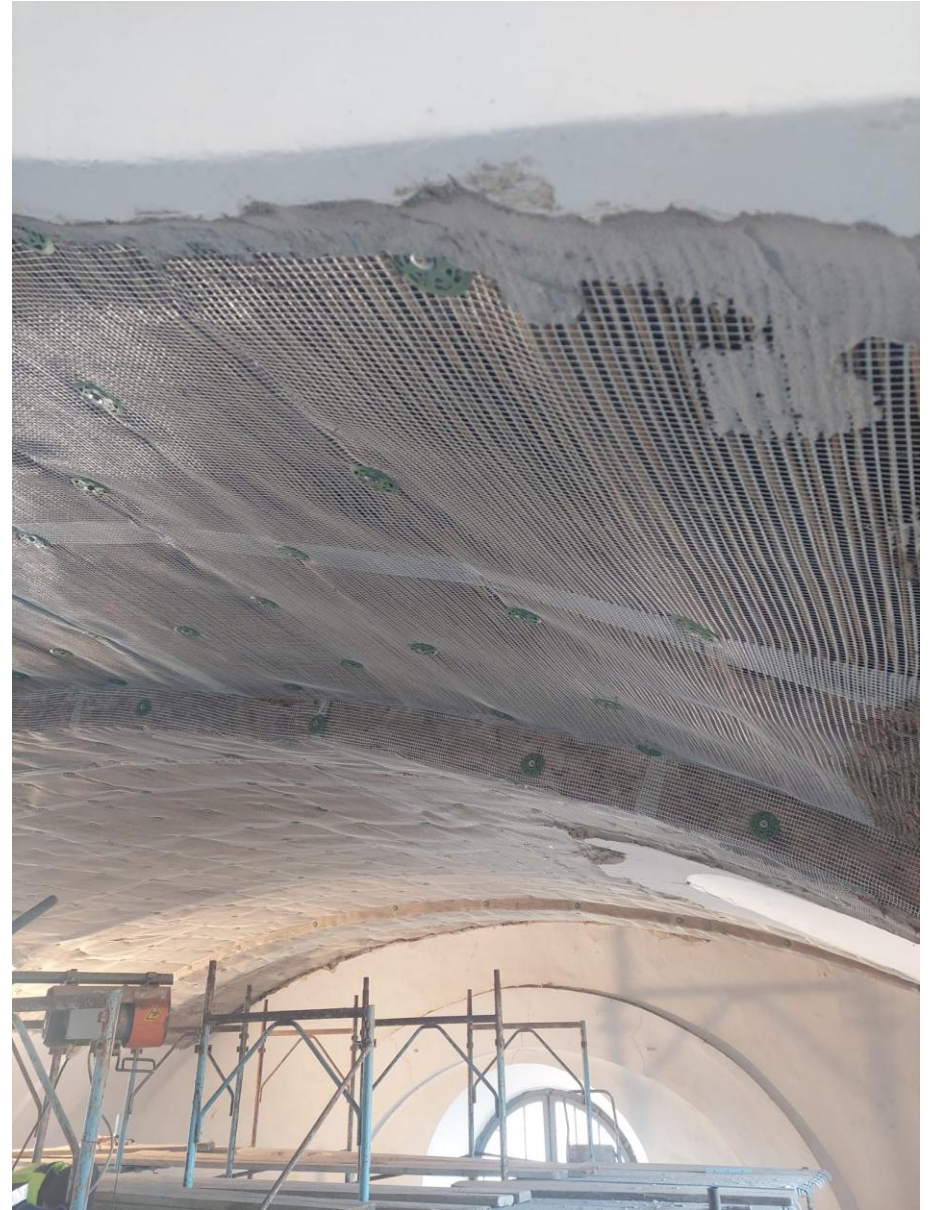
Palazzo Boyl - Pisa



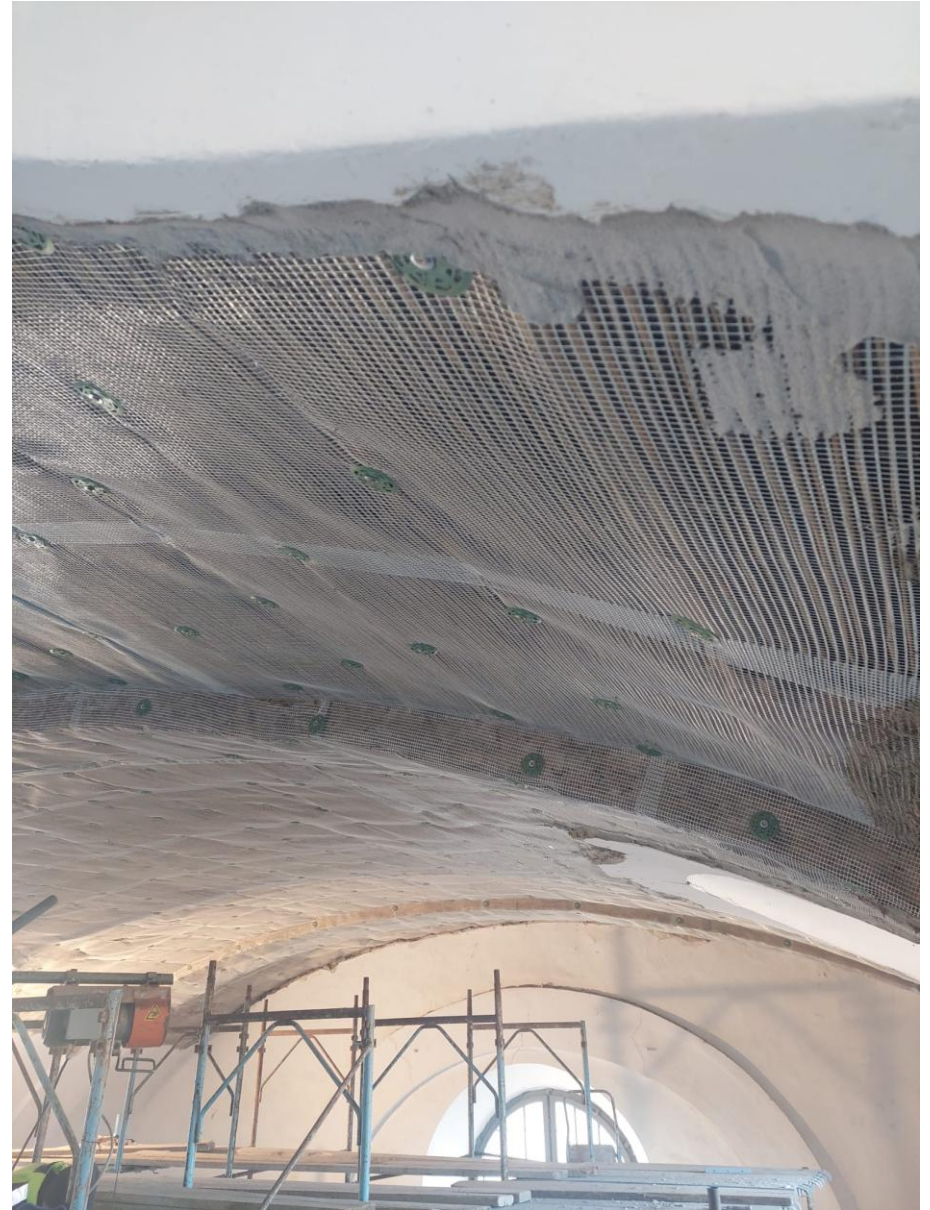
Palazzo Boyl - Pisa



Edificio con volte in camorcanna - Bevagna



Edificio con volte in camorcanna - Bevagna



Edificio con volte in camorcanna - Bevagna



Edificio con volte in camorcanna - Bevagna



Grazie per l'attenzione