



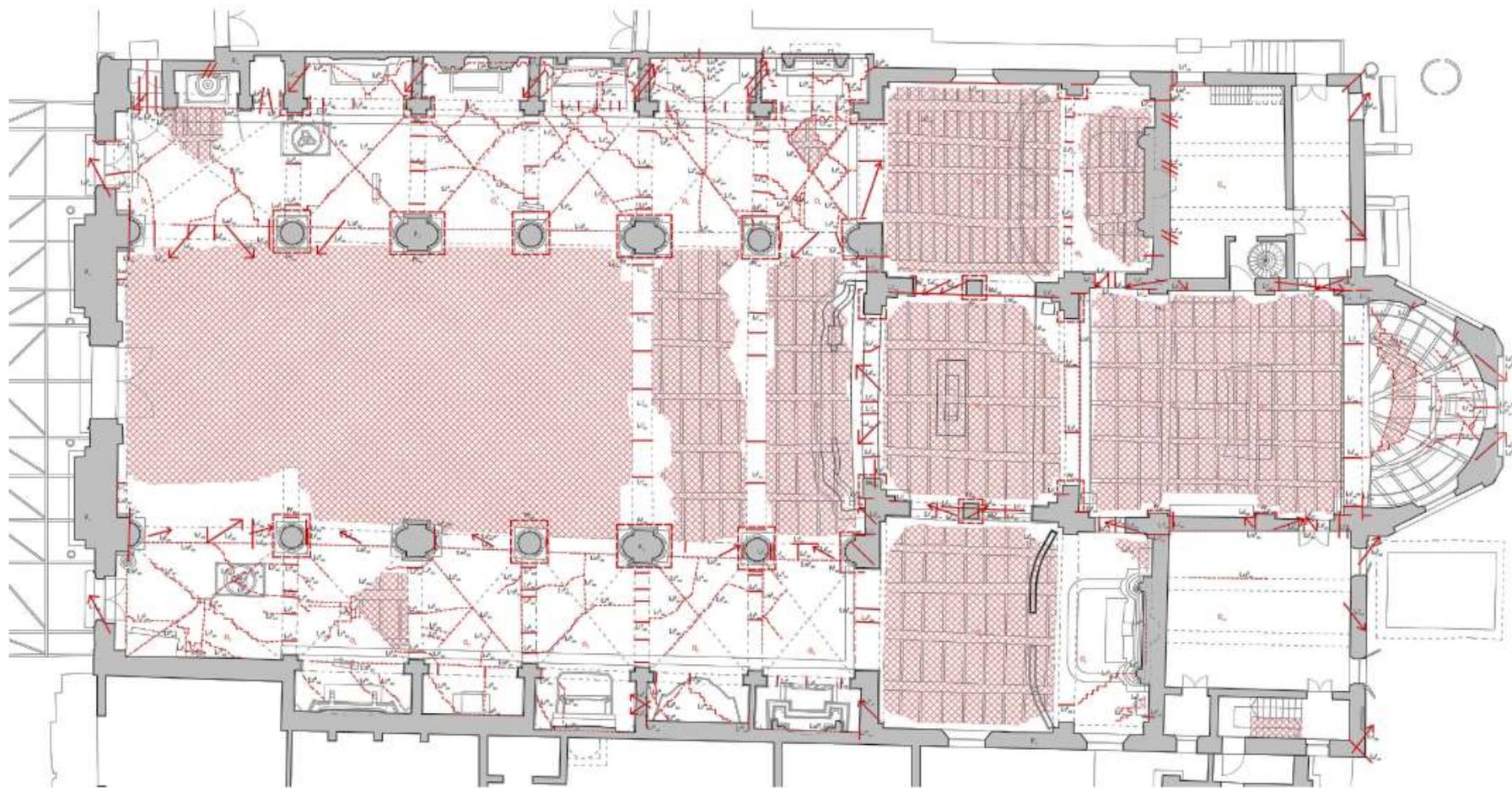
**Mettere in sicurezza gli edifici in previsione del loro recupero:
la Chiesa di S. Paolo Apostolo a Concordia (Modena)**



Università
degli Studi
di Ferrara

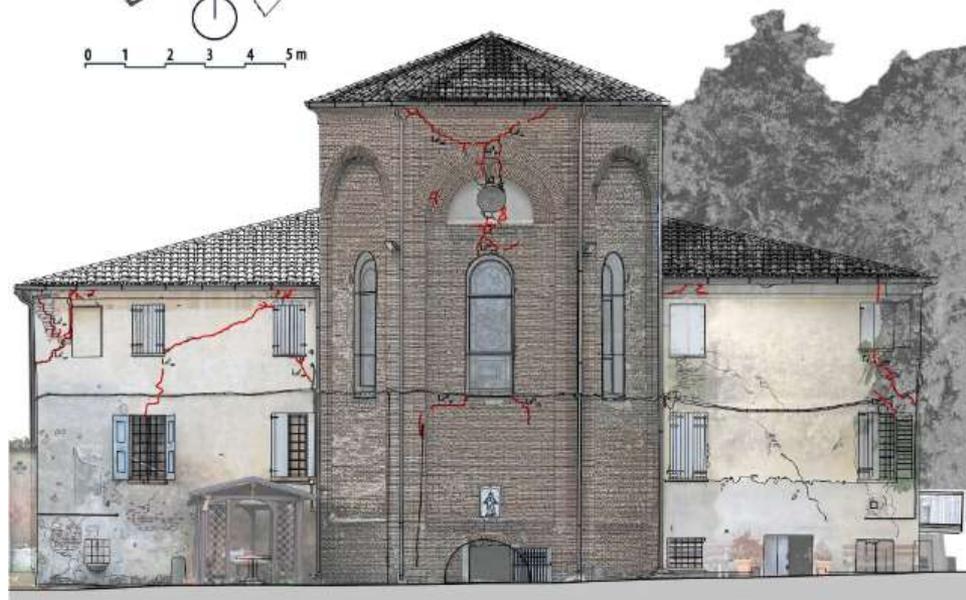
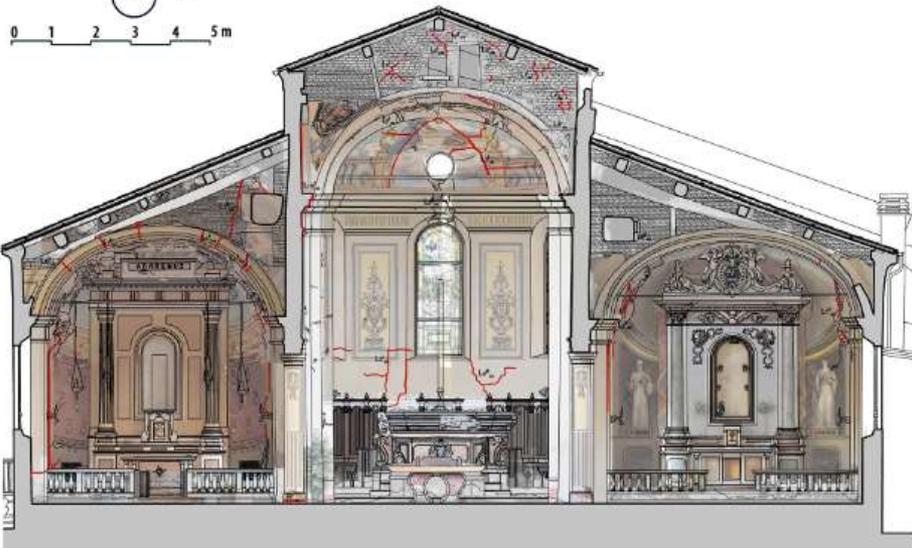
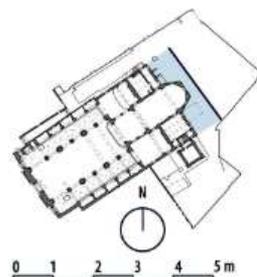
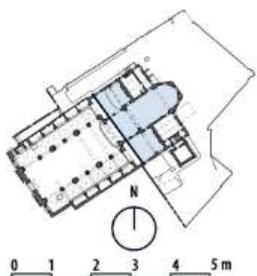


ANDREA GIANNANTONI
Ingegnere Strutturista,
Dottore di Ricerca in Restauro dell'Architettura



Planimetria

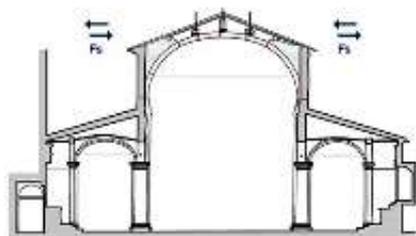




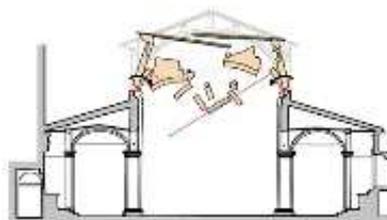


Una lettura critica del quadro fessurativo: L'ANALISI EVOLUTIVA DEL DISSESTO

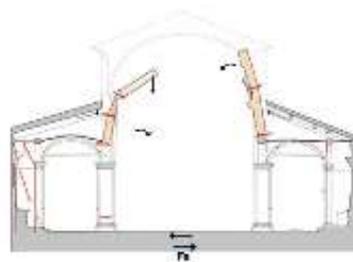
A_CERNIERIZZAZIONE DEGLI ARCONI



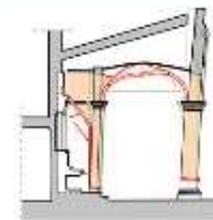
A.1_COLLASSO ARCONI E CROLLO COPERTURA E CLARISTORIO



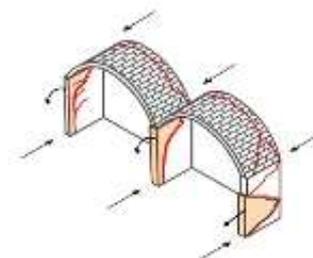
A.2_RIBALTAMENTO VERSO L'INTERNO DI PORZIONI MURARIE DELLA NAVATA CENTRALE



A.2.1_LESIONI NELLE CROCIERE LATERALI



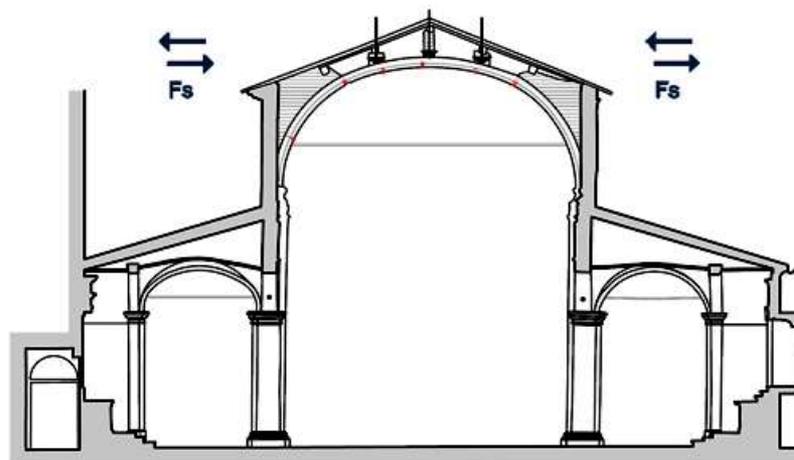
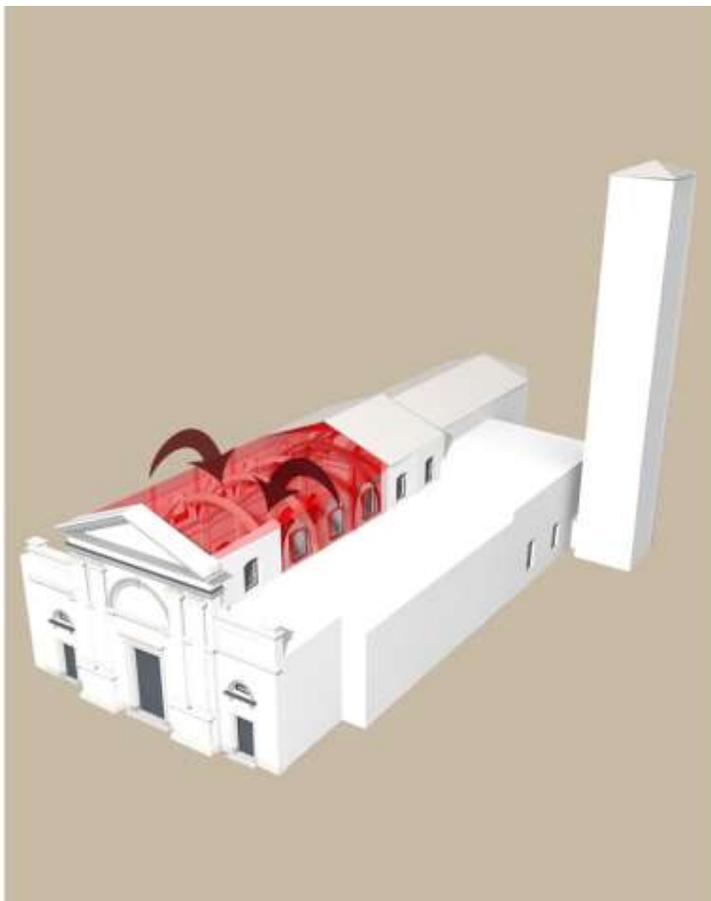
A.2.2_RIBALTAMENTI NELLE NAVATE LATERALI E DI PORZIONI MURARIE DELLE PARETI DELLE CAPPELLE



A.2.3_SPOSTAMENTO DIFFERENZIALE DELLE PARETI TRASVERSALI DELLE CAPPELLE



Cinematismo di primo ordine A – Cernierizzazione degli arconi



A – Cernierizzazione degli arconi

ANALISI TRIDIMENSIONALE DEL CINEMATISMO

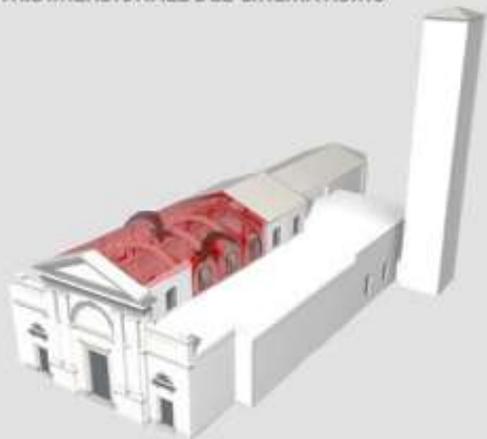
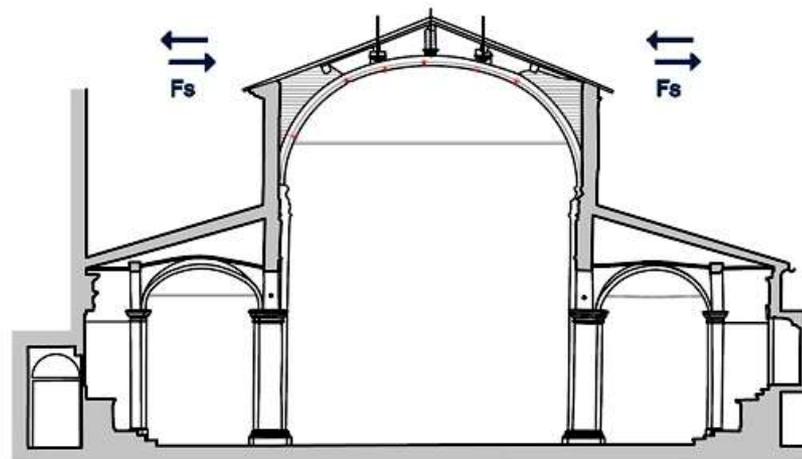
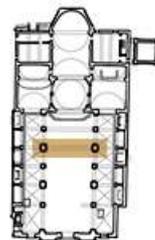


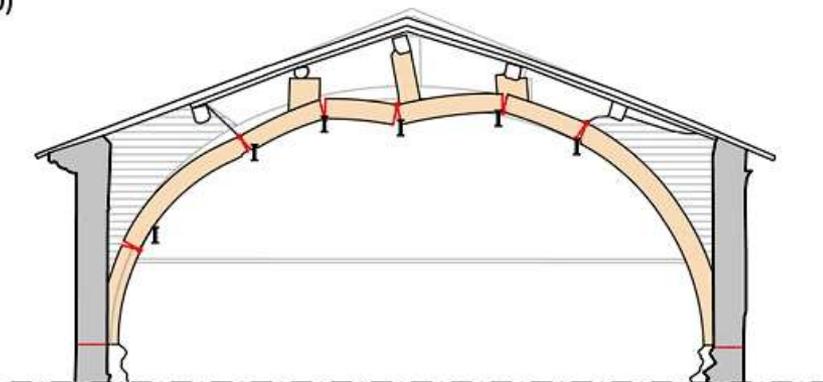
FOTO DEGLI ARCONI SUPERSTITI



ANALISI DEL CINEMATISMO: Arcone tra 4° e 5° campata

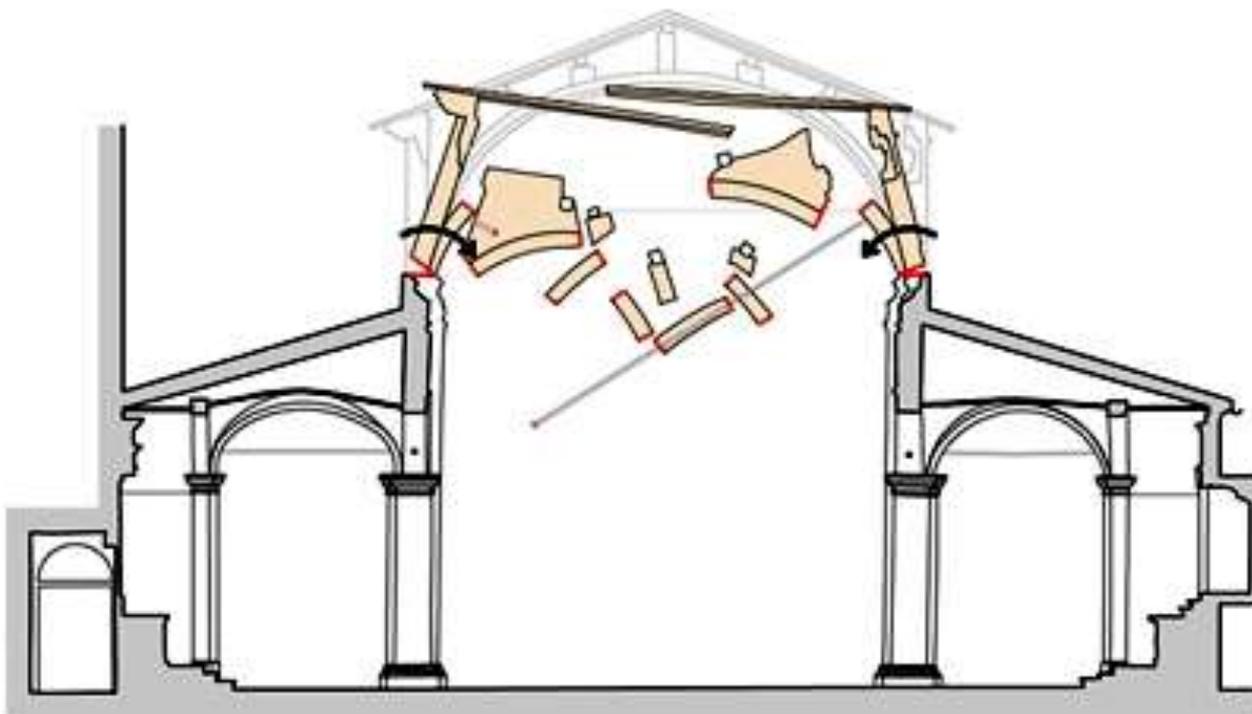


ZOOM (scala 1:200)



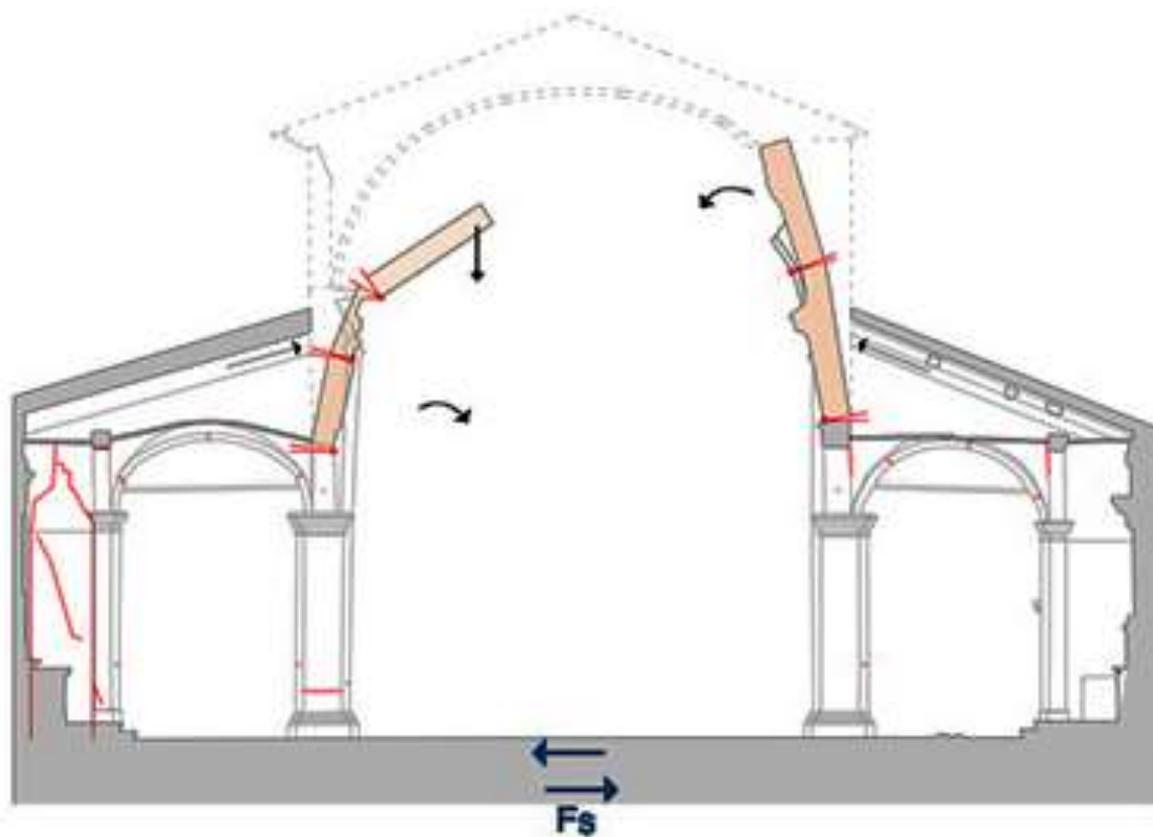
Cinematismi di secondo ordine

A.1 – Collasso arconi e crollo copertura e claristorio



Cinematismi di secondo ordine

A.2 – Ribaltamento verso l'interno di porzioni murarie della navata centrale



Cinematismi di secondo ordine

A.2 – Ribaltamento verso l'interno di porzioni murarie della navata centrale

ANALISI TRIDIMENSIONALE DEL CINEMATISMO

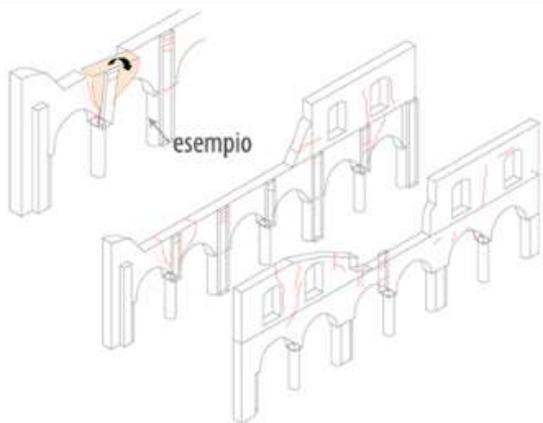
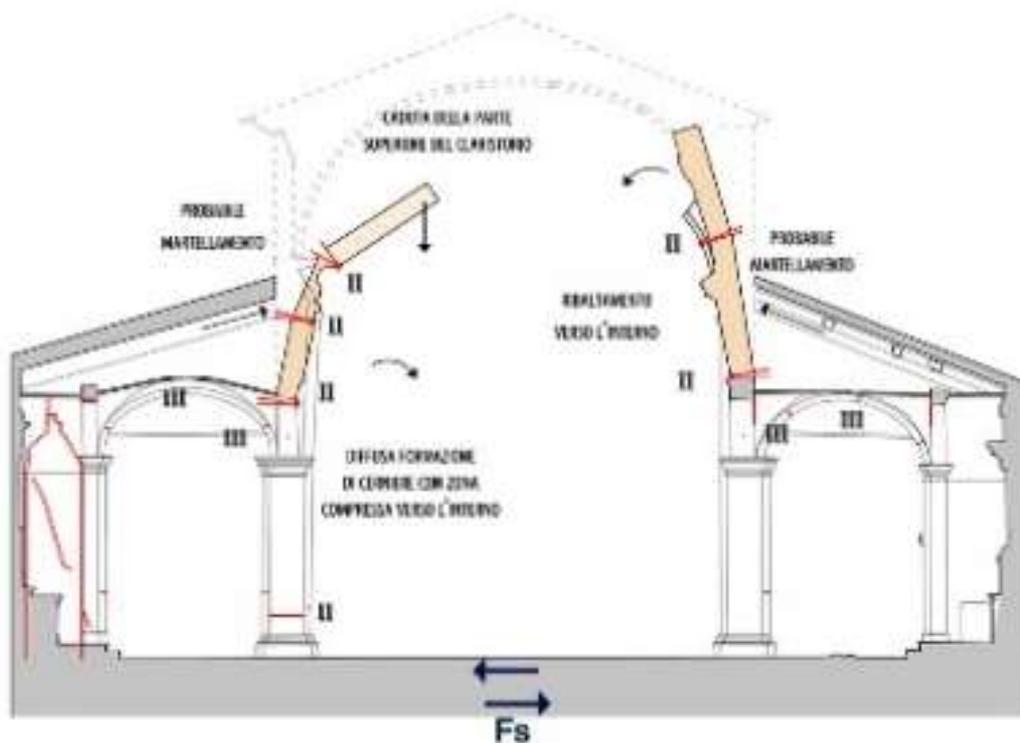


FOTO DELLA NAVATA (PARETE SINISTRA)

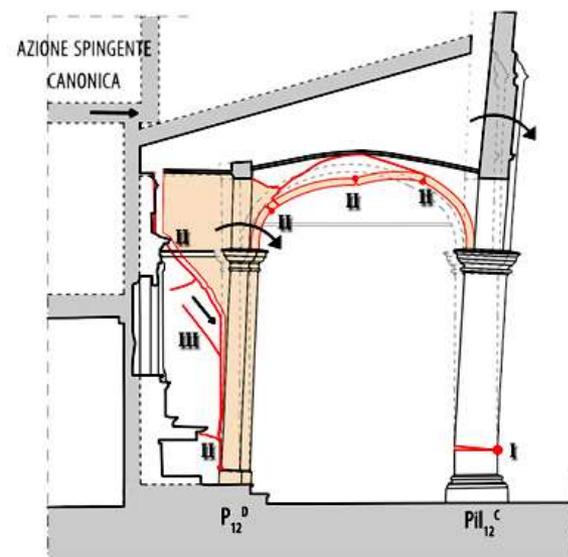


Cinematismi di terzo ordine

A.2.1 – Lesioni nelle crociere laterali

A.2.2 – Ribaltamenti nelle navate e di porzioni murarie delle pareti delle cappelle

A.2.3 – Spostamento differenziale delle pareti trasversali delle cappelle

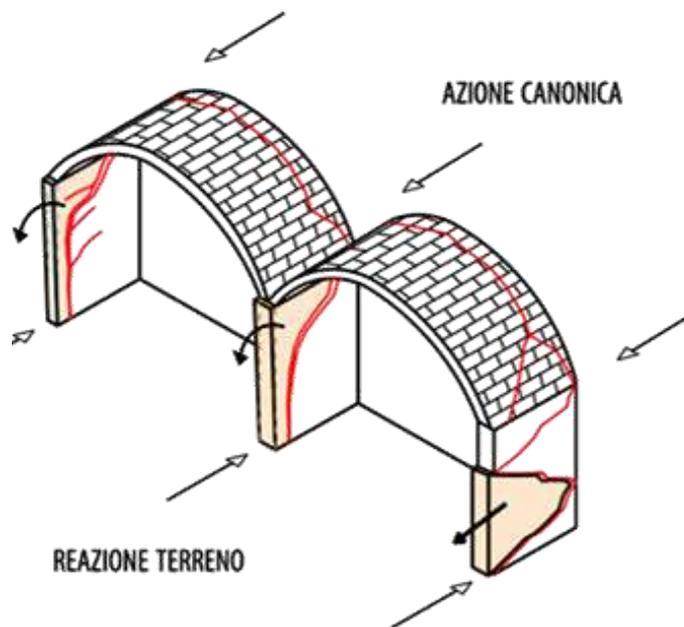
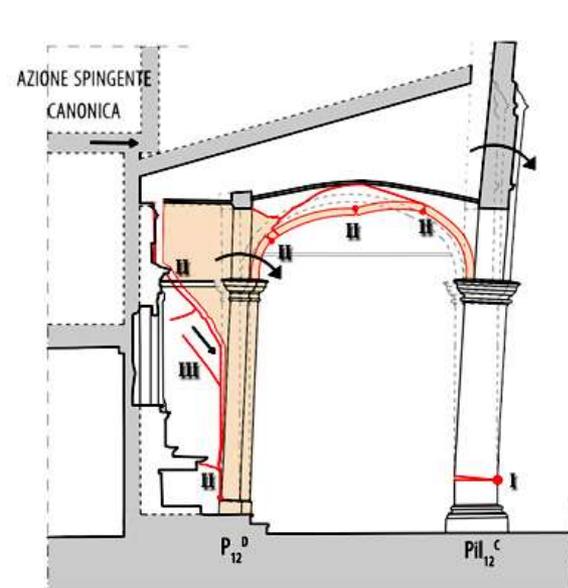


Cinematismi di terzo ordine

A.2.1 – Lesioni nelle crociere laterali

A.2.2 – Ribaltamenti nelle navate e di porzioni murarie delle pareti delle cappelle

A.2.3 – Spostamento differenziale delle pareti trasversali delle cappelle

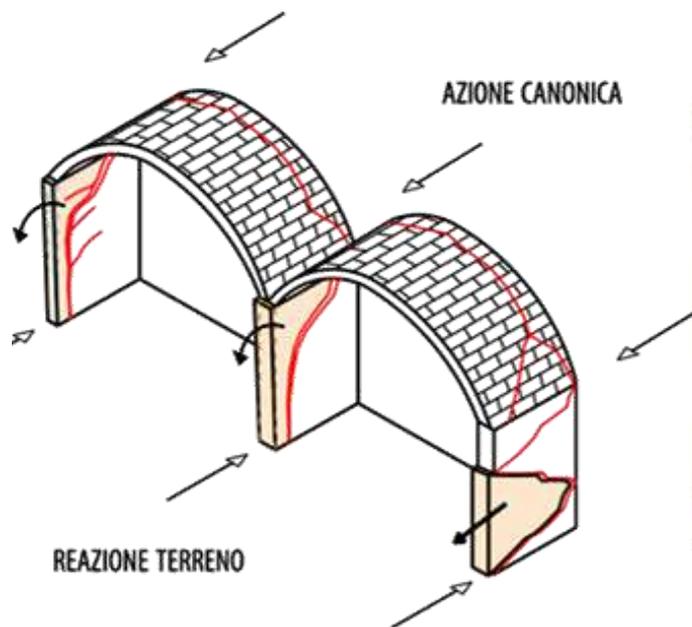
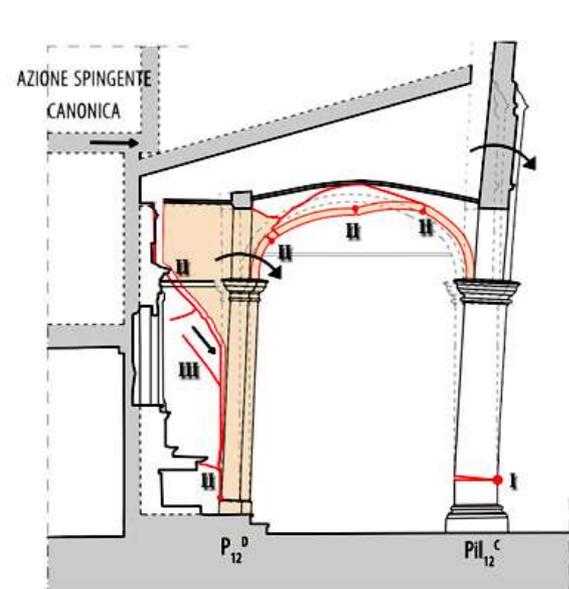


Cinematismi di terzo ordine

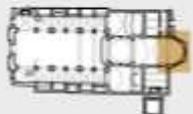
A.2.1 – Lesioni nelle crociere laterali

A.2.2 – Ribaltamenti nelle navate e di porzioni murarie delle pareti delle cappelle

A.2.3 – Spostamento differenziale delle pareti trasversali delle cappelle



B – Ribaltamento dell'abside



Le lesioni evidenziate all'interno dell'edificio, nell'area absidale (semicircolare all'interno - poligonale all'esterno), possono essere ricondotte al primo stadio di attivazione del meccanismo di ribaltamento: si evidenziano, infatti lesioni pseudoverticali e orizzontali, che corrono lungo le tracce delle antiche aperture poi ridotte alla forma attuale; al meccanismo ha contribuito la spinta delle travi di copertura, che ha indotto un ribaltamento degli spigoli verso l'esterno e quindi l'allontanamento degli appoggi del catino

ANALISI TRIDIMENSIONALE DEL CINEMATISMO

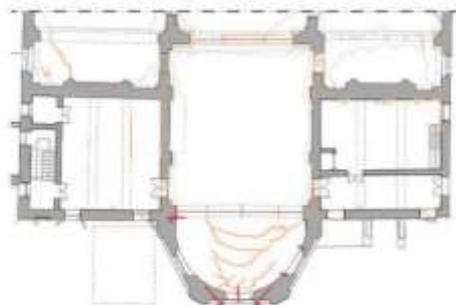


FOTO DELL'ABSIDE (parte centrale)

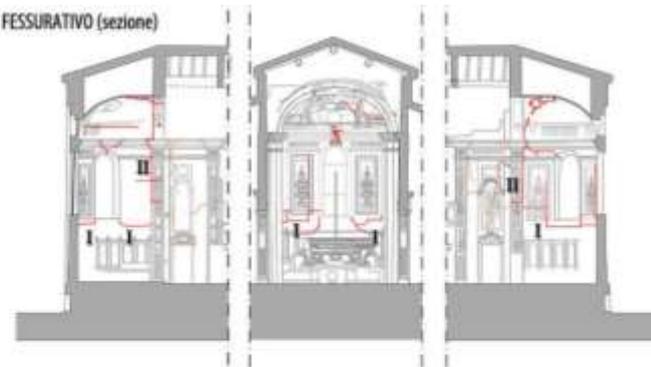
FOTO (esterno)



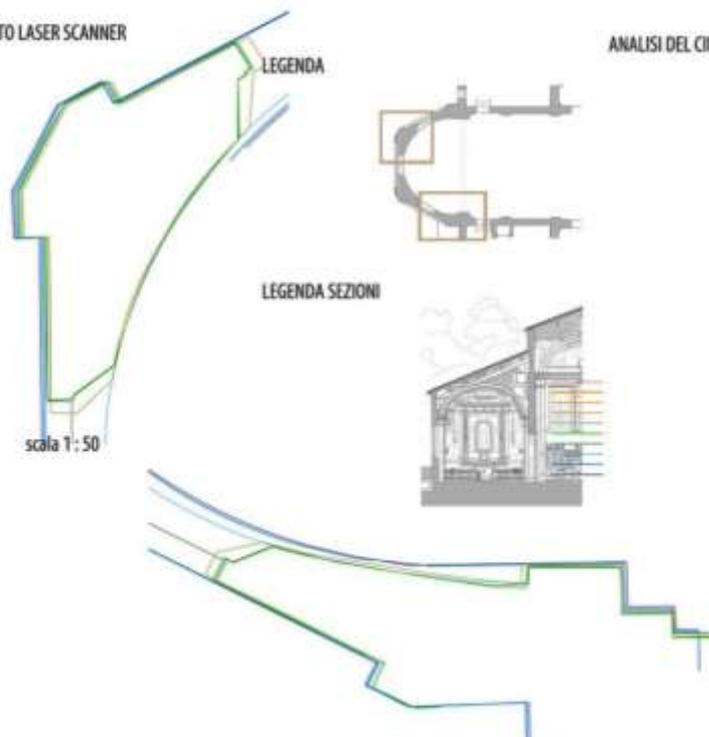
QUADRO FESSURATIVO (pianta)



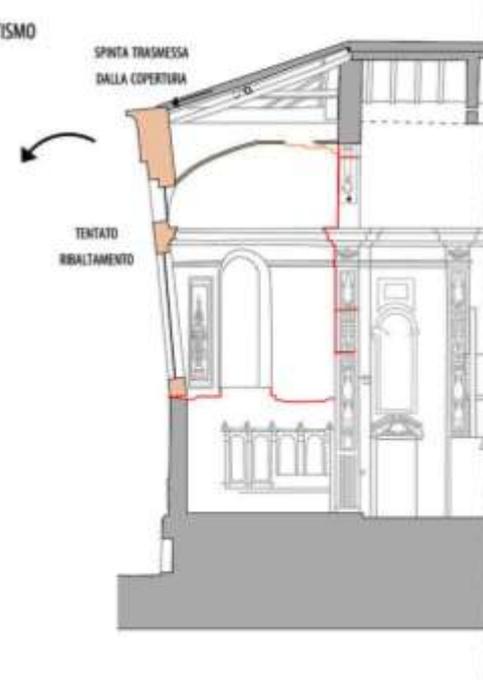
QUADRO FESSURATIVO (sezione)



ANALISI DEL DATO LASER SCANNER



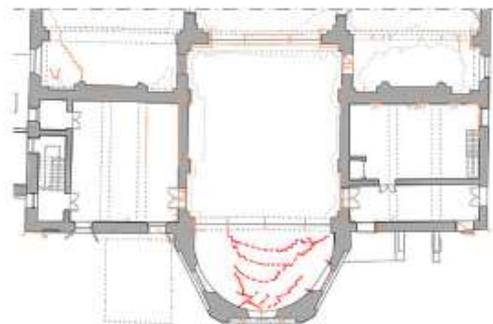
ANALISI DEL CINEMATISMO



B.1 – Crollo parziale del catino



QUADRO FESSURATIVO (pianta)



Il cinematismo analizzato si collega strettamente a quello del ribaltamento delle pareti dell'abside; in particolare, le spinte trasmesse dalla copertura e il conseguente ribaltamento delle pareti, hanno provocato l'allontanamento dell'appoggio del catino e il distacco dello stesso dall'arco che separa l'abside dall'area presbiteriale; la perdita della reciproca compressione degli elementi ha, quindi, condotto al crollo parziale di una parte e al distacco di alcune porzioni, in procinto di cadere, situazione testimoniata da un quadro fessurativo diffuso ed esteso all'intero elemento

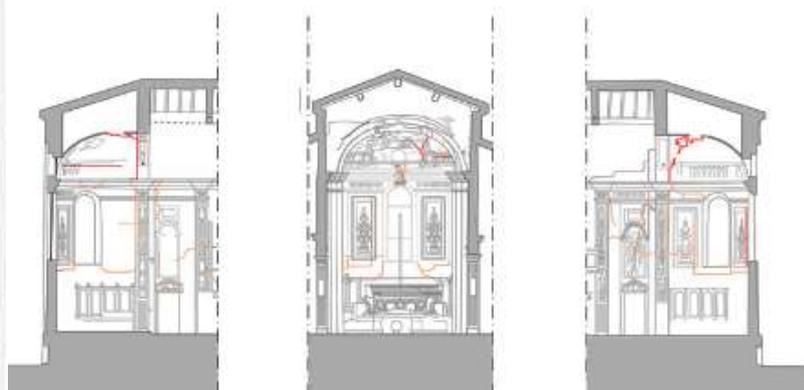
FOTO DEL CATINO ABSIDALE (parte sinistra)



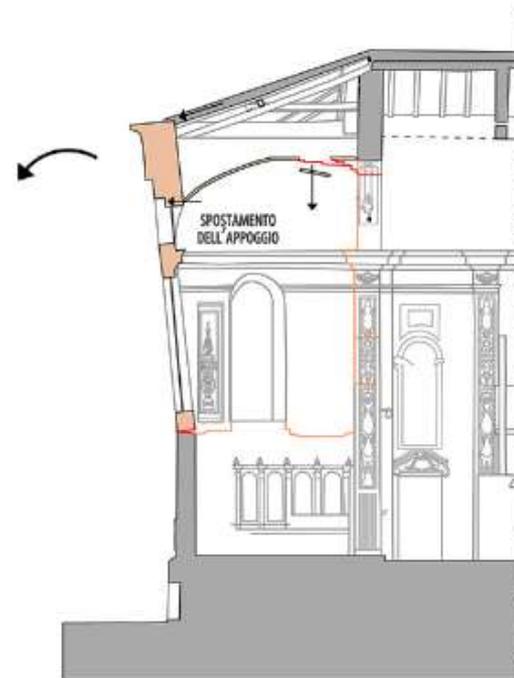
FOTO DEL CATINO ABSIDALE (parte destra)



QUADRO FESSURATIVO (sezione)



ANALISI DEL CINEMATISMO



B.2 – Espulsione di una porzione muraria sommitale e scorrimento



Il meccanismo, tipico di absidi circolari o poligonali come quello della chiesa di San Paolo, ha prodotto lesioni che hanno andamento pseudo verticale, ma condizionate dalla presenza di aperture. L'attivazione del meccanismo è favorita dalle spinte delle travi della copertura e la probabile assenza di un cordolo sommitale, che hanno provocato l'apertura degli spigoli del poligono verso l'esterno; ne consegue la formazione di una cerniera nei due archi concentrici, per la perdita della situazione statica di reciproca compressione dei conci; tale configurazione ha, quindi, portato allo scorrimento della porzione muraria in sommità e all'espulsione di alcuni elementi

ANALISI 3D DEL CINEMATISMO

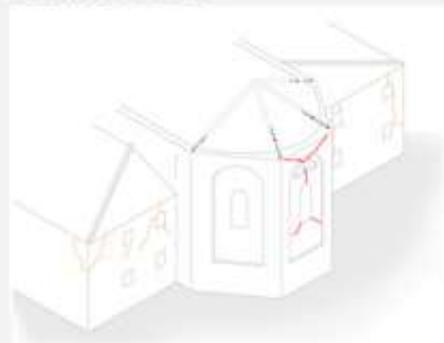
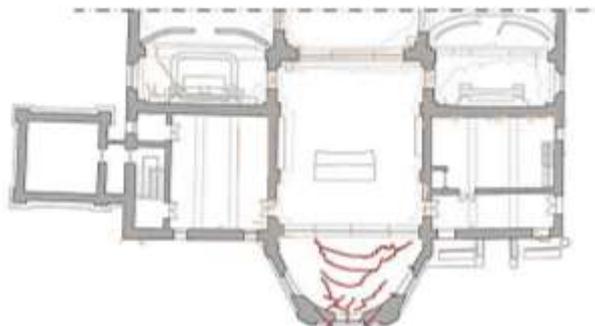


FOTO DELL'ABSIDE

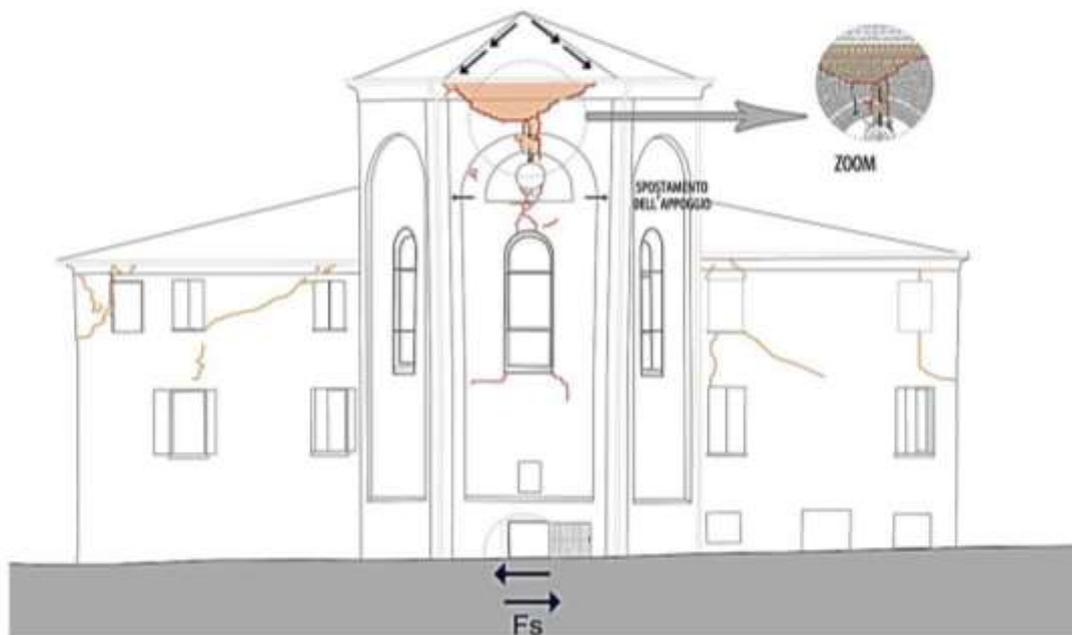
FOTO DELL'ABSIDE (dettaglio)



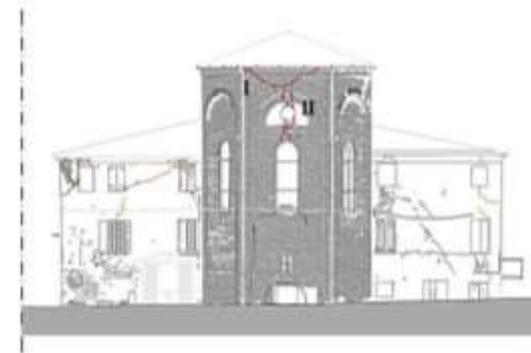
QUADRO PESSURATIVO (pianta)



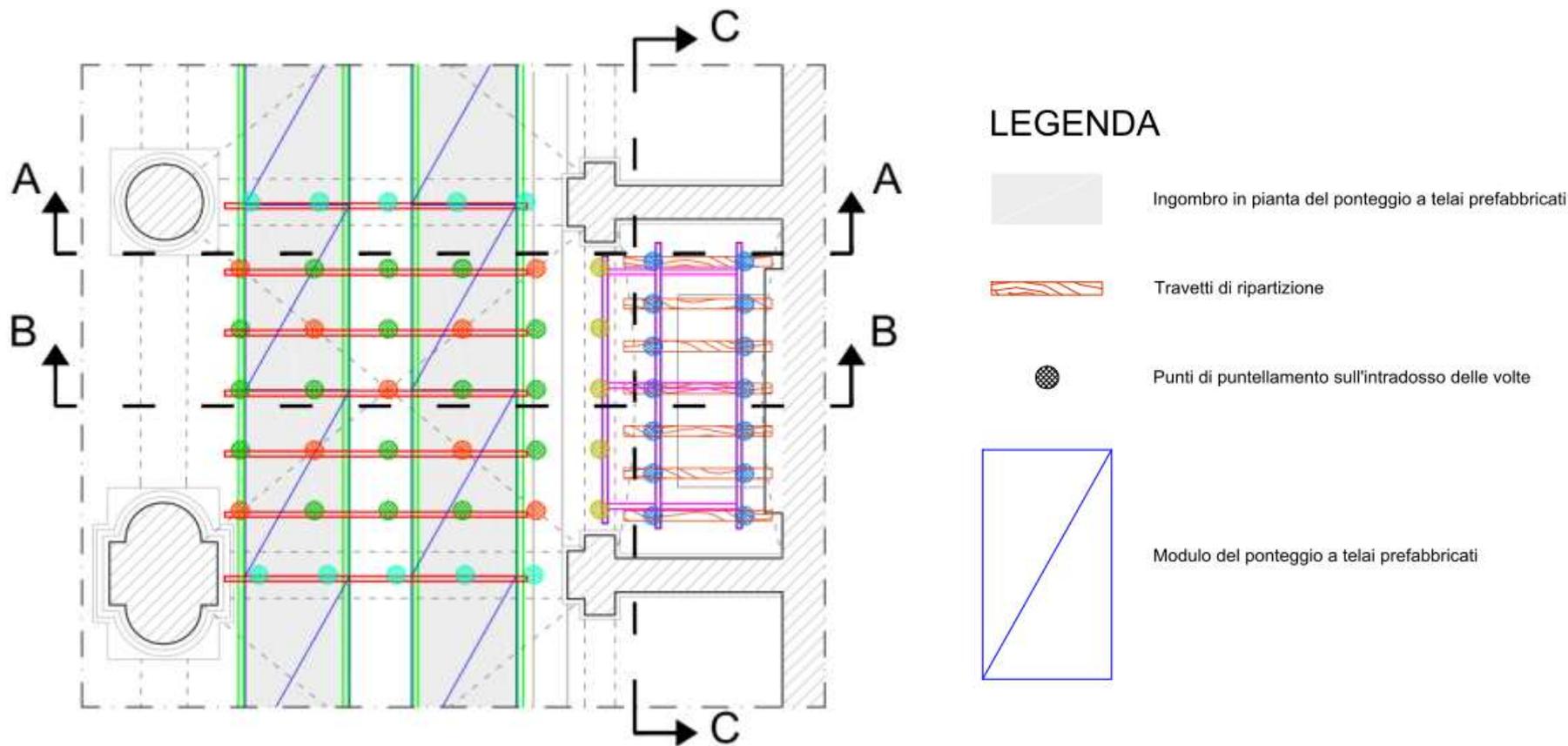
ANALISI DEL CINEMATISMO



QUADRO PESSURATIVO (prospetto)



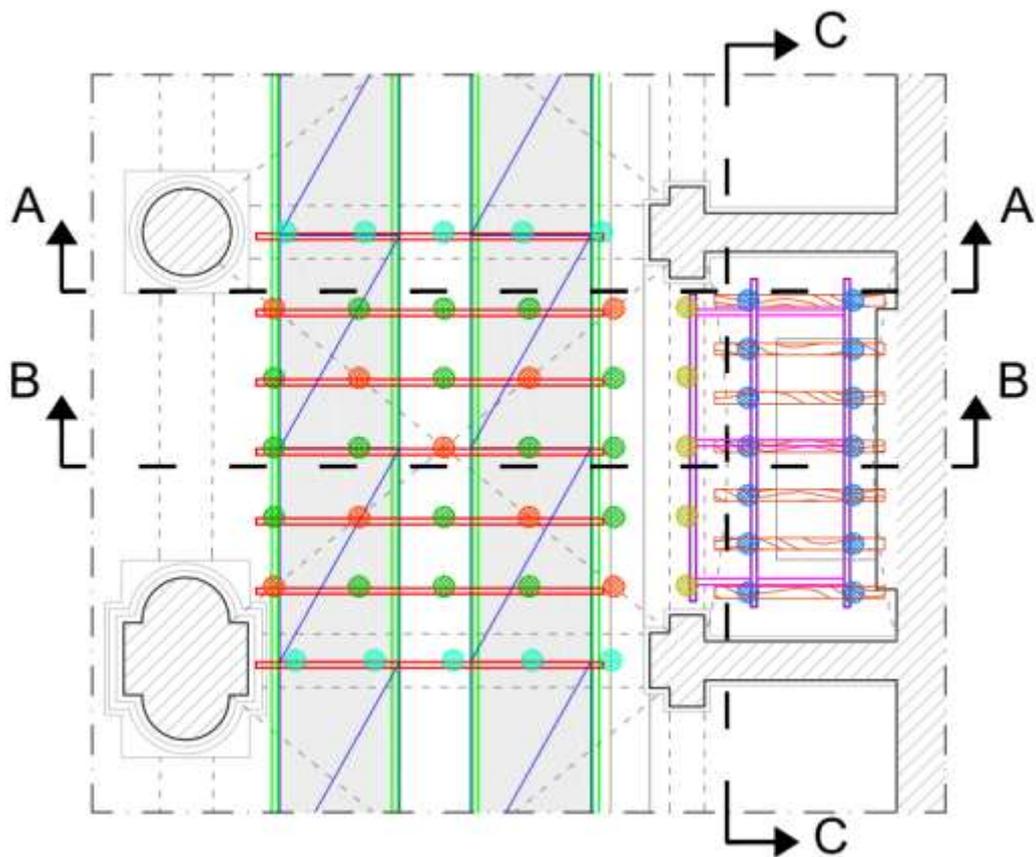
Puntellamento delle volte sopra alle navate laterali e alle cappelle



Pianta - scala 1:50

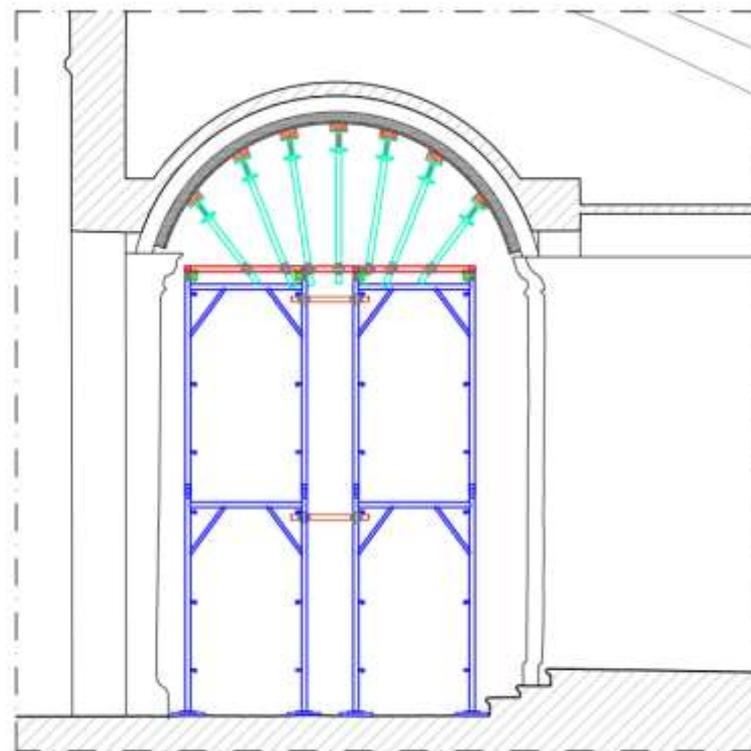
Indicazione tipologica per il puntellamento delle volte

Puntellamento delle volte sopra alle navate laterali e alle cappelle



Pianta - scala 1:50

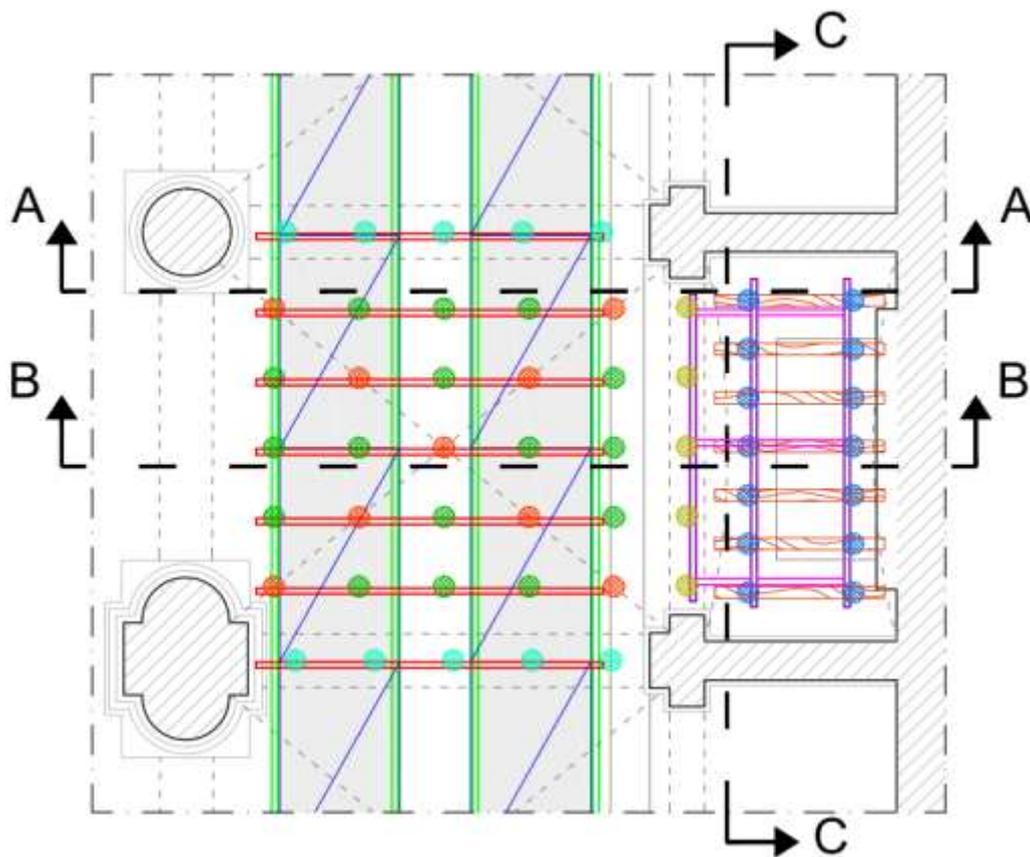
Indicazione tipologica per il puntellamento delle volte



Sezione A-A - scala 1:50

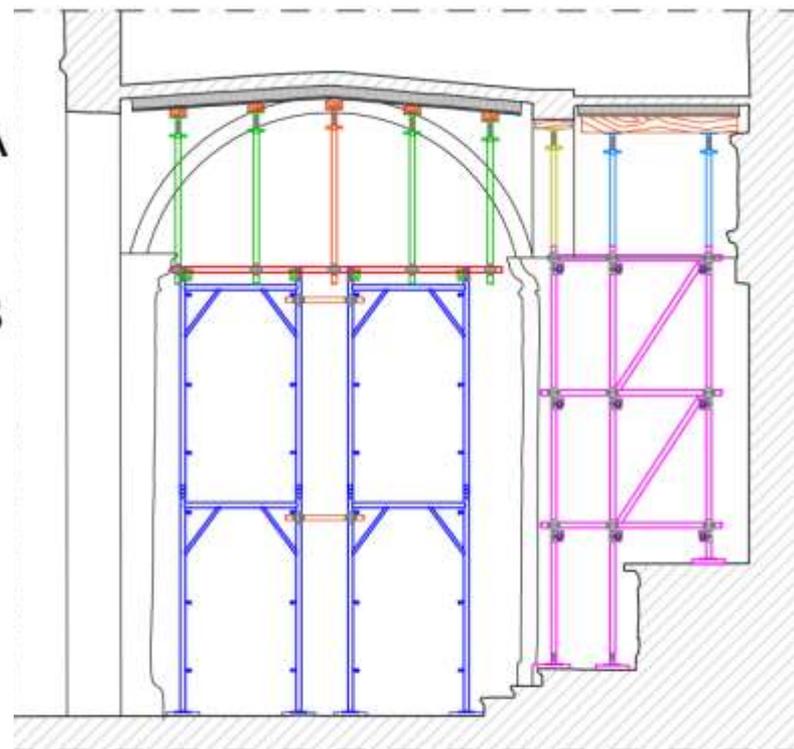
Schema per il puntellamento degli archi tra le volte a crociera

Puntellamento delle volte sopra alle navate laterali e alle cappelle



Pianta - scala 1:50

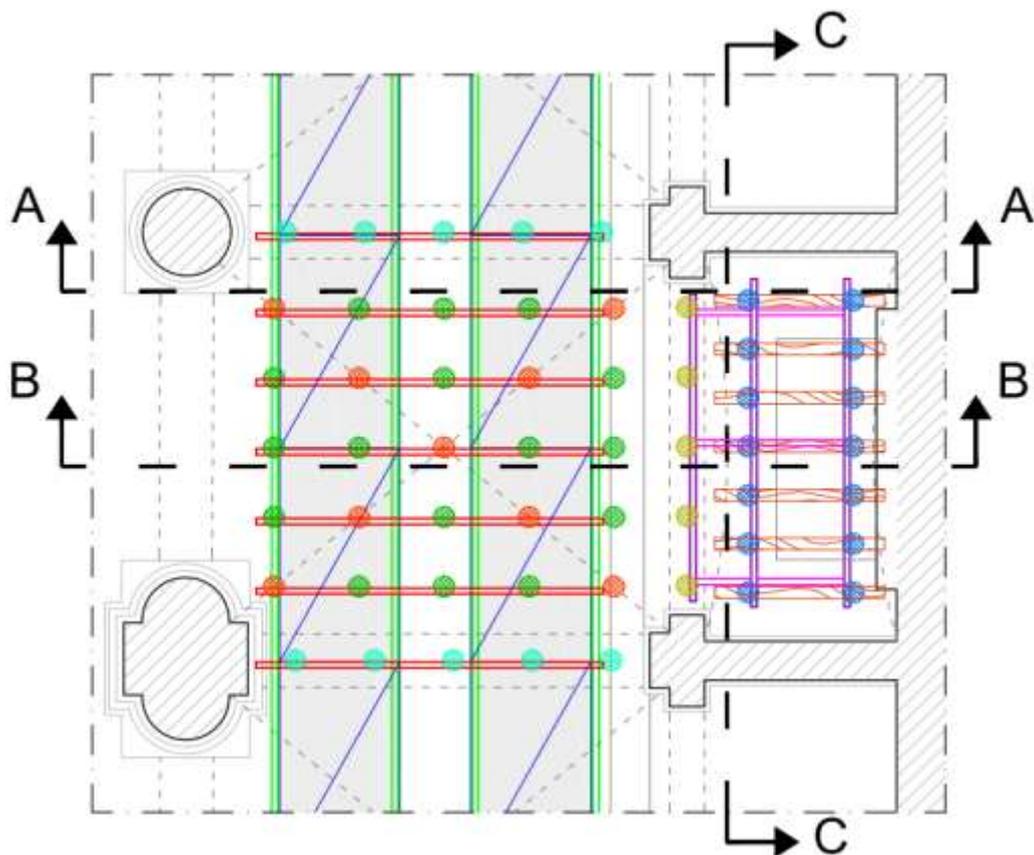
Indicazione tipologica per il puntellamento delle volte



Sezione B-B - scala 1:50

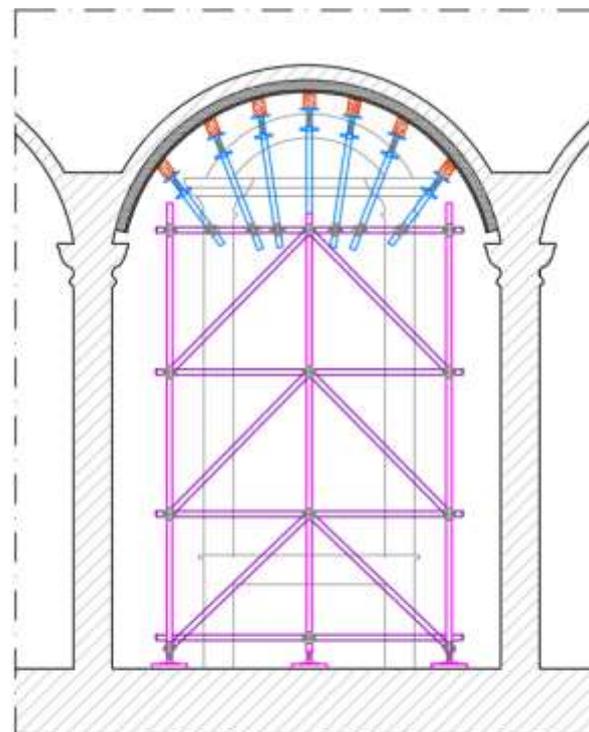
Schema per il puntellamento delle volte

Puntellamento delle volte sopra alle navate laterali e alle cappelle



Pianta - scala 1:50

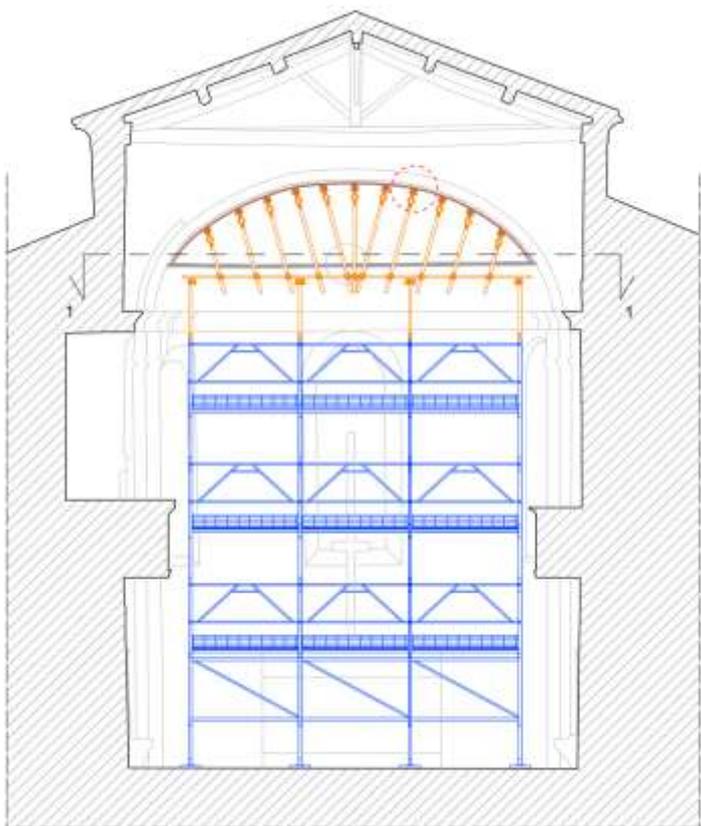
Indicazione tipologica per il puntellamento delle volte



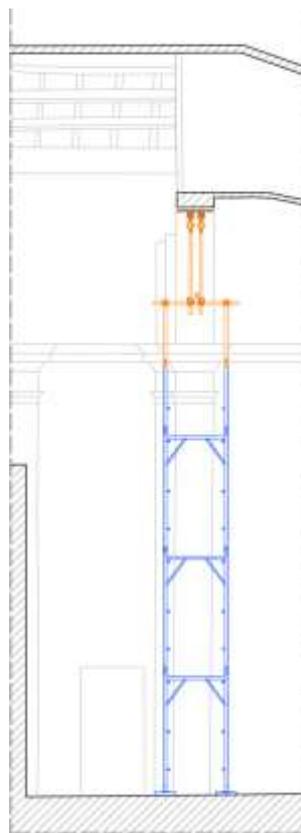
Sezione C-C - scala 1:50

Schema per il puntellamento delle volte a botte

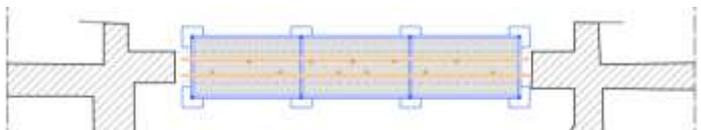
Puntellamento degli archi trasversi



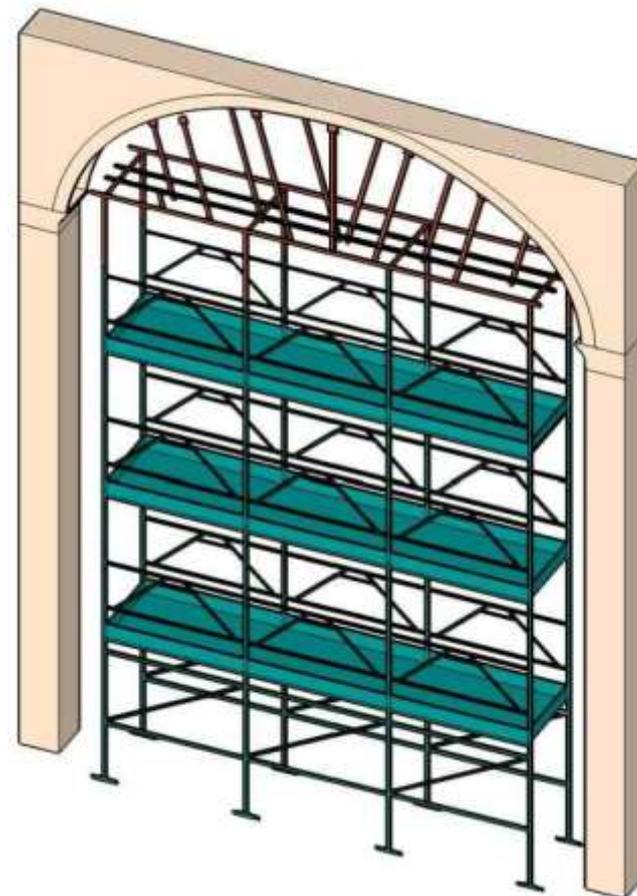
Sezione trasversale



Sezione longitudinale

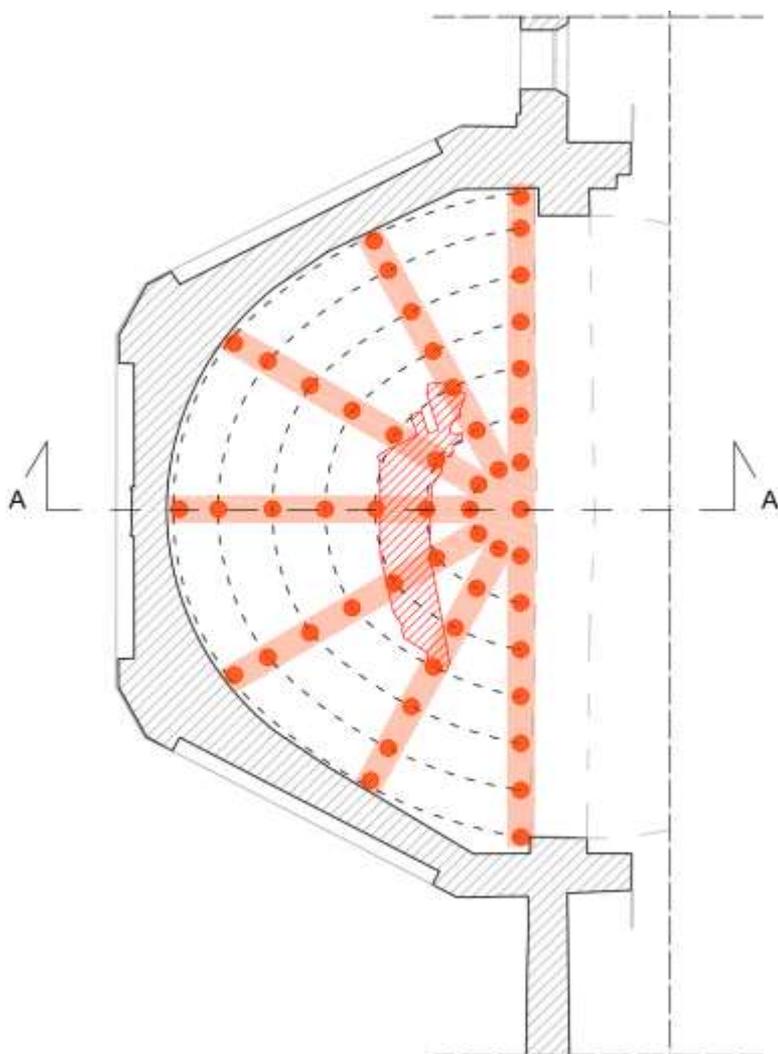


Pianta

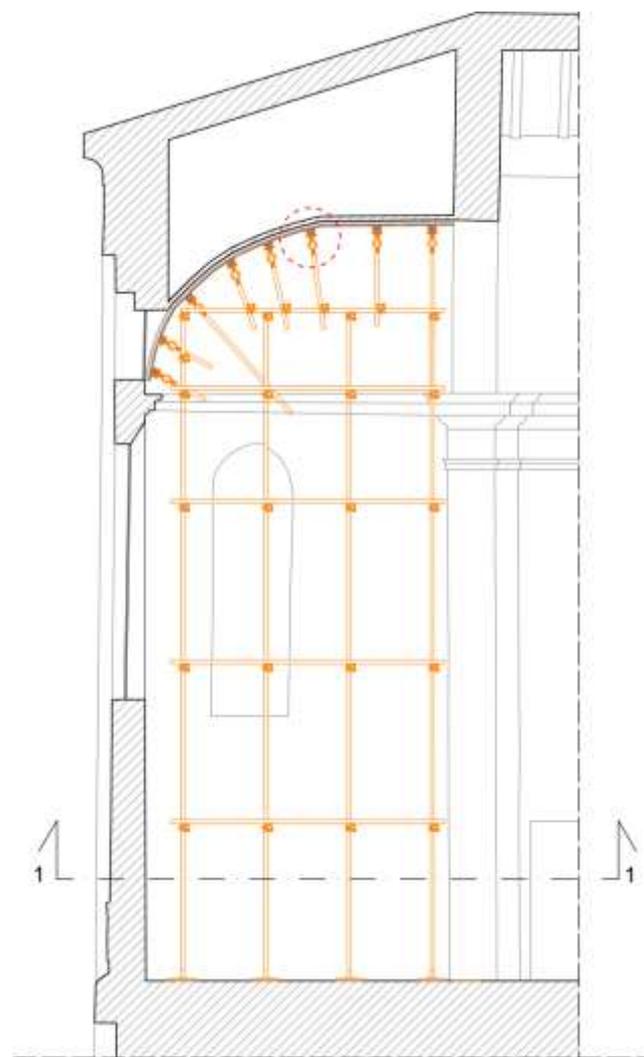


Vista assometrica

Puntellamento della volta absidale



Vista dell'intradosso dell'arco con posizione dei puntelli - scala 1:50

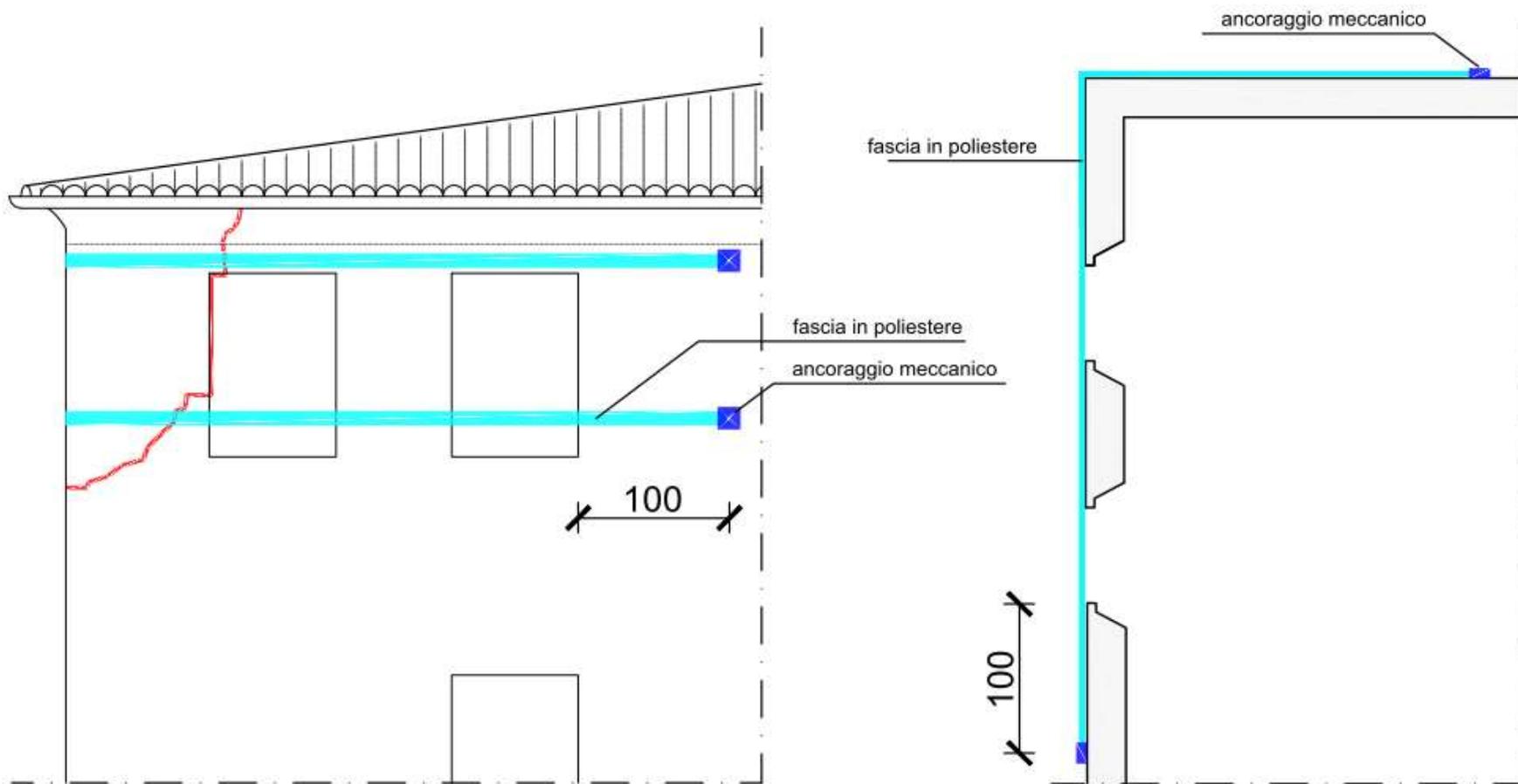


Sezione A-A - scala 1:50

Intervento di messa in sicurezza da realizzarsi con elementi lignei sez. 10 x 10 cm



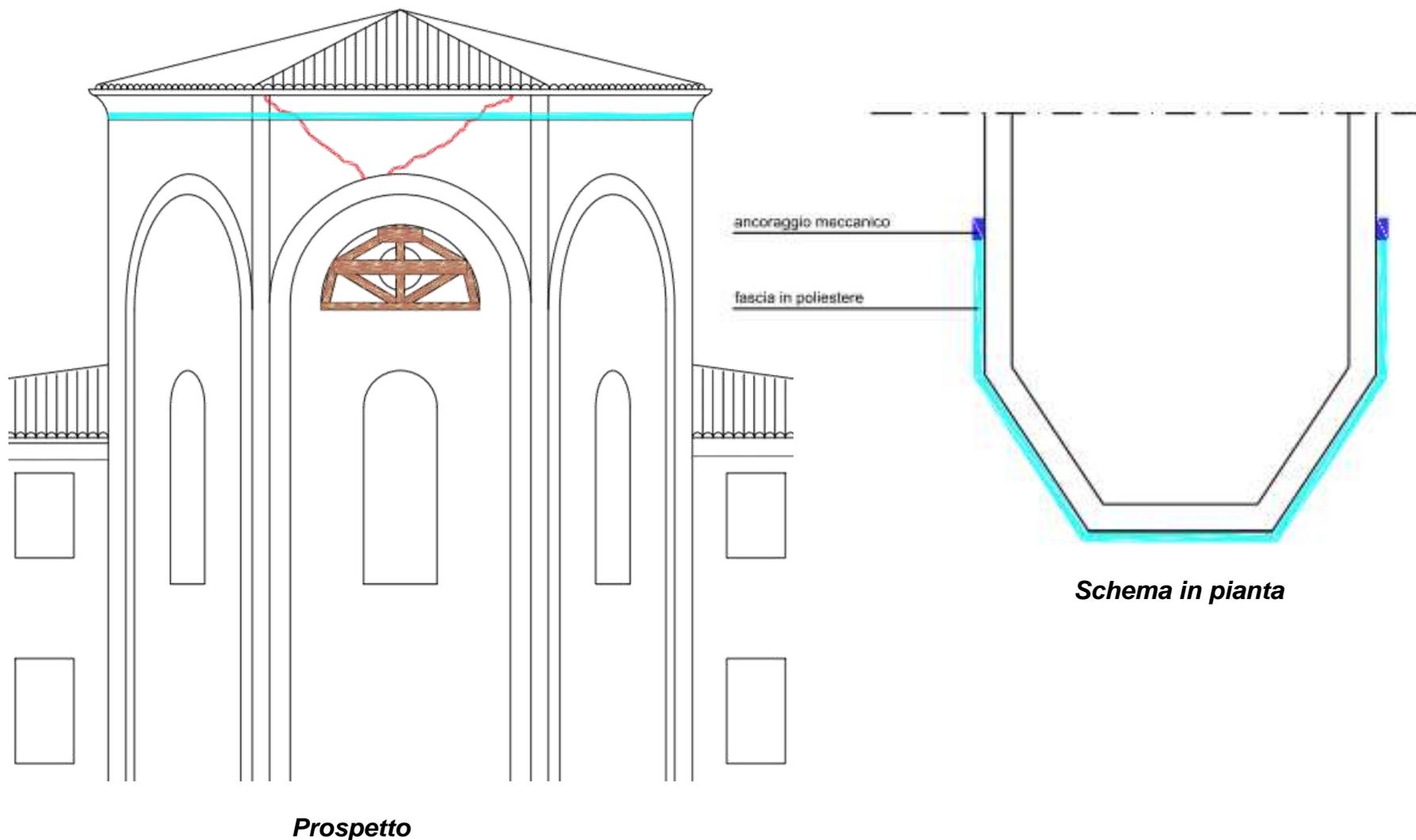
Messa in sicurezza del cantonale posteriore
Intervento di messa in sicurezza da realizzarsi con fasce in poliesteri



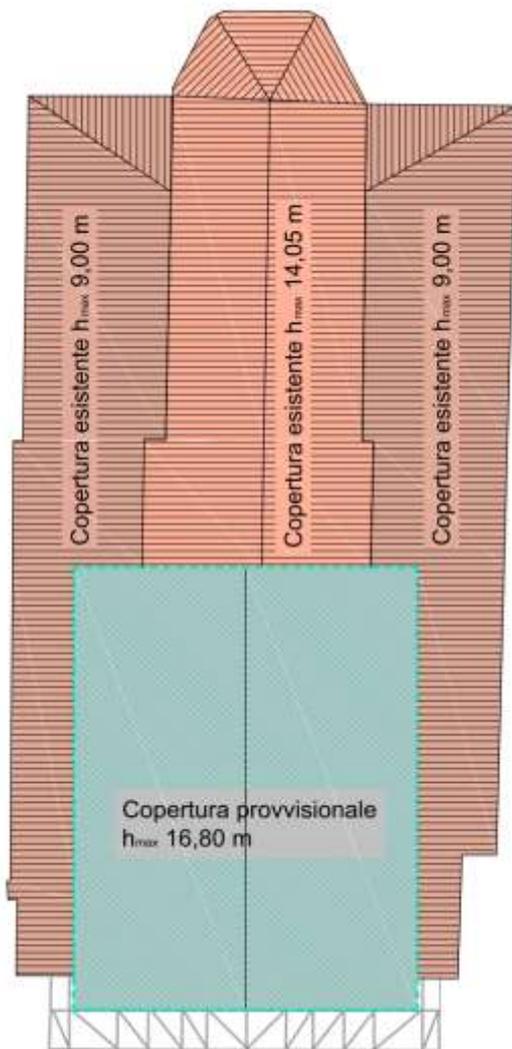
Prospetto

Pianta

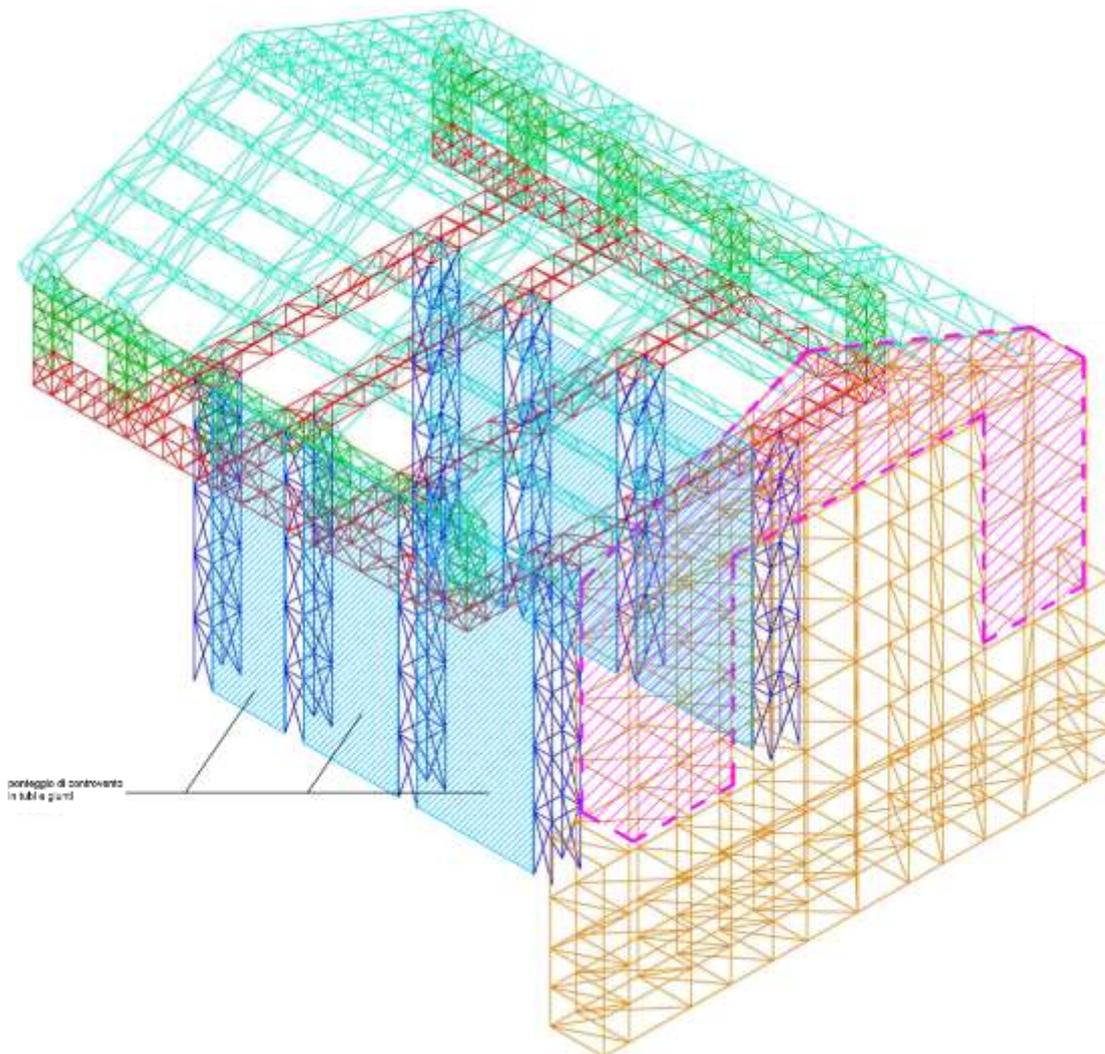
Cerchiatura sommitale dell'abside
Puntellamento della finestratura del prospetto posteriore



Copertura provvisoria

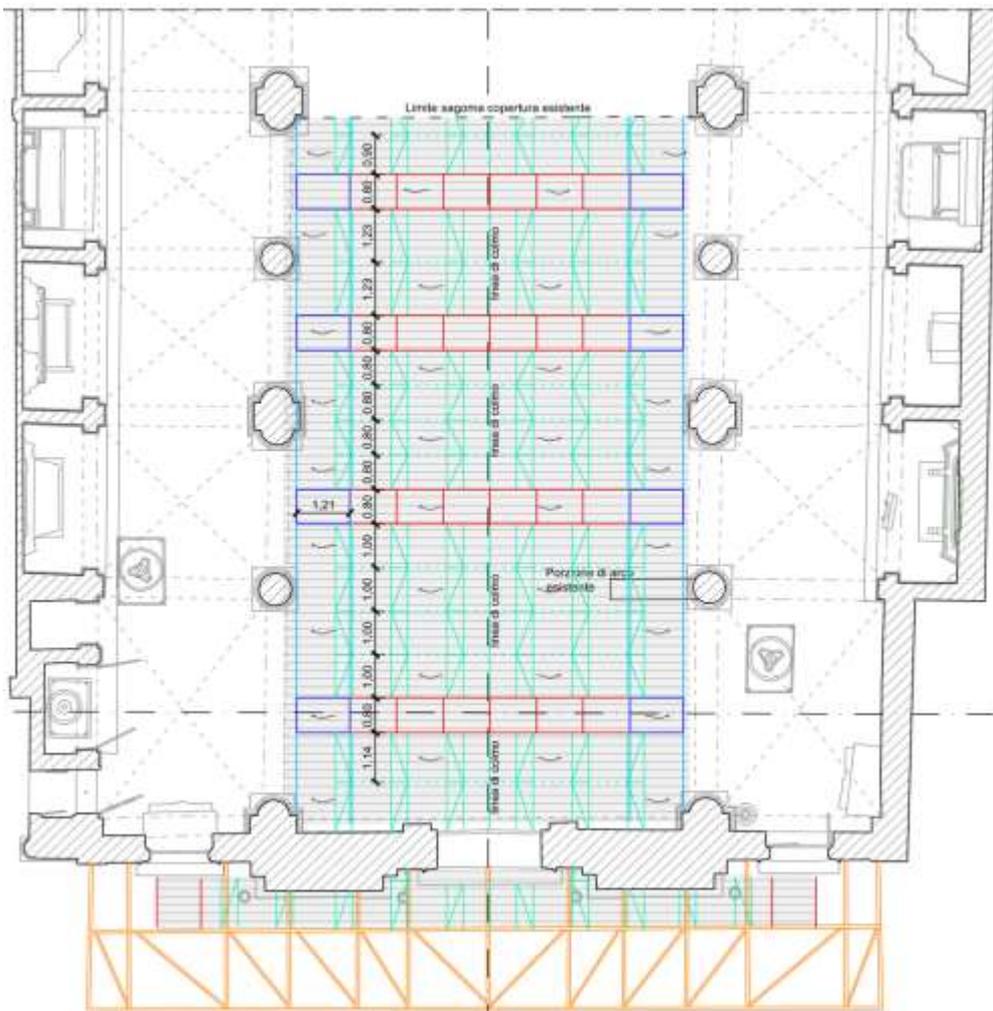


Schema in pianta

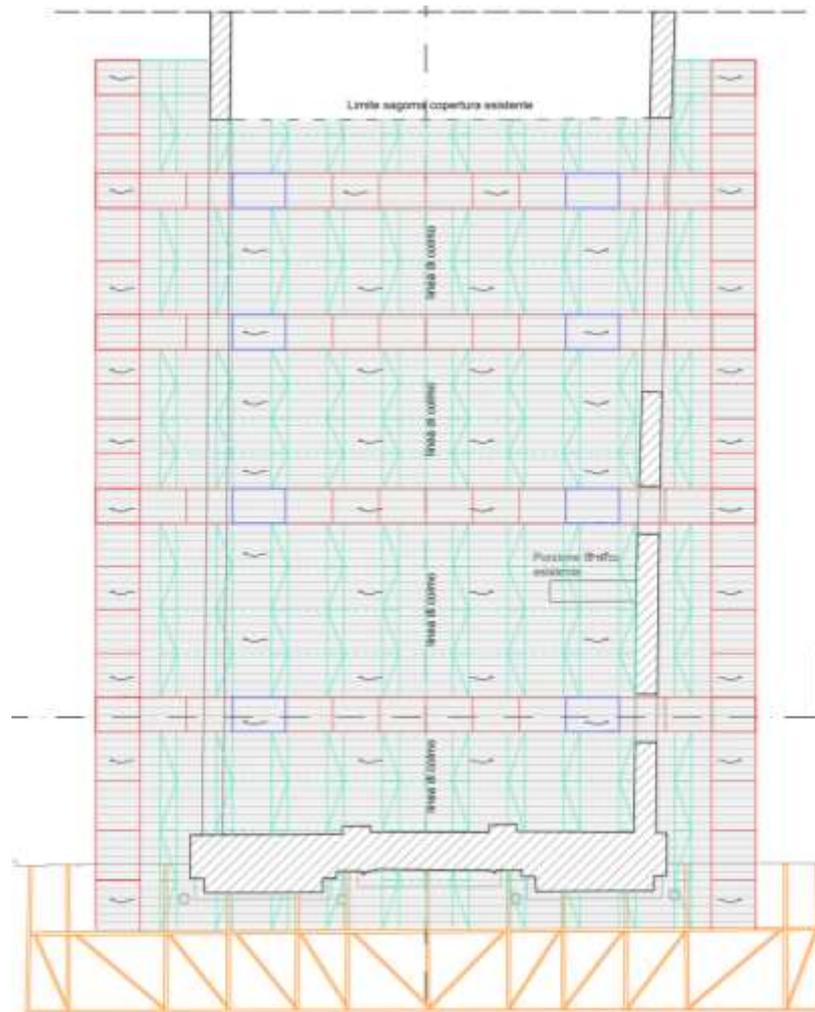


Schema in 3D

Copertura provvisoria

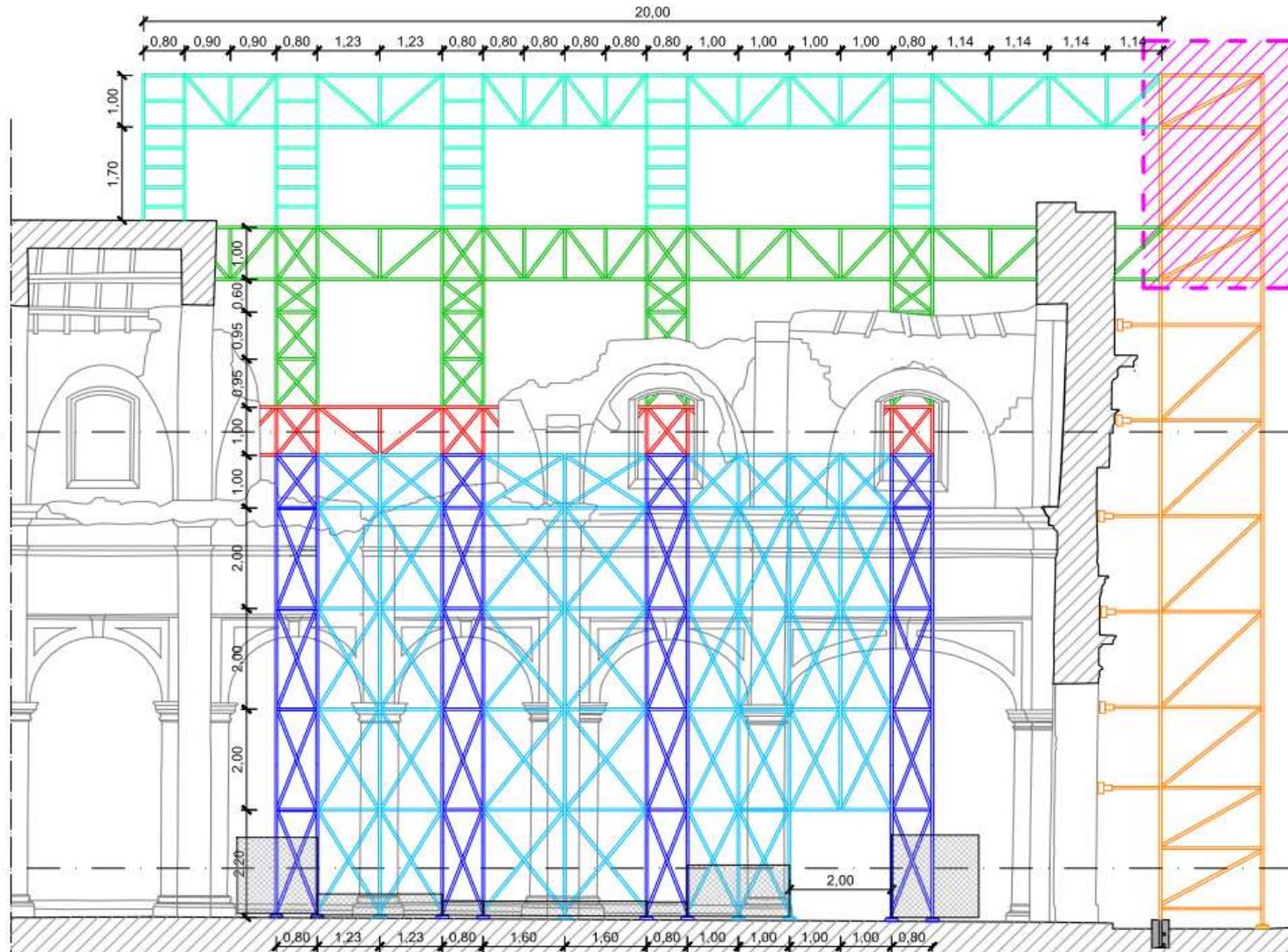


Sezione orizzontale a quota 1,0 m



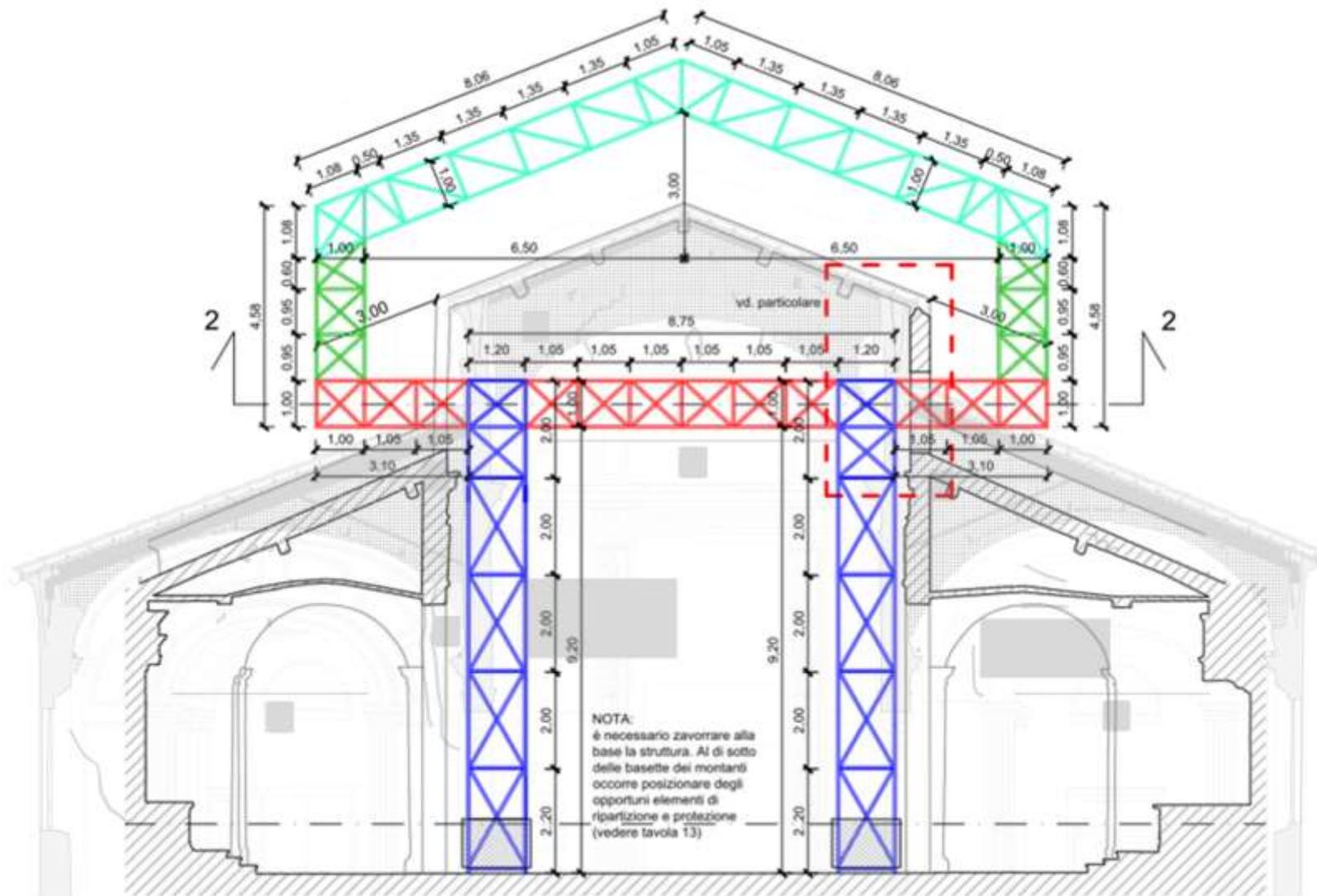
Sezione orizzontale a quota 9,5 m

Copertura provvisoria



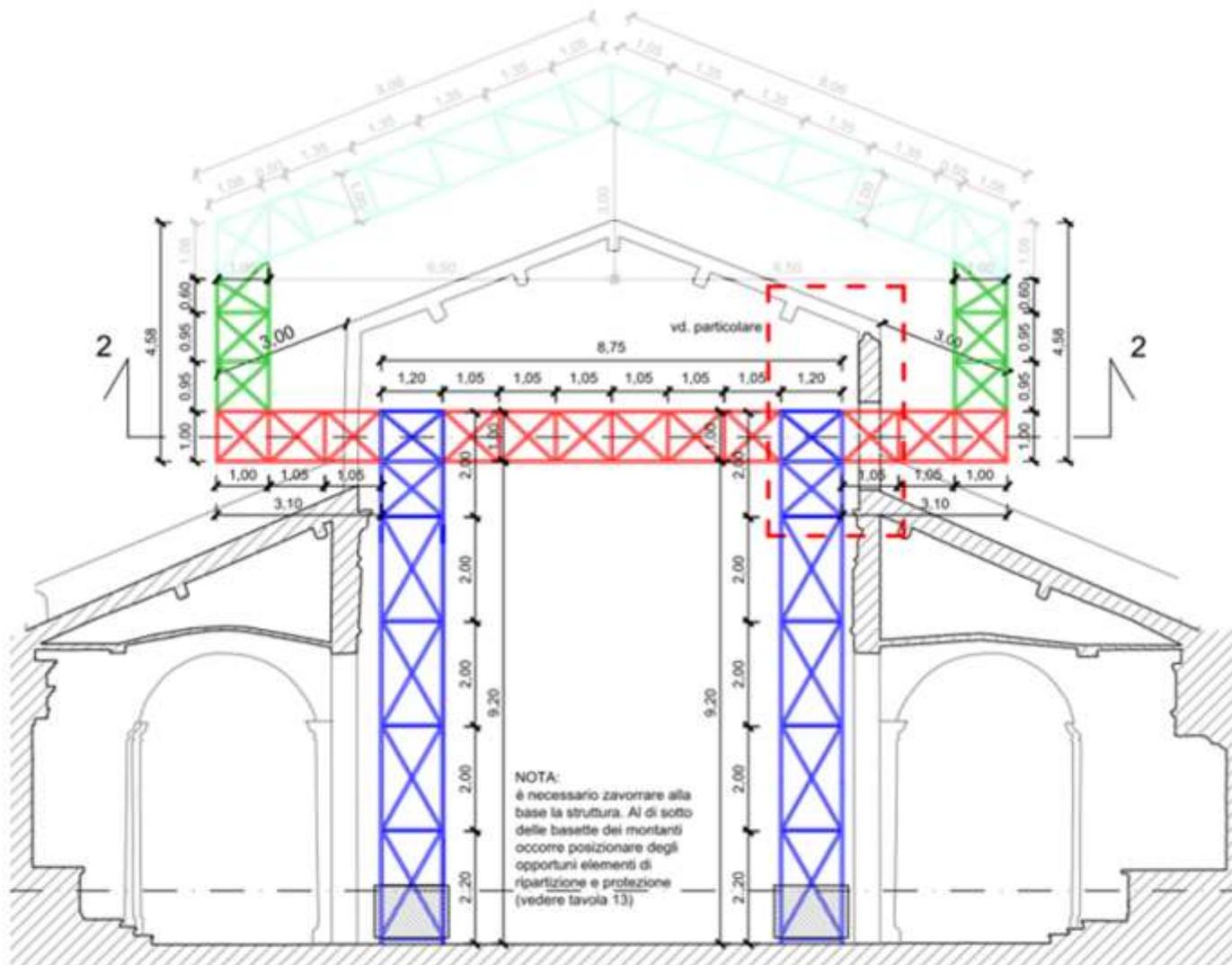
Sezione longitudinale

Copertura provvisoria



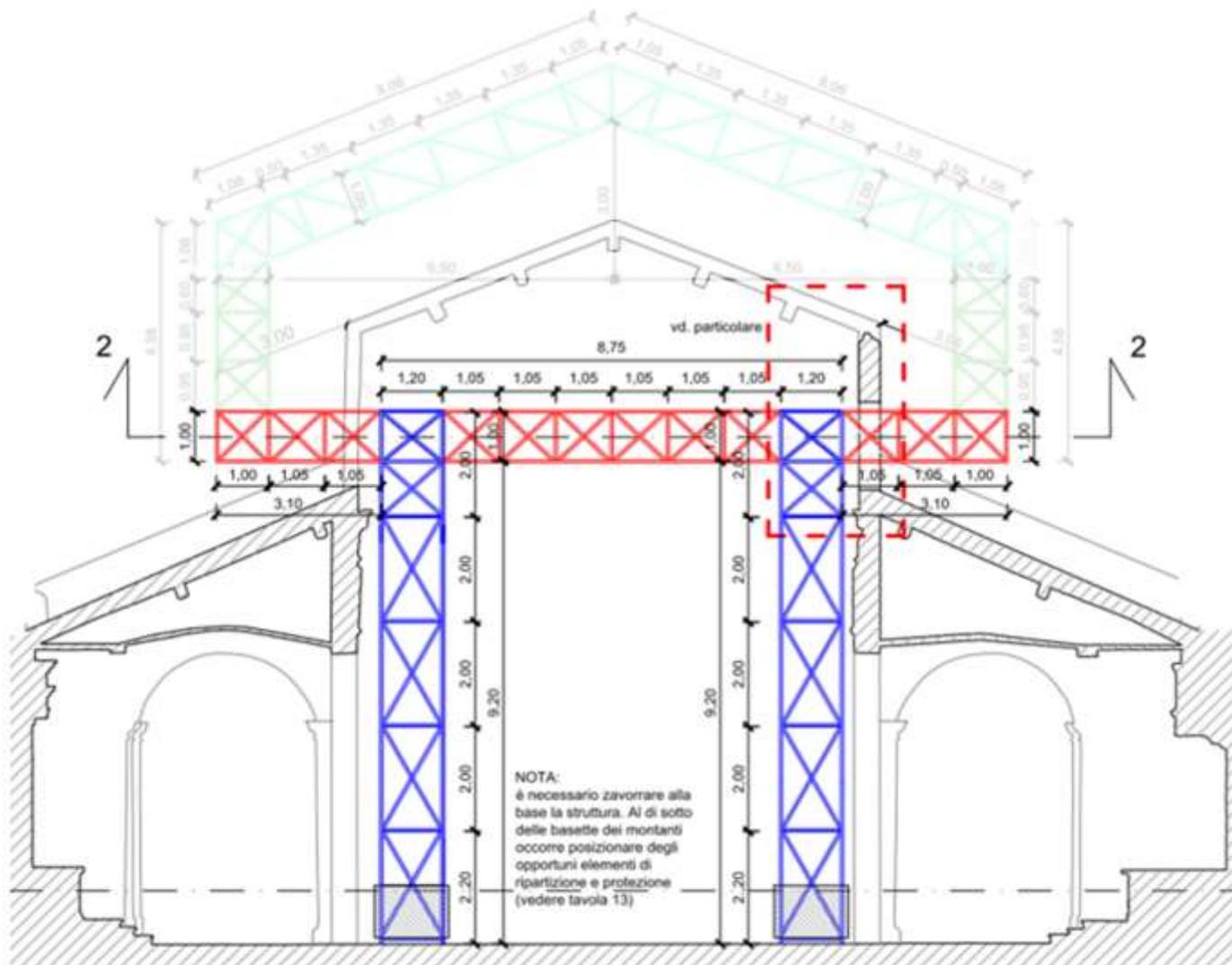
Sezione trasversale

Copertura provvisoria (futura sequenza di smontaggio)



Sezione trasversale

Copertura provvisoria (futura sequenza di smontaggio)



Sezione trasversale

Rimozione delle parti pericolanti



*Rimozione delle macerie con catalogazione
Pulizia e disinfestazione delle superfici*



Cernita degli elementi architettonici



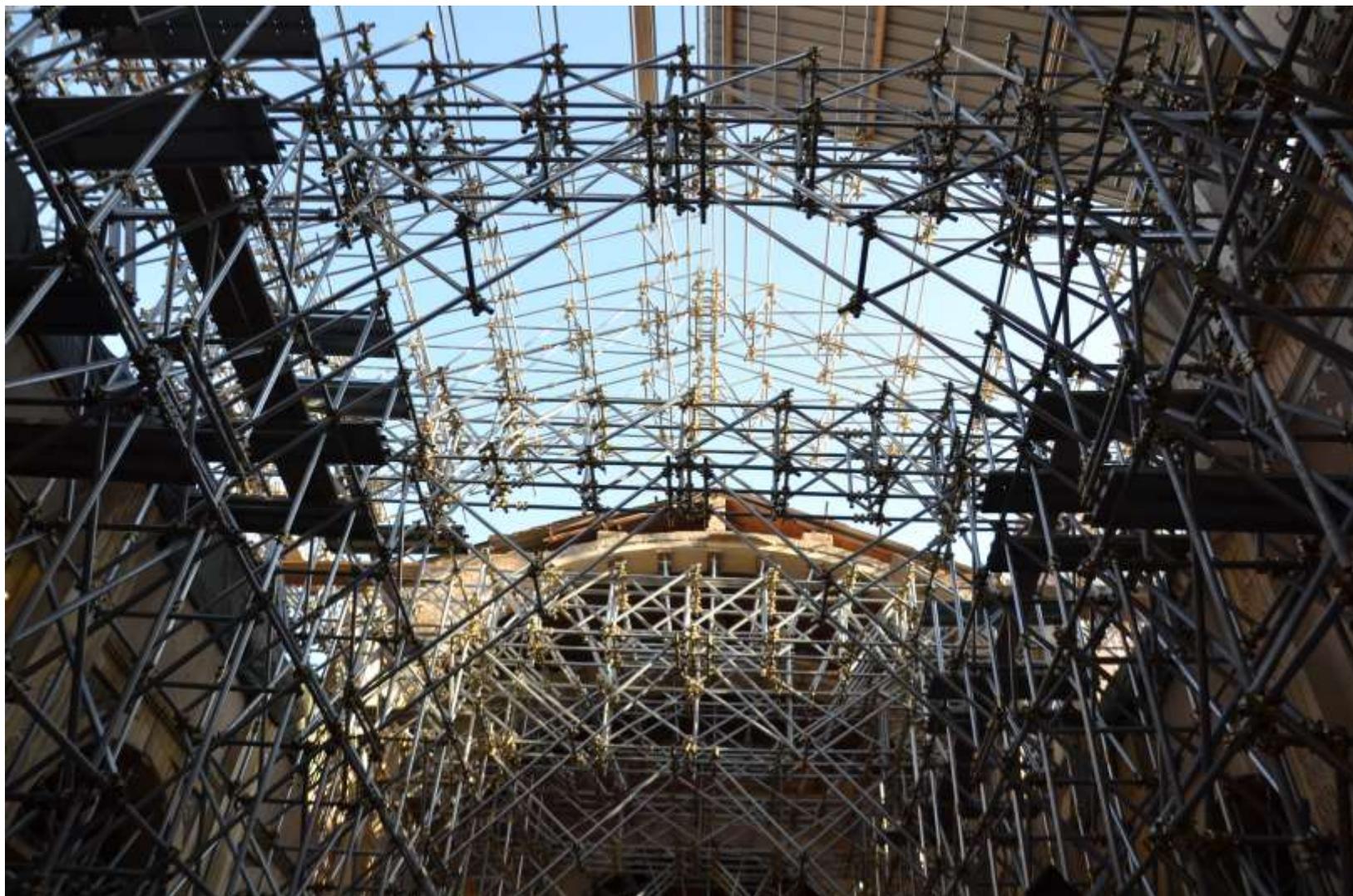
Fondazioni della copertura provvisoria



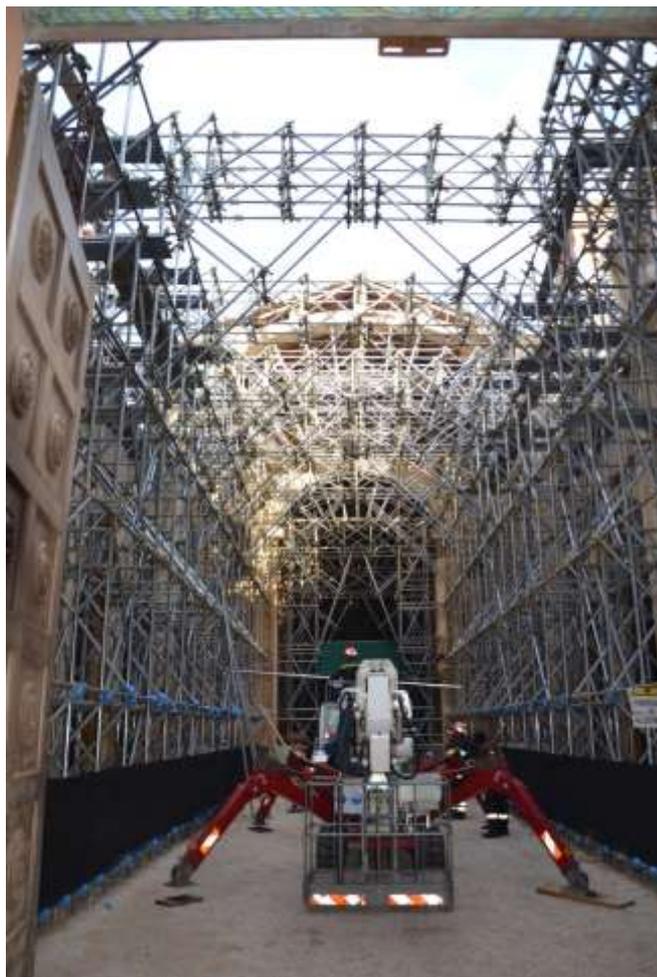
Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



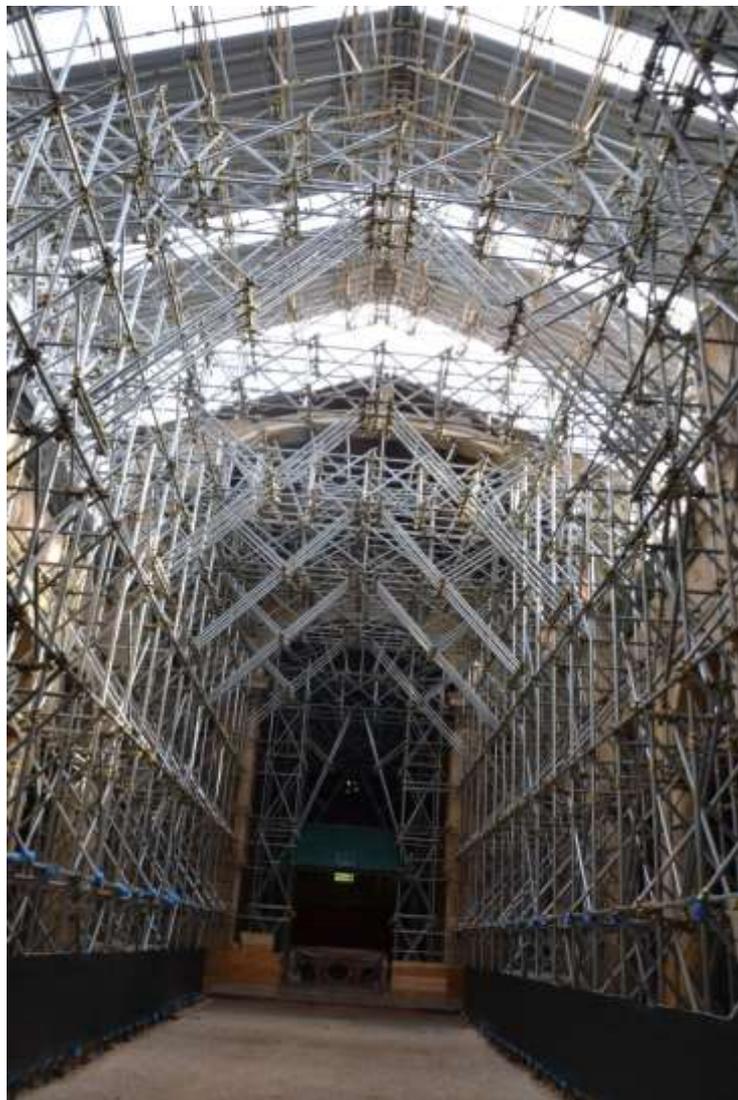
Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



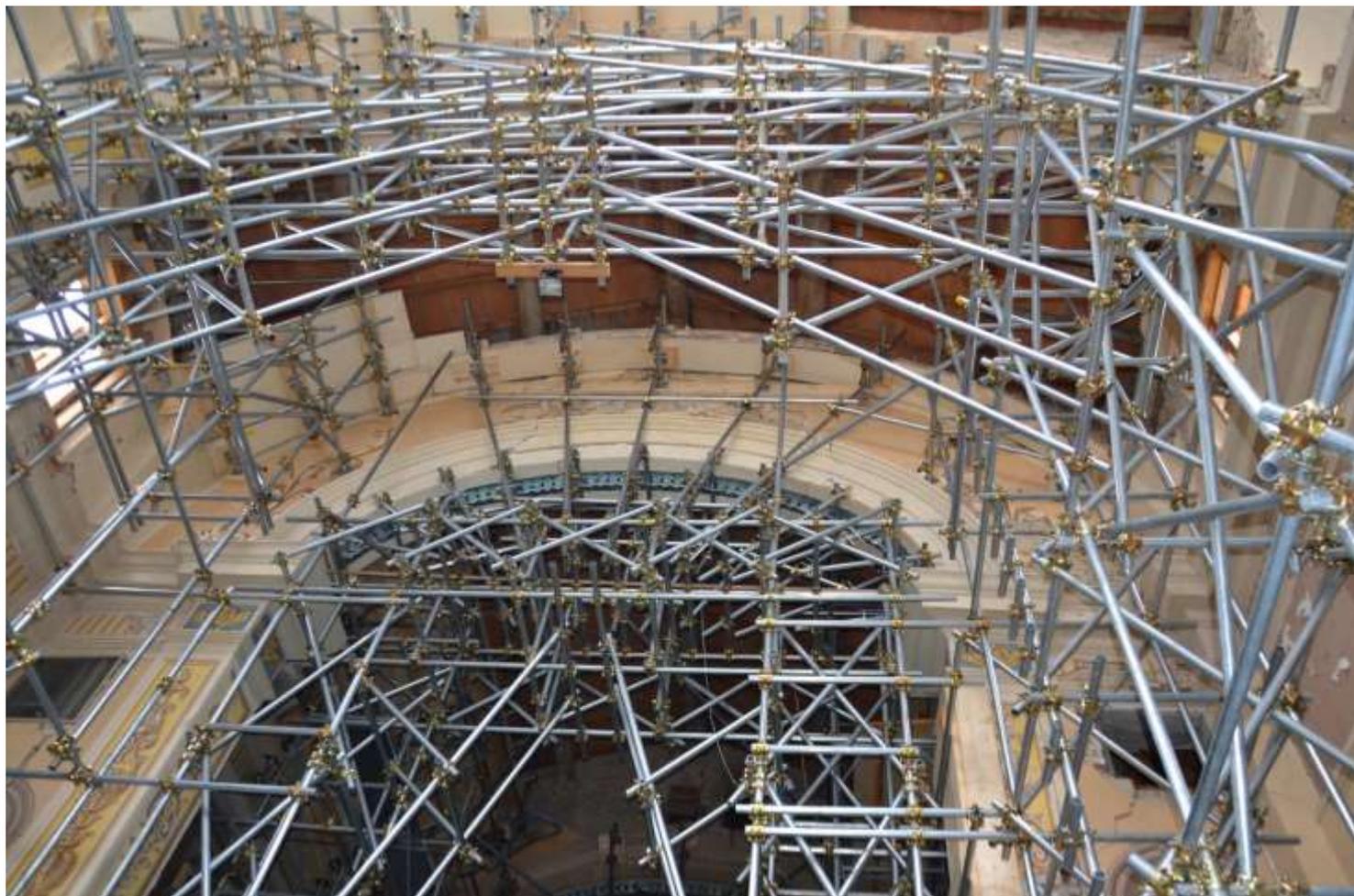
Copertura provvisoria



Copertura provvisoria



Puntellamento dell'arco



Messa in sicurezza del cantonale



Messa in sicurezza del cantonale: ancoraggio laterale



Cerchiatura sommitale dell'abside
Puntellamento della finestratura del prospetto posteriore



Puntellamento della finestratura del prospetto posteriore



Sostegno del puntone di copertura



*Intervento di messa in sicurezza da realizzarsi con elementi lignei
sez. 10 x 10 cm*



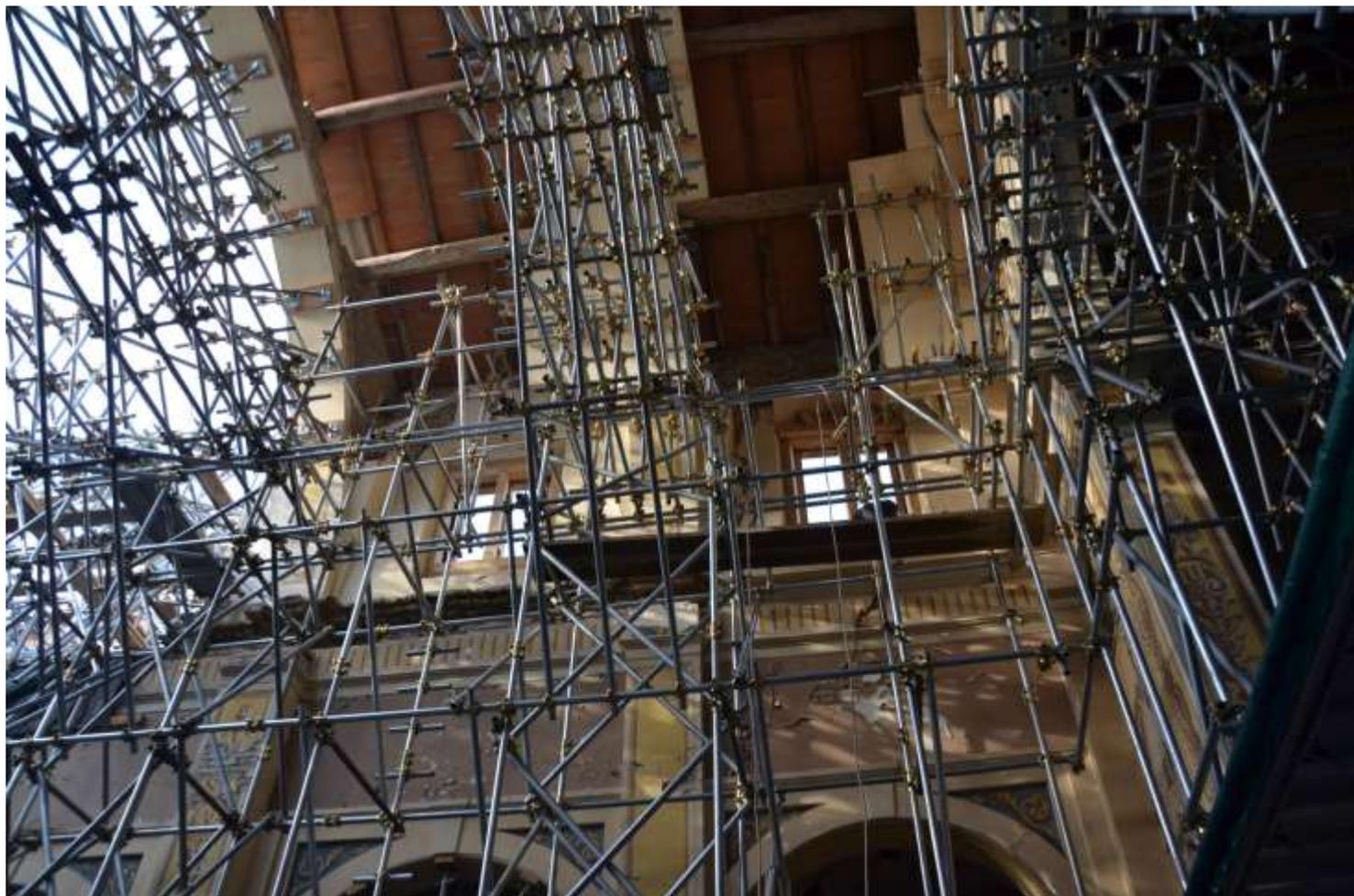
Puntellamento degli archi laterali



Puntellamento degli archi della navata centrale



Puntellamento degli archi della navata centrale



Puntellamento delle volte della navata laterali



Interventi sull'abside



Inaugurazione



Inaugurazione

