



VERONA, 1117. UNA LEZIONE ANCHE PER OGGI ?

900° anniversario del più grande
TERREMOTO dell'Italia settentrionale

LA SISMOLOGIA STORICA

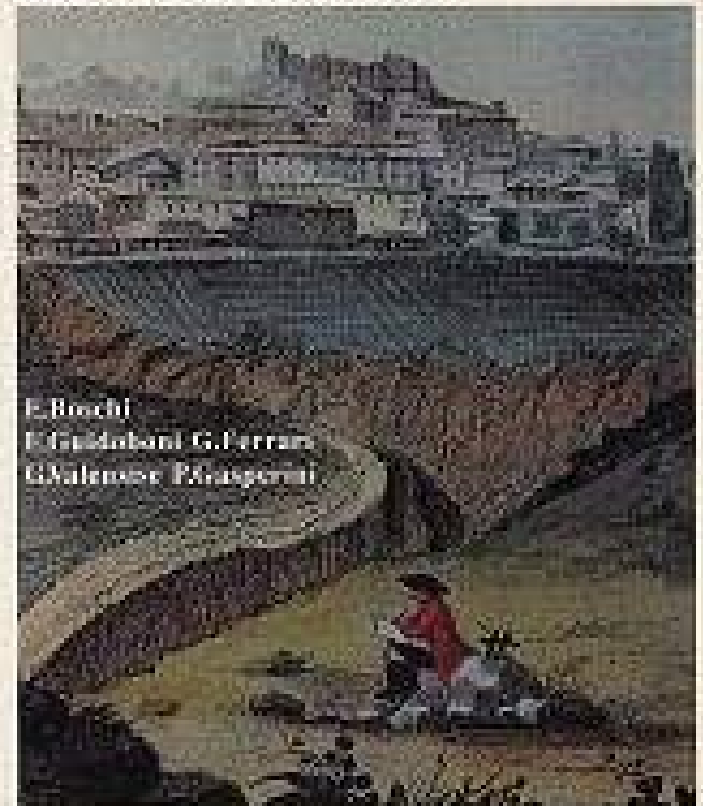
- ✗ «si occupa dei terremoti nel tempo; ossia dei singoli terremoti avvenuti per il passato; ne studia gli effetti, i documenti; li cataloga; ne raccoglie le notizie bibliografiche» (Treccani)
- ✗ Dalla distribuzione degli effetti deduce i parametri del terremoto (data, ora, localizzazione, intensità epicentrale e magnitudo)
- ✗ Interdisciplinarietà (storici, geologi, fisici): competenze umanistiche e scientifiche
- ✗ Contributi di archeosismologia e sismografia storica
- ✗ In Italia dal XV iniziano cataloghi di terremoti

LA SISMOLOGIA STORICA



Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990

2



Istituto Nazionale di Geofisica
SGA storia geofisica ambiente

LA SISMOLOGIA STORICA

✗ <https://emidius.mi.ingv.it/CPTI15-DBMI15/>

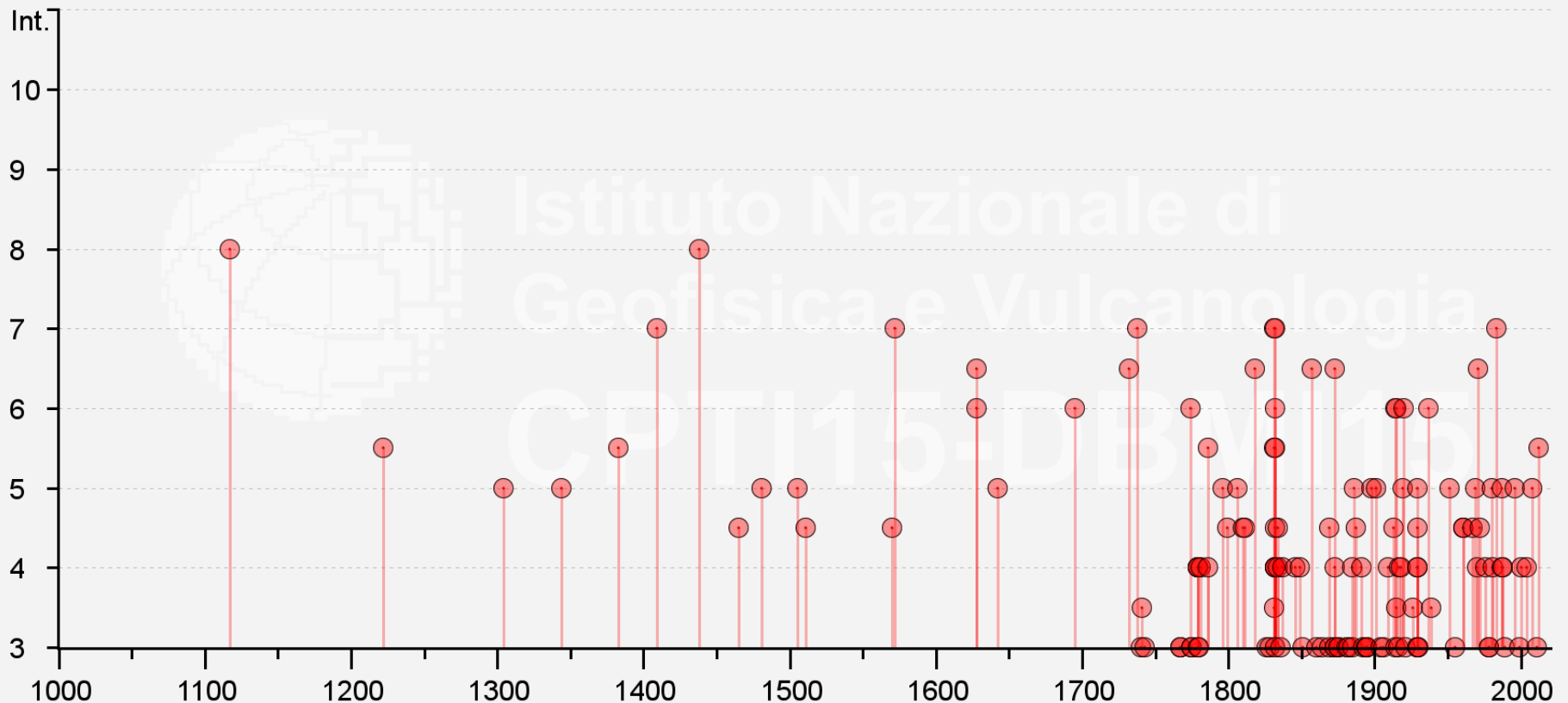
► CPTI15-DBMI15 homepage

1117 gennaio 03 15:15
Veronese

EqID 11170103_1515_000

	Rif	Lat	Lon	Io	Mw	ErMw	Profond.
★ CPTI15	CETI4med	45.267	11.015 MM	9	6.52 ± 0.10	Mdm	

Parma (PR)



L'UTILITA' DI GUARDARE AL PASSATO

- ✖ Per la definizione della pericolosità sismica
- ✖ Per studiare la vulnerabilità degli edifici
- ✖ Per capire la storia



EQUAZIONE DEL RISCHIO UNESCO (1984)

✕ $R = H \times V \times E$

Pericolosità (H) = probabilità che un fenomeno potenzialmente dannoso si verifichi;

Vulnerabilità (V) = grado di perdita atteso derivante da un fenomeno distruttivo;

Elementi a rischio (E) = popolazione, proprietà, attività economiche a rischio;

Rischio totale (R) = grado delle perdite attese in termini di vite umane, feriti, danni alla proprietà e alle infrastrutture, danni diretti e indiretti all'economia a causa di una determinata pericolosità.



LA PERICOLOSITA' SISMICA



Classificazione 1909

(terremoto Messina 1908:
72000 morti)

LA PERICOLOSITA' SISMICA



Classificazione 1927

Terremoto Avezzano 1915: 33000 morti

Terremoto Mugello 1919: 100 morti

Terremoto Garfagnana 1920: 171 morti

LA PERICOLOSITA' SISMICA



Classificazione 1935

LA PERICOLOSITA' SISMICA



Classificazione 1962

LA PERICOLOSITA' SISMICA

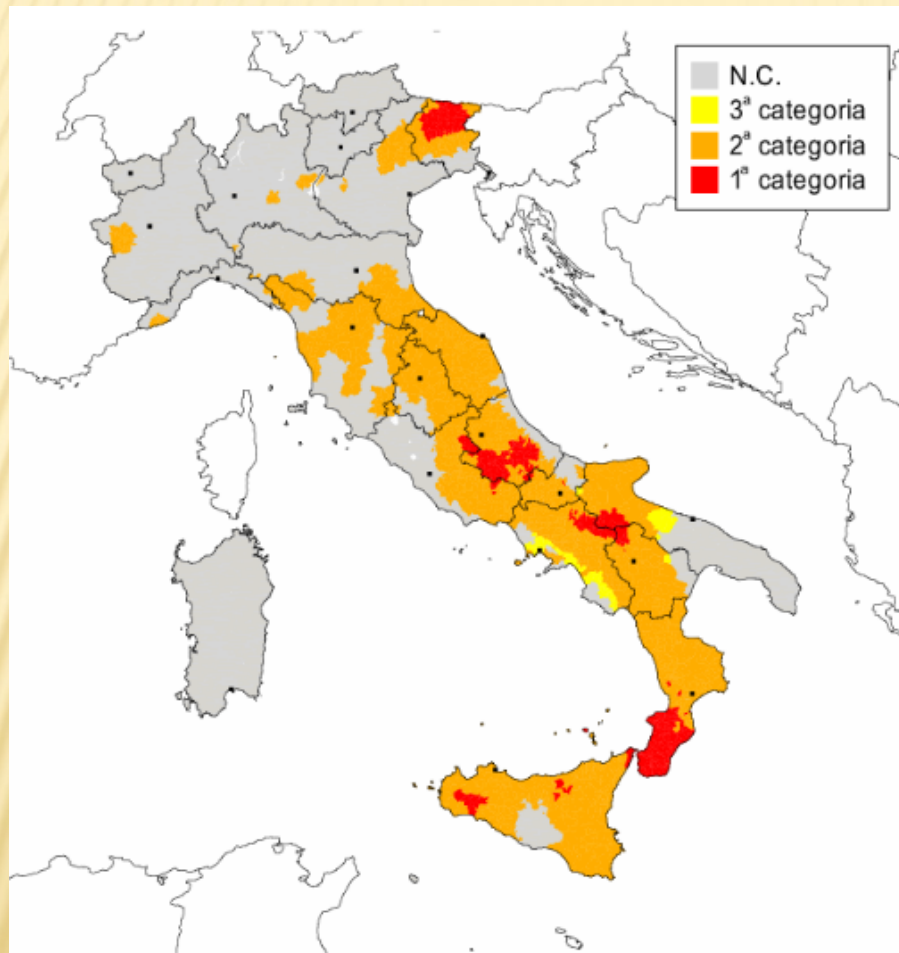


Classificazione 1975

Terremoto del Belice 1968:
400 morti

Legge 64 del 1974 per le
costruzioni in zone
sismiche

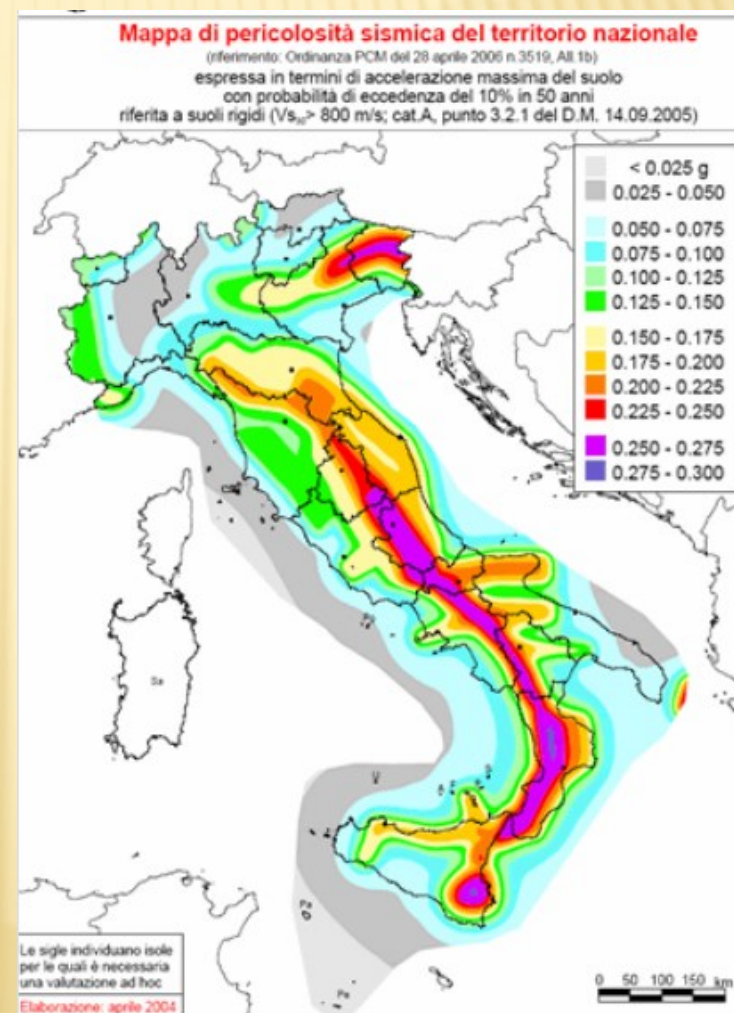
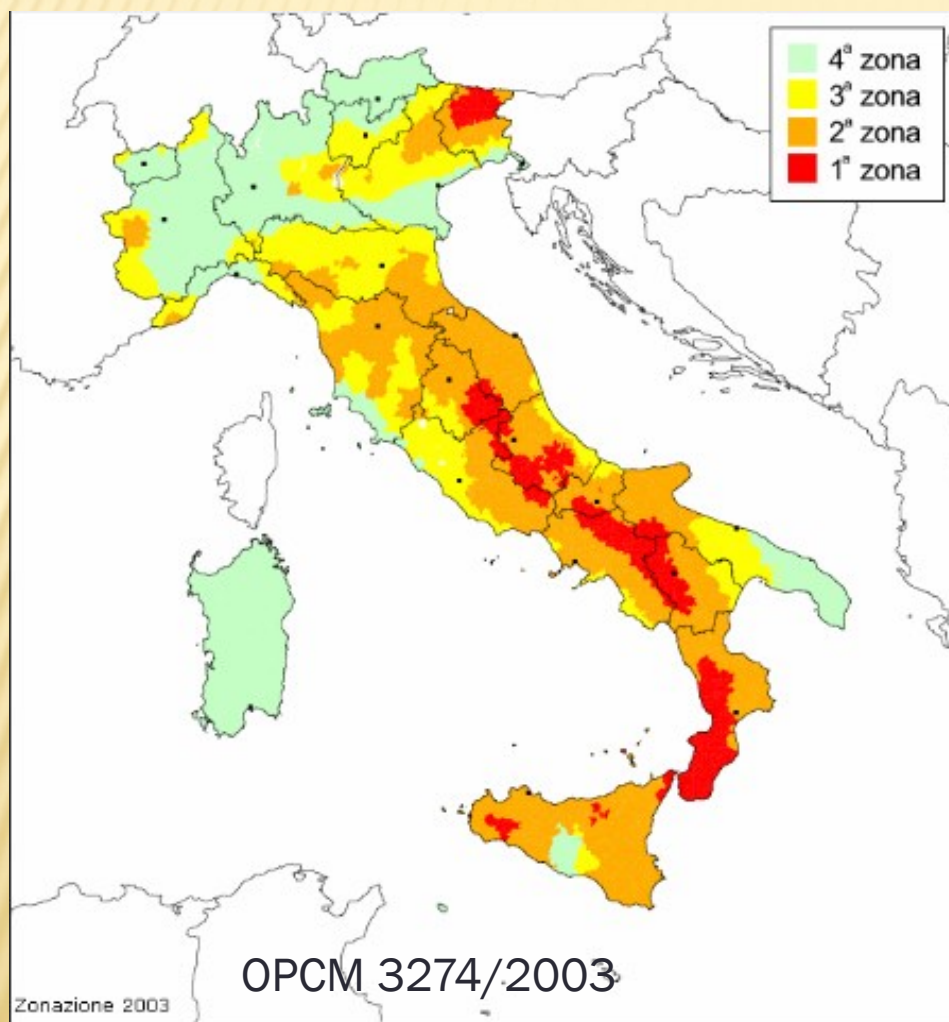
LA PERICOLOSITA' SISMICA



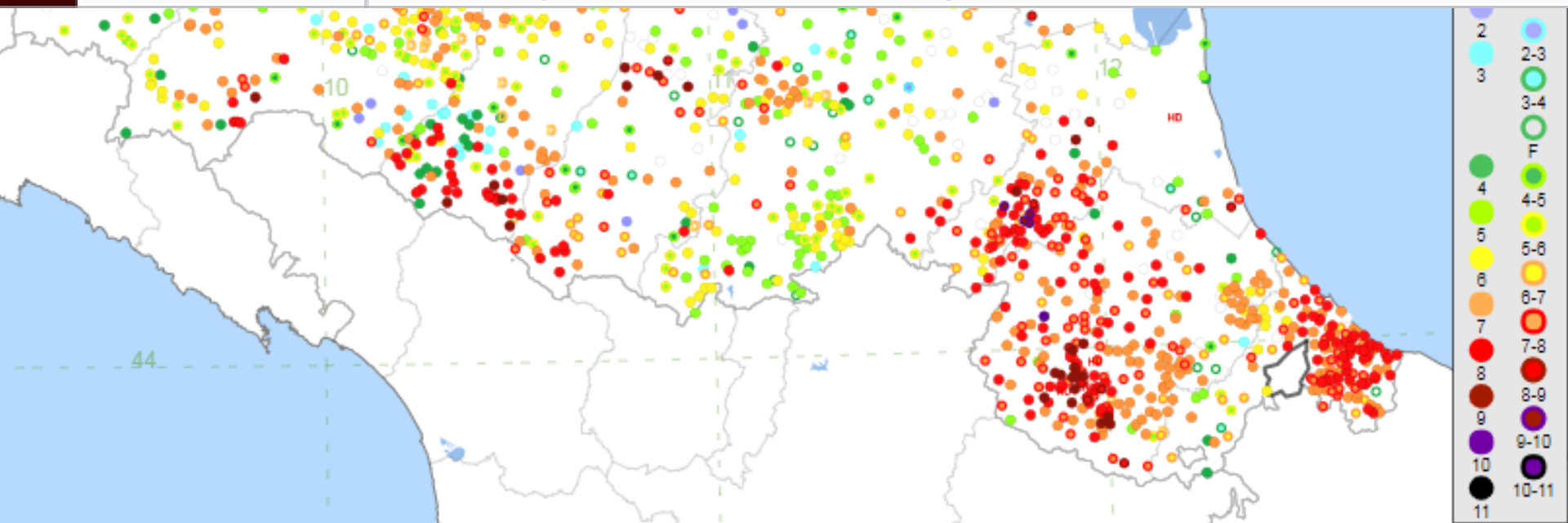
...Classificazione 1984

Terremoto del Friuli 1976:
978 morti
Eventi sismici di rilievo:
Terremoto Irpinia 1980:
2914 morti

LA PERICOLOSITA' SISMICA



Grado	Scossa	Descrizione
I	impercettibile	Avvertita solo dagli strumenti sismici.
II	molto leggera	Avvertita solo da qualche persona in opportune condizioni.
III	leggera	Avvertita da poche persone. Oscillano oggetti appesi con vibrazioni simili a quelle del passaggio di un'automobile.
IV	moderata	Avvertita da molte persone; tremito di infissi e cristalli, e leggere oscillazioni di oggetti appesi.
V	piuttosto forte	Avvertita anche da persone addormentate; caduta di oggetti.
VI	forte	Qualche leggera lesione negli edifici e finestre in frantumi.
VII	molto forte	Caduta di fumaioi, lesioni negli edifici.
VIII	rovinosa	Rovina parziale di qualche edificio; qualche vittima isolata.
IX	distruttiva	Rovina totale di alcuni edifici e gravi lesioni in molti altri; vittime umane sparse ma non numerose.
X	completamente distruttiva	Rovina di molti edifici; molte vittime umane; crepacci nel suolo.
XI	catastrofica	Distruzione di agglomerati urbani; moltissime vittime; crepacci e frane nel suolo; maremoto.
XII	apocalittica	Distruzione di ogni manufatto; pochi superstiti; sconvolgimento del suolo; maremoto distruttivo.

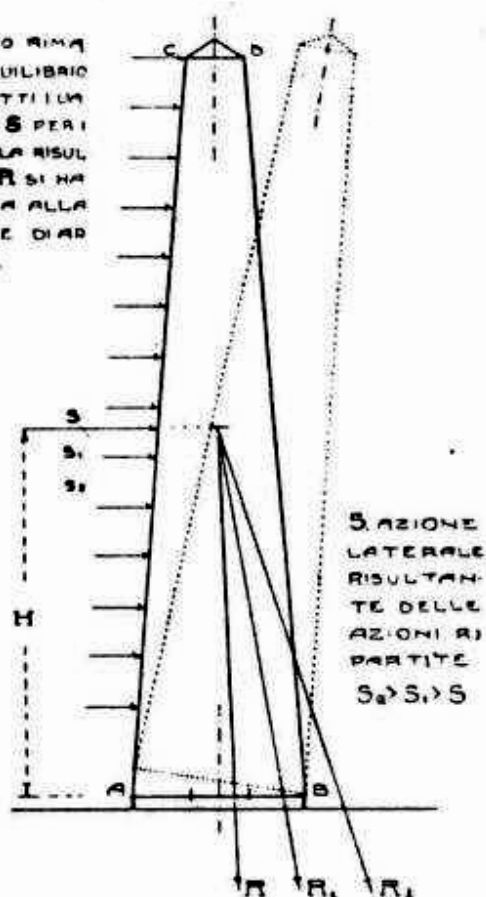


LA VULNERABILITA' SISMICA

SISTEMI STATICI ELEMENTARI

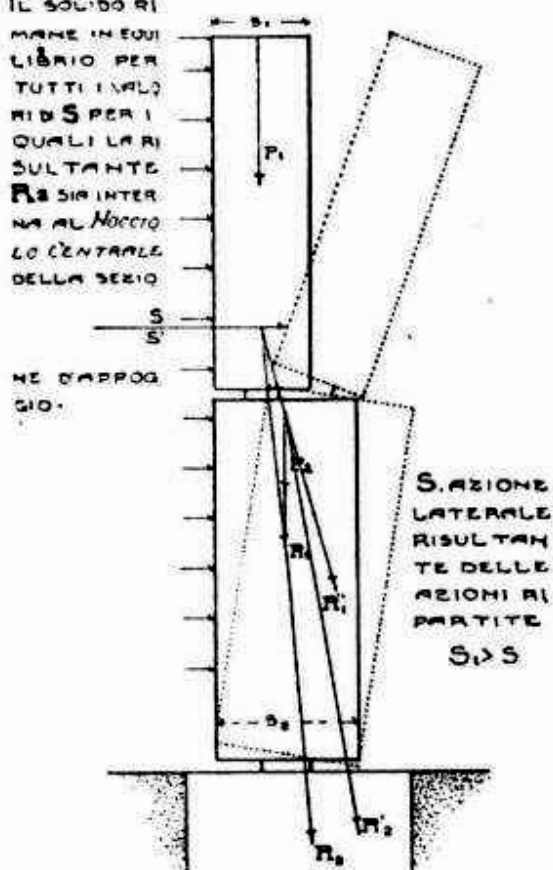
MONOLITE VERTICALE APPOGGIATO

IL SOLIDO RIMANE IN EQUILIBRIO PER TUTTI I VALORI DI S PER I QUALI LA RISULTANTE R SI HA INTERNA ALLA SEZIONE DI APPOGGIO.



SOLIDO MURALE APPOGGIATO

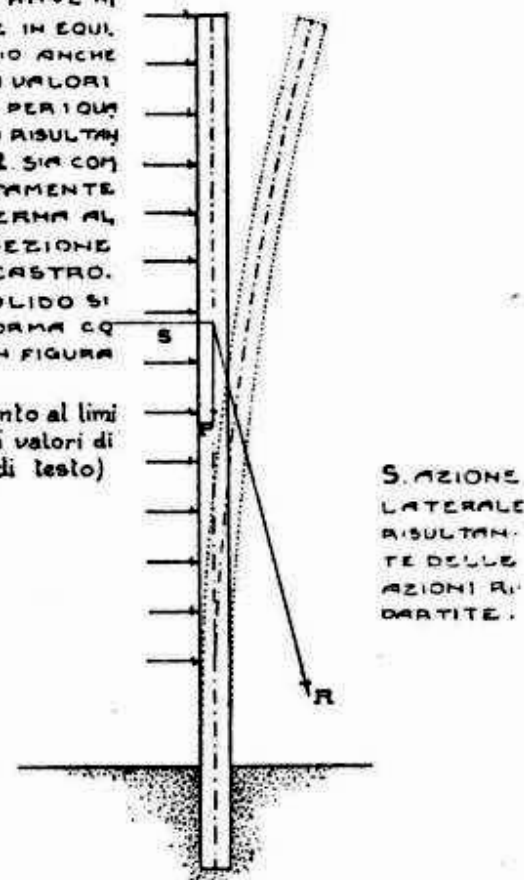
IL SOLIDO RIMANE IN EQUILIBRIO PER TUTTI I VALORI DI S PER I QUALI LA RISULTANTE R SI HA INTERNA AL NOCCO LO CENTRALE DELLA SEZIONE DI APPOGGIO.



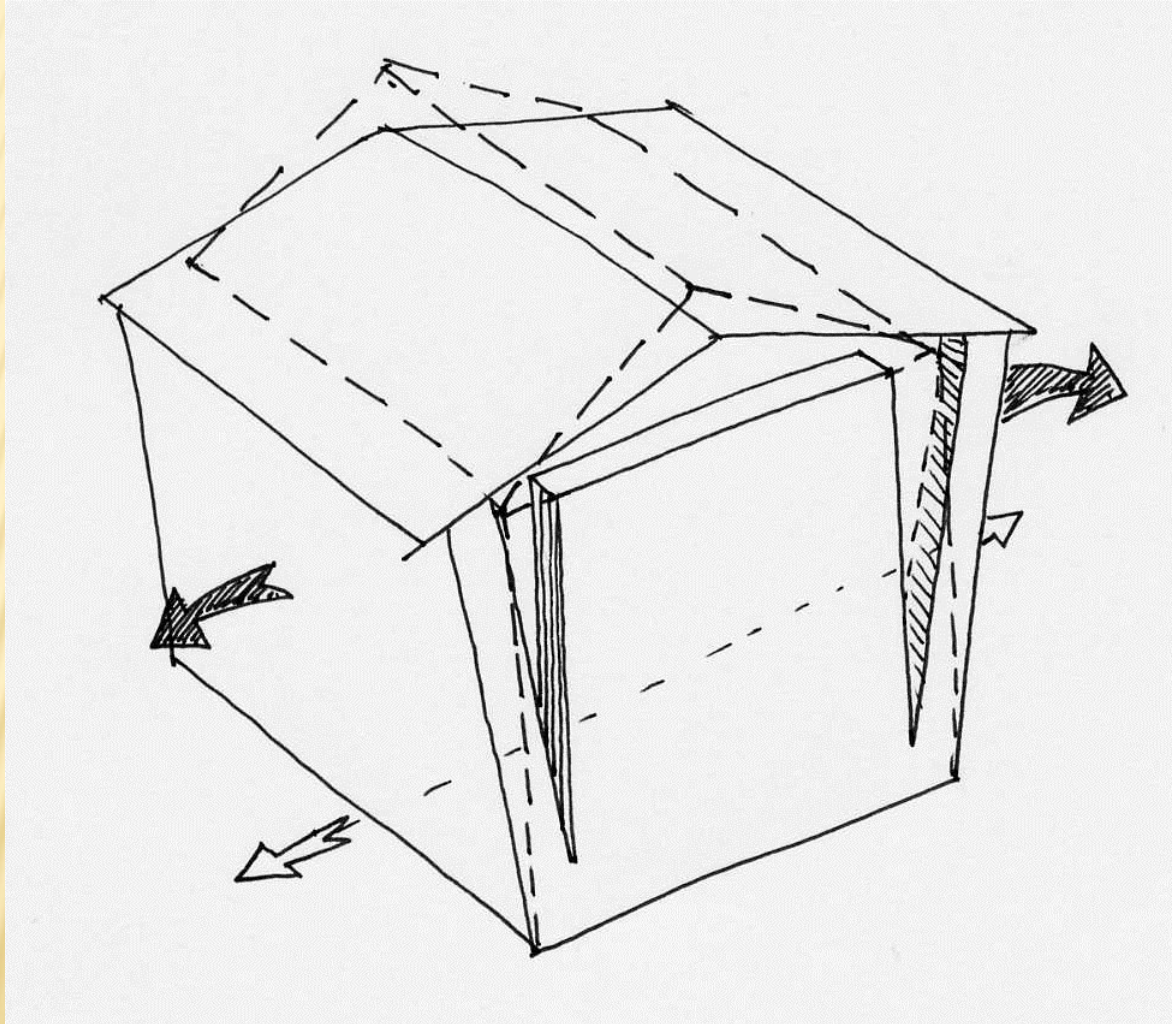
TRAVE ELASTICA VERTICALE INCASTRATA

LA TRAVE RIMANE IN EQUILIBRIO ANCHE PER I VALORI DI S PER I QUALI LA RISULTANTE R SI HA COMPLETAMENTE ESTERNA ALLA SEZIONE D'INCASTRO. IL SOLIDO SI DEFORMA COME IN FIGURA

(Quanto al limite dei valori di S vedi testo)



- MODO «1»: MECCANISMI LOCALI



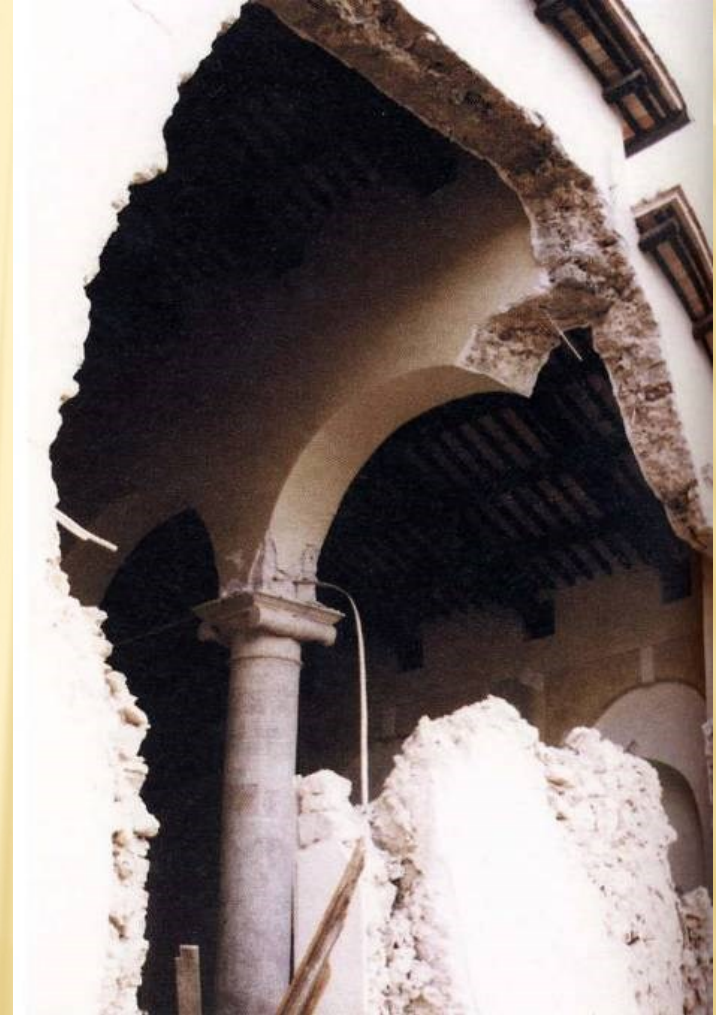
Carenze nei collegamenti tra solai e pareti,



Carenze nei collegamenti tra pareti (costruite in epoche diverse)



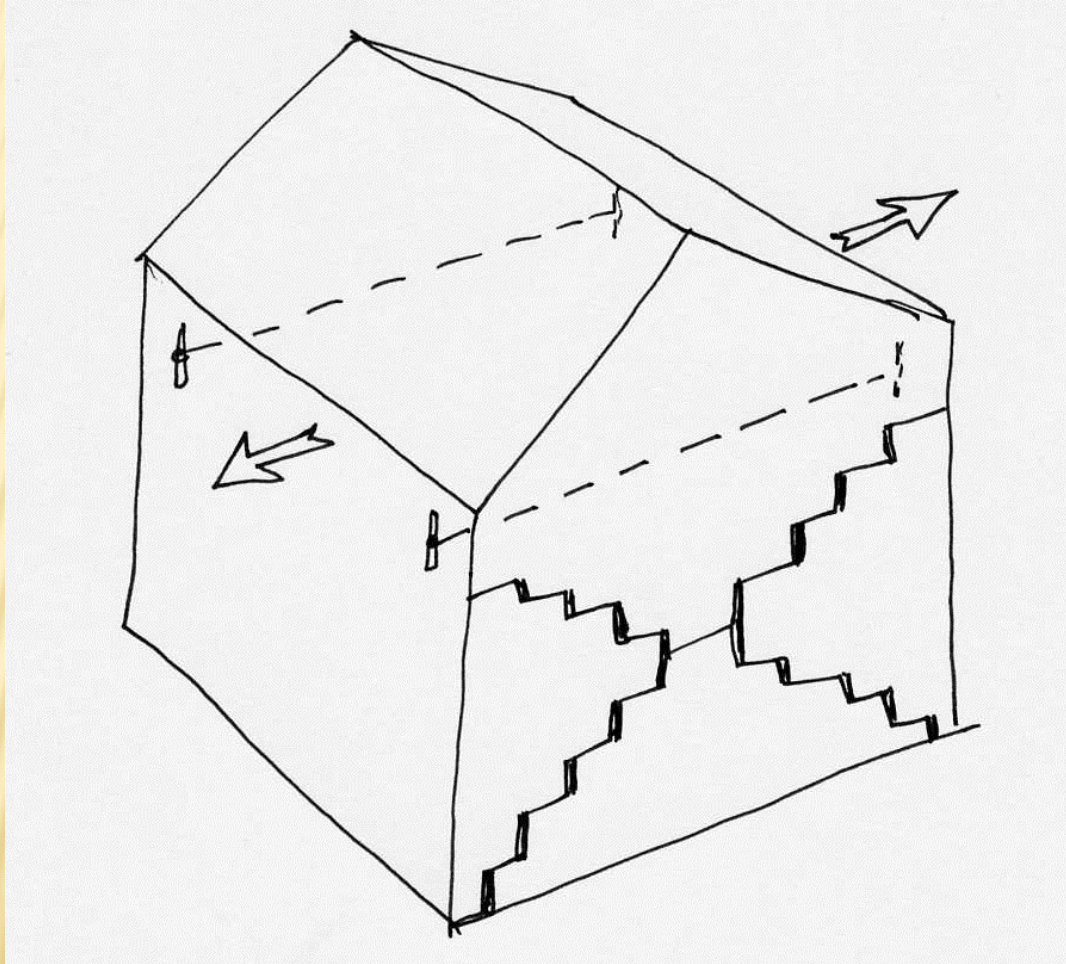
Collegamenti inadeguati



Carenze nei
collegamenti in
copertura



- **MODO «2»: MECCANISMI GLOBALI**





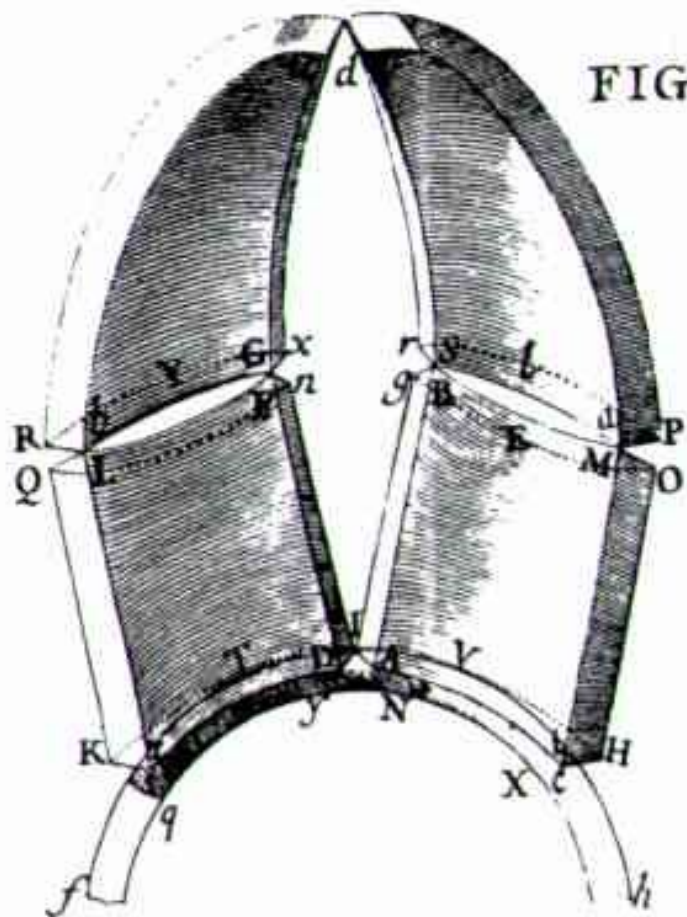
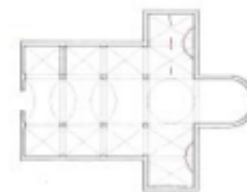


FIG. XXII.

11 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRANSETTO



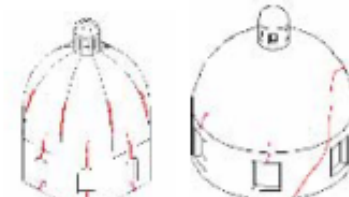
12 - VOLTE DEL TRANSETTO



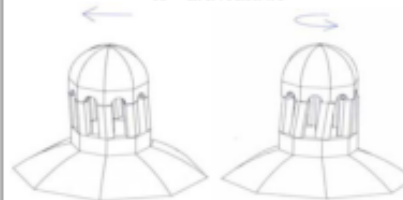
13 - ARCHI TRIONFALI



14 - CUPOLA - TAMBURO / TIBURIO



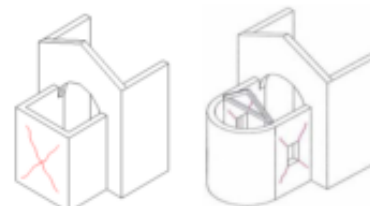
15 - LANTERNA



16 - RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE



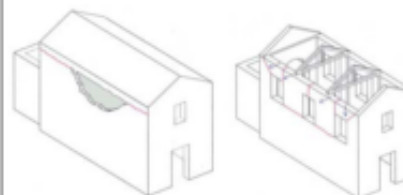
17 - MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE



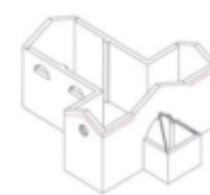
18 - VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE



19 - ELEMENTI DI COPERTURA: AULA

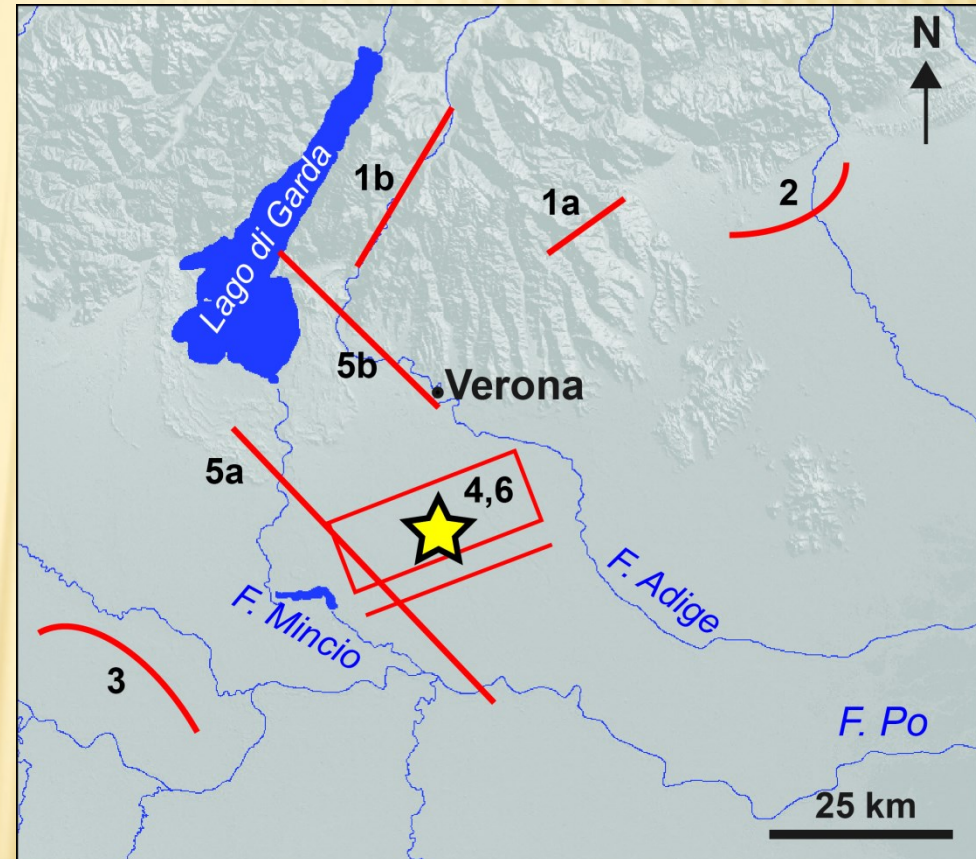


20 - ELEMENTI DI COPERTURA: TRANSETTO



VERONA, 3 GENNAIO 1117

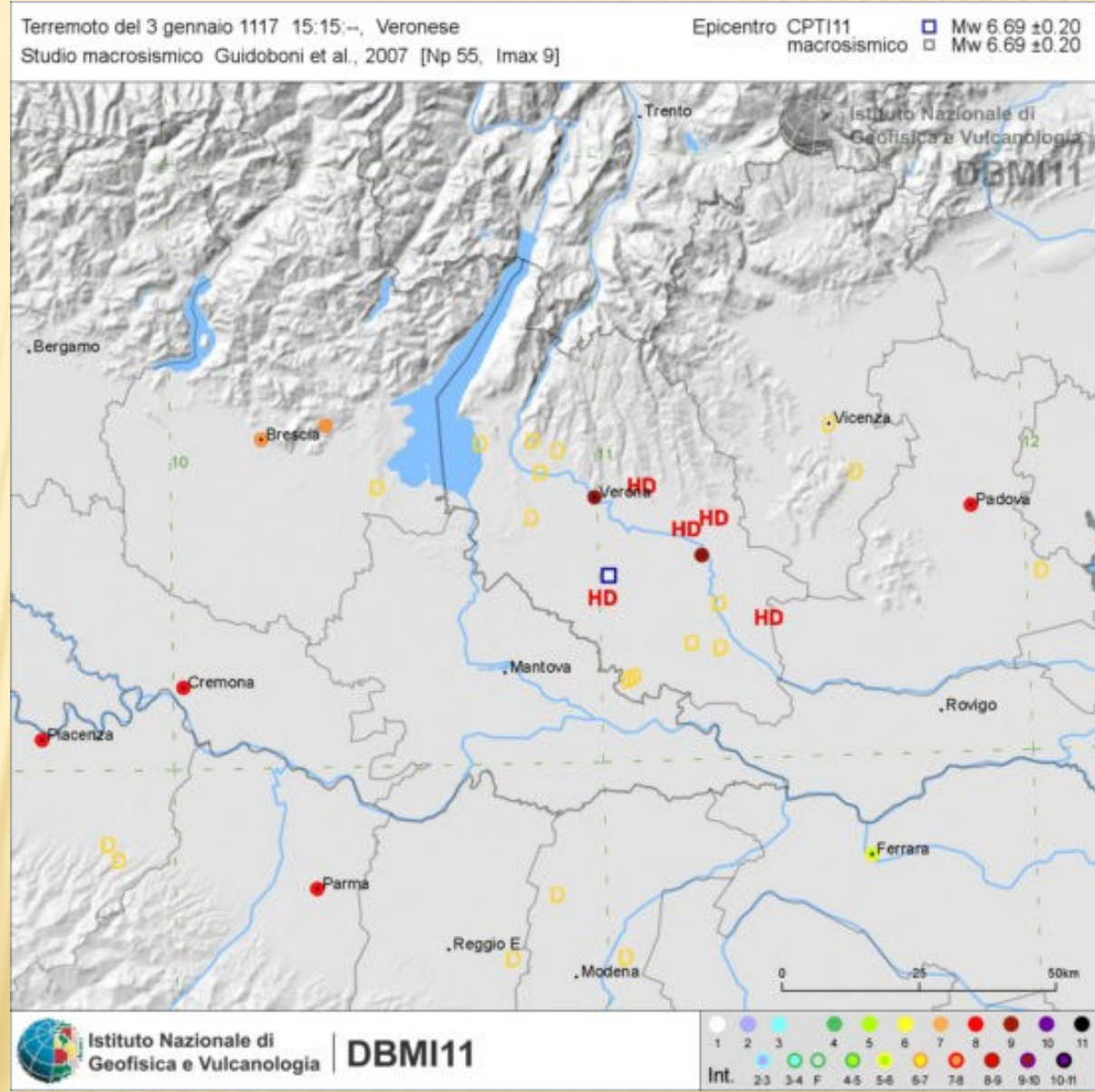
- ✗ Epicentro Isola della Scala (VR)
- ✗ Magnitudo stimata 6,5-6,9 scala Richter
- ✗ Intensità macrosismica all'epicentro: 9
- ✗ 30000 morti stimati
- ✗ 40 giorni di scosse



Sorgenti sismiche responsabili del terremoto Veronese del 3 gennaio 1117 proposte nella letteratura scientifica nel corso degli anni. In giallo l'epicentro macrosismico dell'evento (Guidoboni et al, 2007; Rovida et al., 2016).

VERONA, 3 GENNAIO 1117

- ✘ Avvertito da Monte Cassino al sud della Germania: 72 fonti memorialistiche coeve (60 annali monastici e 12 cronache cittadine) più tre dozzine di atti processuali, libri di conti, epigrafi



VERONA, 3 GENNAIO 1117

- ✖ «durante la festa stessa della natività del Signore il 3 gennaio all'ora del vespro, mentre tanti sprezzavano oltremodo il giudizio divino, la terra fu scossa e tremò per l'ira tremenda del furore divino, tanto che non si è trovato nessuno sulla terra che dichiarò di aver mai sentito un terremoto tanto grande.»
- ✖ «Fu il terremoto assai terribile. Per cui crollarono molte chiese coi campanili, e innumerevoli case e torri e castelli e moltissimi edifici, sia antichi che nuovi; per il quale anche i monti con le rupi crollarono e devastarono e in molti luoghi la terra si aprì ed emanava acque solfuree...»
- ✖ «nelle chiese furono scosse le immagini del Signore e molte cose pendenti in esse» (Colonia)

GLI EFFETTI PRINCIPALI: VERONA

«Verona città d'Italia nobilissima, scrollati gli edifici, sepolti anche molti uomini, crollò»: Cadde la cinta esterna dell'Arena, vennero distrutti i monasteri di San Nazzaro, Santo Stefano, la chiesa di Santa Maria Antica. Il Duomo venne gravemente danneggiato



GLI EFFETTI PRINCIPALI: ADIGE

«il corso del fiume Adige fu ostruito per alcuni giorni dalla collisione e dalla rovina dei monti»



GLI EFFETTI PRINCIPALI: PADOVA

Danni alla basilica di Santa Giustina, all'oratorio di S.Maria e Prosdocimo e alla cattedrale, su cui è posta una epigrafe «Dapprima mi atterrò completamente il terremoto, ma Macillio dal fango mi diede bella forma»



GLI EFFETTI PRINCIPALI: VENEZIA

«acqua sulfurea sgorgò e appiccò fiamme alla chiesa di Sant'Ermagora», il Canal Grande «rimaneva ogni tanto asciutto in modo da fare vedere il fondo».



GLI EFFETTI PRINCIPALI: CREMONA

«Venne in Cremona un terremoto grandissimo, per il quale ruinò la Chiesa maggiore, e il corpo di S. Imerio restò sepolto sotto quelle ruine per molti anni...»



De domo von Cremona. Kupfergravur aus *Historia di Cremona* von Antonio Campi (1645). Rom, Deutsches Historisches Institut.

GLI EFFETTI PRINCIPALI: PIACENZA

Distrutta la chiesa di Santa Giustina (su cui venne poi costruito il duomo) e la Collegiata di Castell'Arquato



GLI EFFETTI PRINCIPALI: NONANTOLA

*«Silvestri celsi ceciderunt
culmina templi»*

Iscrizione sul portale



GLI EFFETTI PRINCIPALI: BADIA CAVANA

Danneggiata dal terremoto, furono necessari ingenti lavori di restauro, tra cui l'inserimento del nartece di ingresso



GLI EFFETTI VICINO A NOI: PARMA

*«magna pars Ecclesiae
Sanctae Mariae dirupta est»*

Chronicon Parmense

DANNI LIMITATI O ASSENTI

Testi, 1934
Ragghianti, 1969

CROLLO PARTI SOMMITALI

Quintavalle, 2005
Blasi & Coisson,
2006

CROLLI CONSISTENTI DI PORZIONI

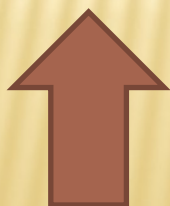
De Dartein, 1865

Manenti Valli, 1986
Montorsi, 1999

CROLLO PRESSOCHE TOTALE

Porter, 1917

Luchterhandt, 2009



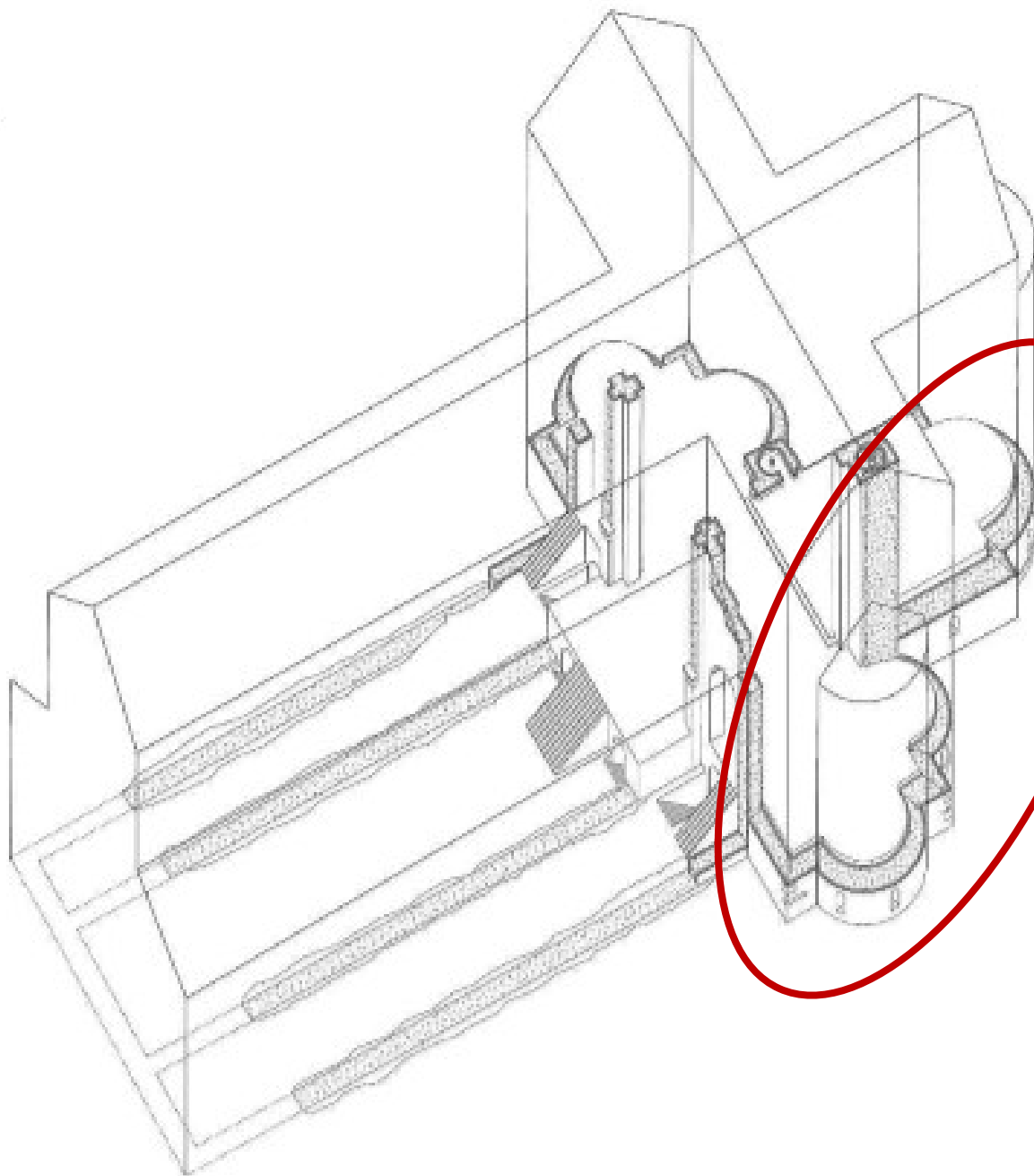
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

Bau I

Erhaltene Überreste mit Krypta, Vierung, Langhaus-
fundamenten und vermutlichem Umriss von Bau I

**CROLLO PRESSOCHE'
TOTALE**

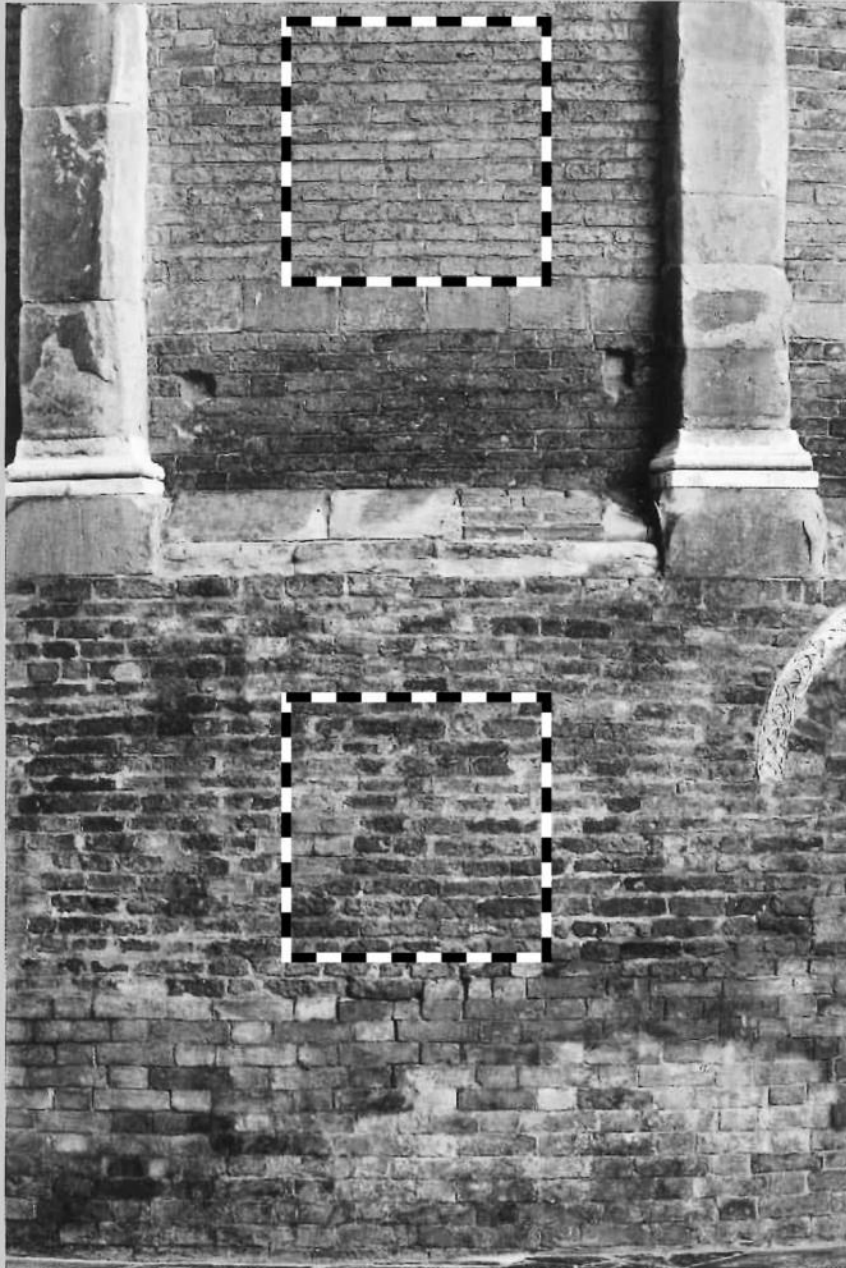
Luchterhandt, 2009



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



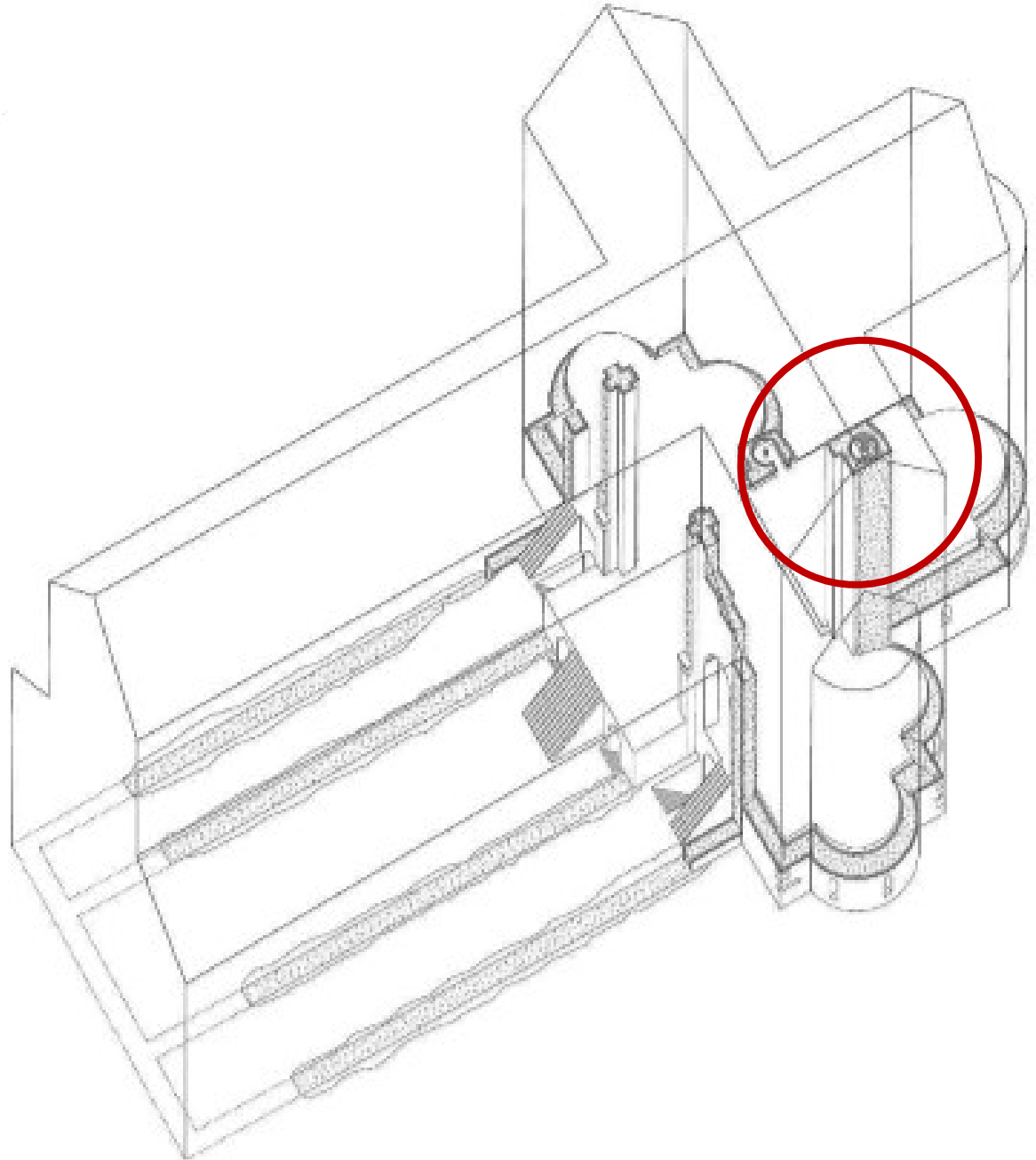
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

Bau I

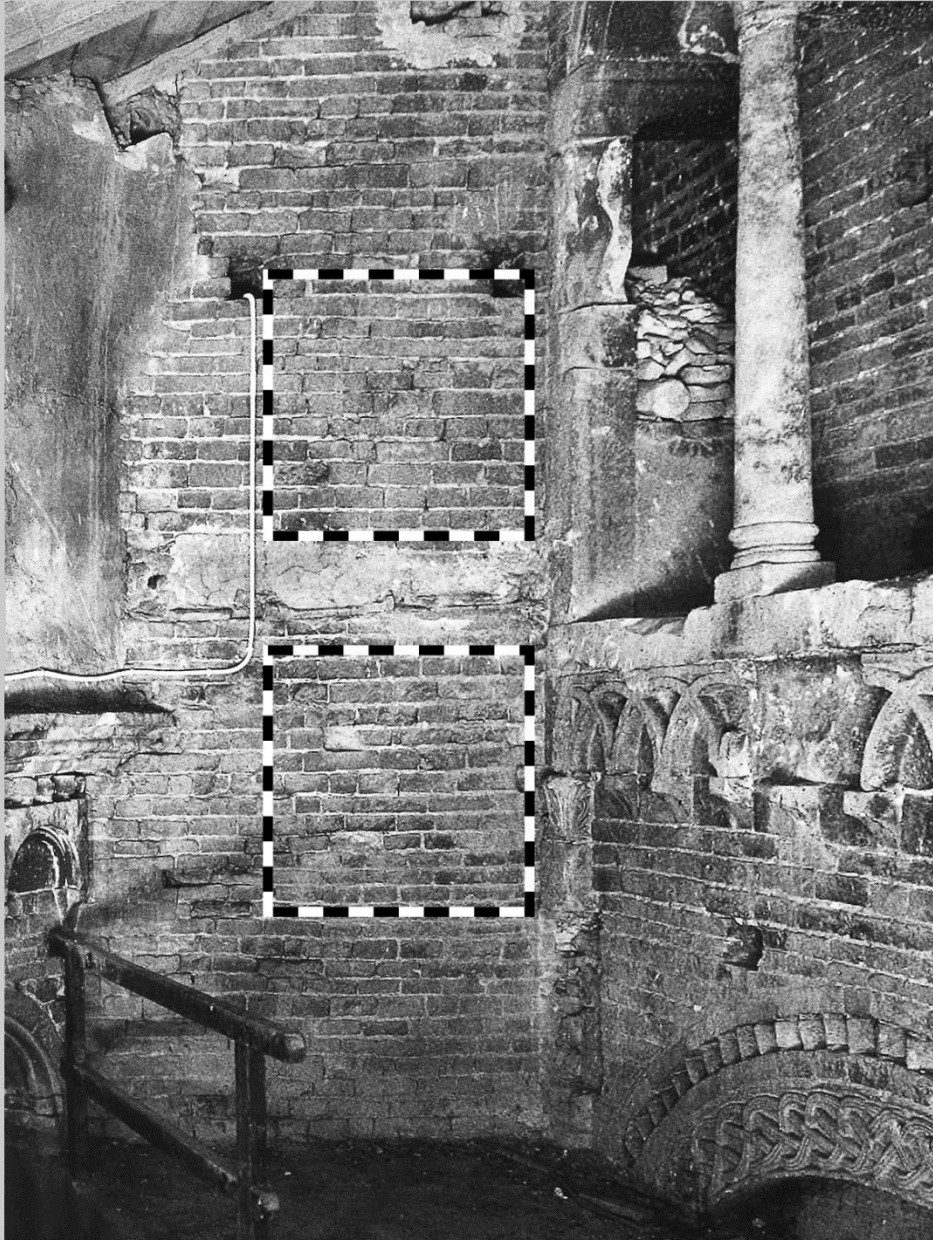
Erhaltene Überreste mit Krypta, Vierung, Langhaus-
fundamenten und vermutlichem Umriss von Bau I



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



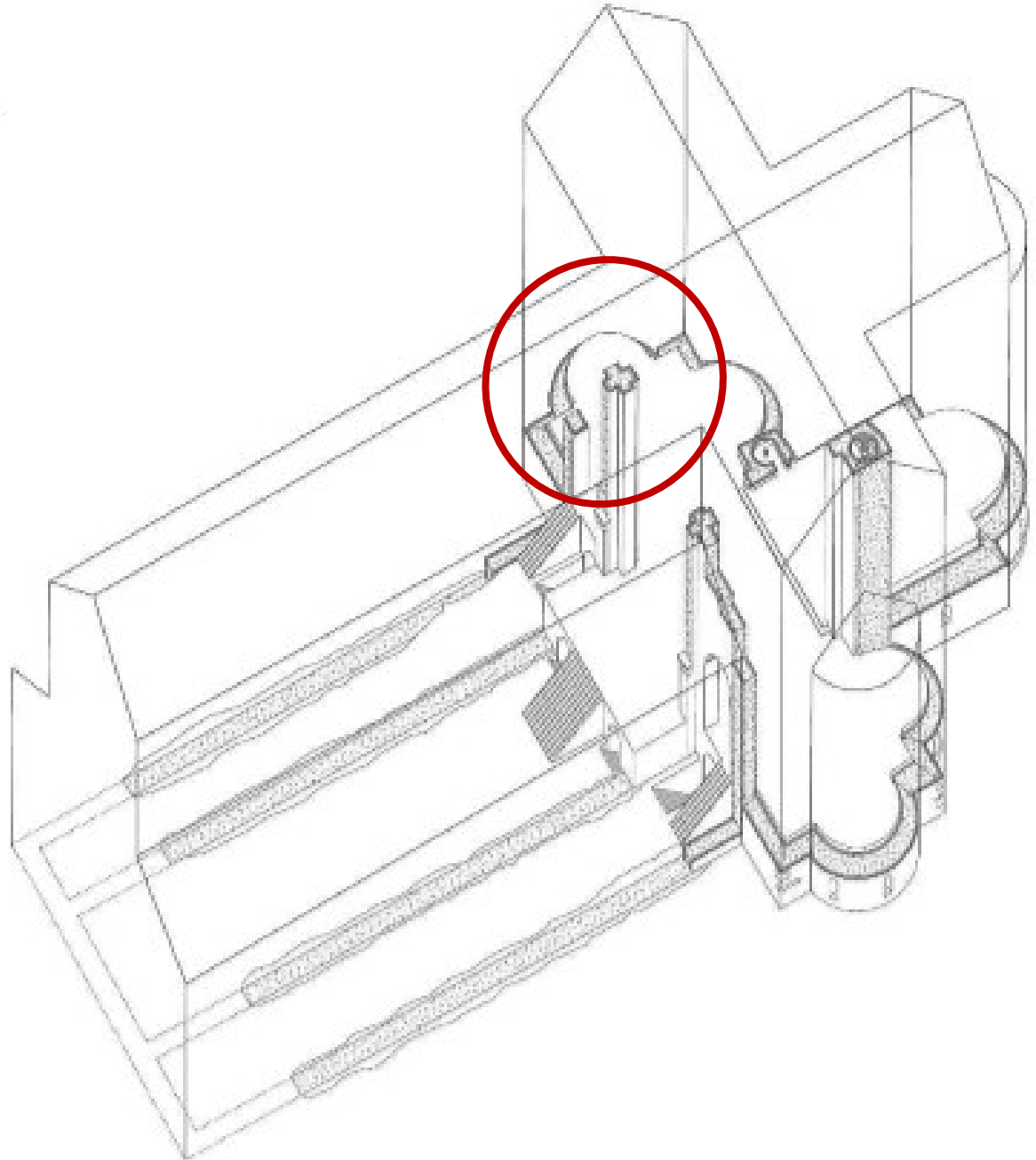
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



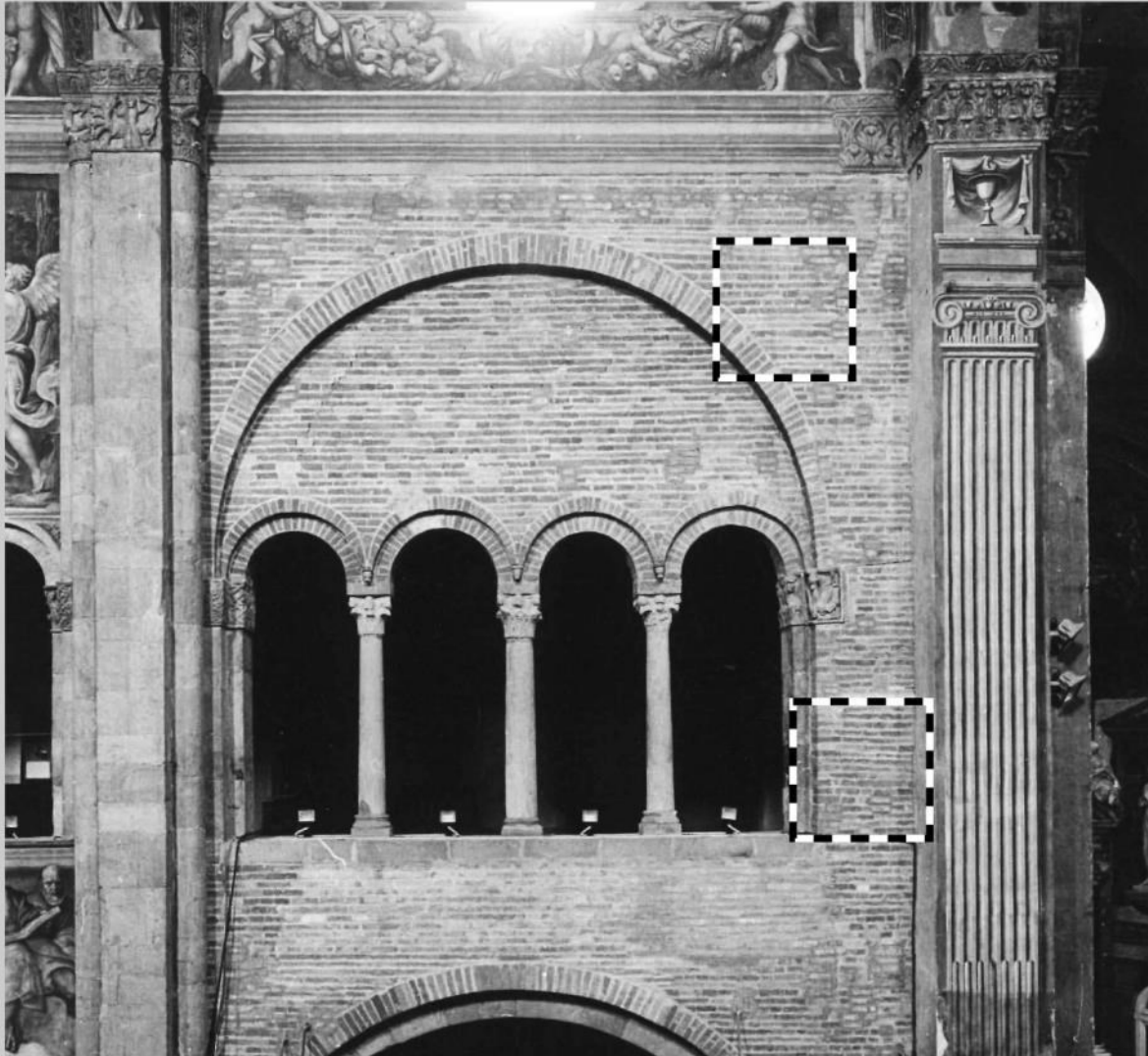
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

Bau I

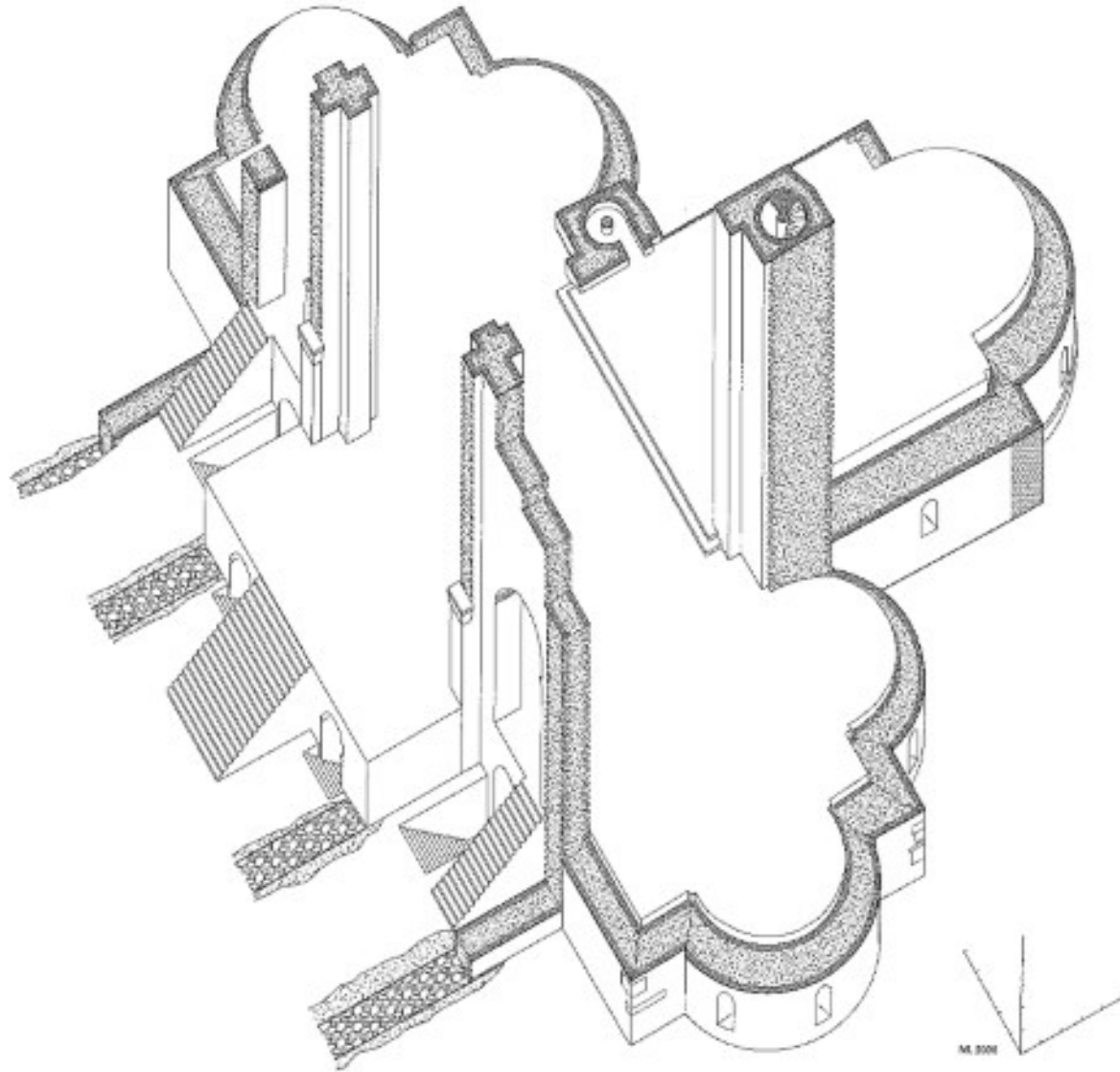
Erhaltene Überreste mit Krypta, Vierung, Langhaus-
fundamenten und vermutlichem Umriss von Bau I



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



27 Parma, Dom, isometrische Rekonstruktion des abgetragenen Kryptasockels von Bau I vor dem Wiederaufbau von Bau II

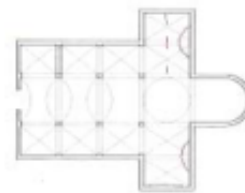
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



11 - MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI DEL TRANSETTO



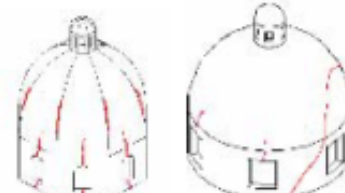
12 - VOLTE DEL TRANSETTO



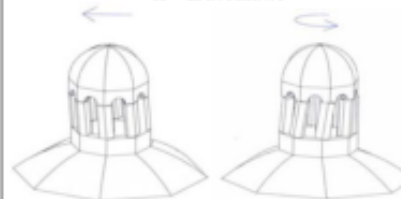
13 - ARCHI TRIONFALI



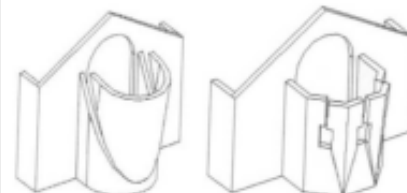
14 - CUPOLA - TAMBURO / TIBURIO



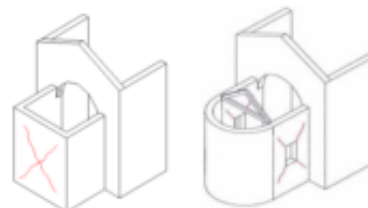
15 - LANTERNA



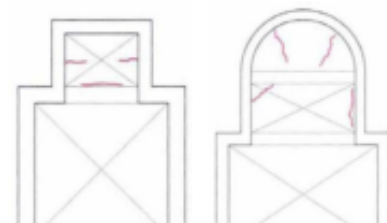
16 - RIBALTAMENTO DELL'ABSIDE



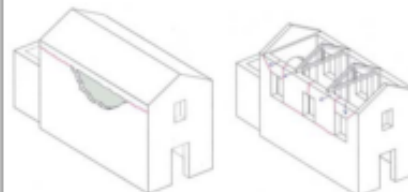
17 - MECCANISMI DI TAGLIO NEL PRESBITERIO O NELL'ABSIDE



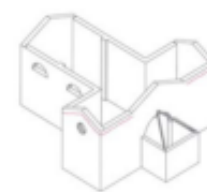
18 - VOLTE DEL PRESBITERIO O DELL'ABSIDE



19 - ELEMENTI DI COPERTURA: AULA



20 - ELEMENTI DI COPERTURA: TRANSETTO

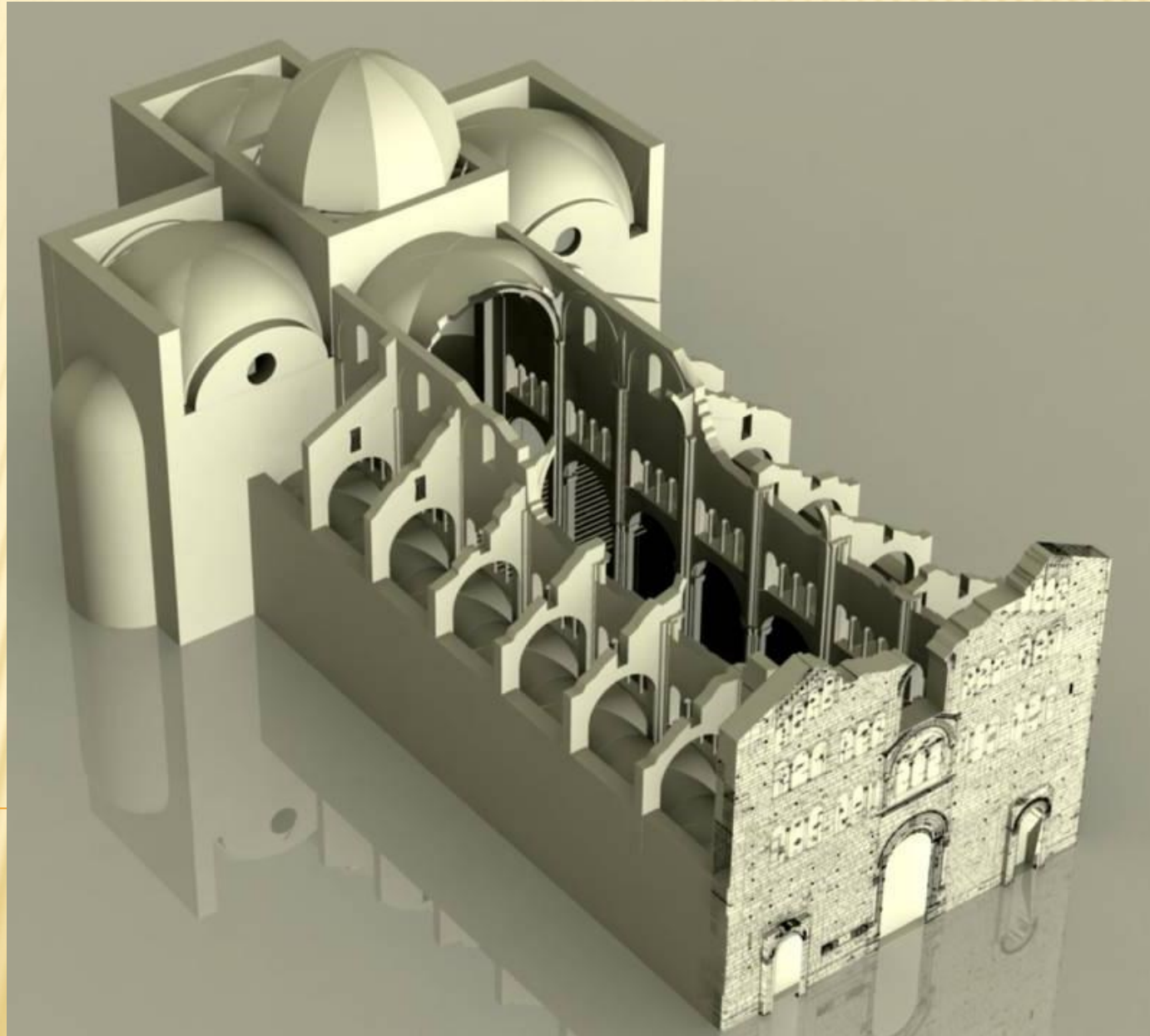


VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

CROLLO PARTI SOMMITALI

Quintavalle, 2005
Blasi & Coisson,
2006

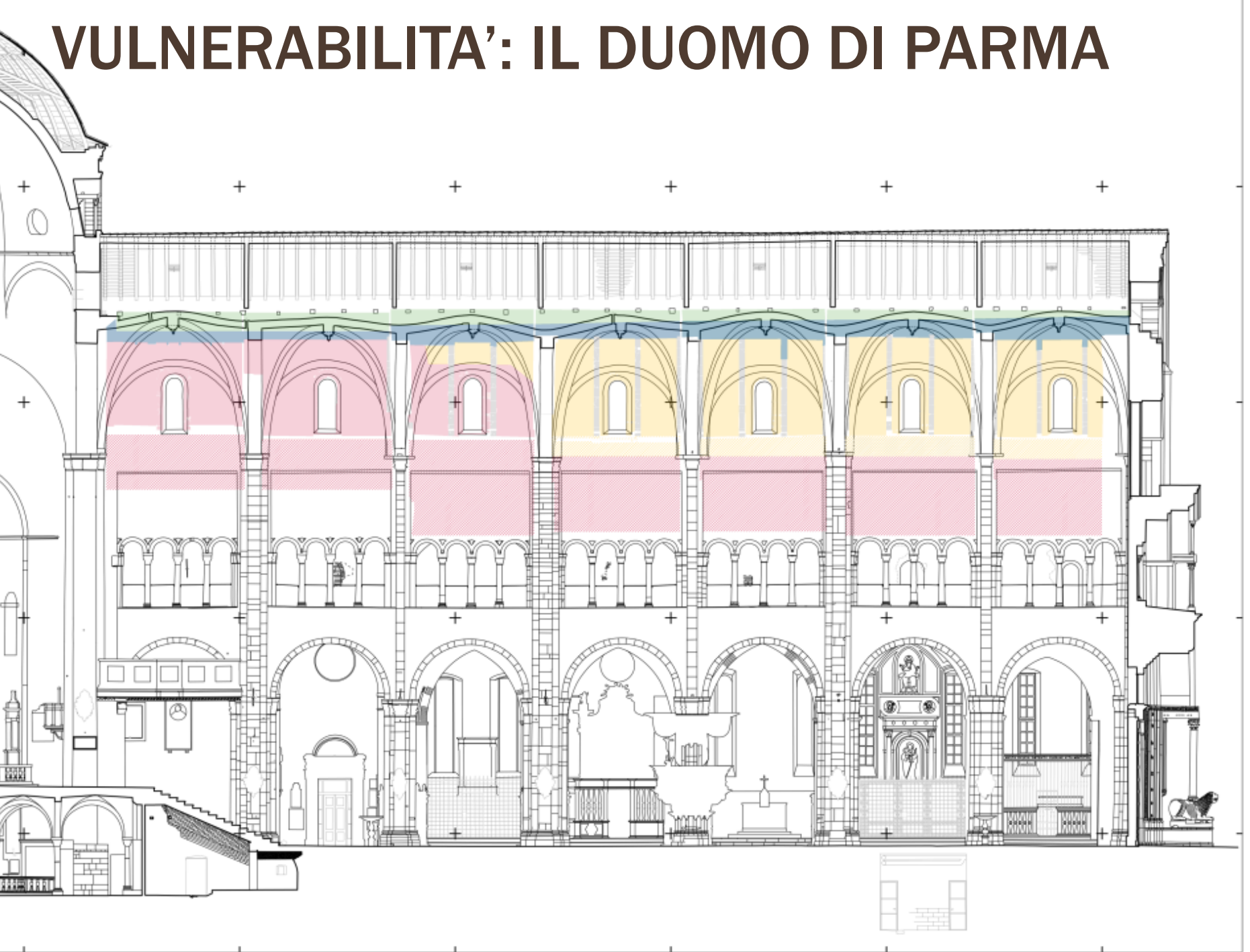
«possiamo
pensare che il
terremoto, che non
deve avere fatto
danni terribili
perché il sistema
dei sostegni e dei
capitelli appare
integro, potrebbe
avere fatto cadere
le capriate [...]»



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

per incidenza abbattono.
Che si fosse detto Palazzo Vescovile lo Cronologia de' Vescovi me lo dice, e chi di essi
fu il primo ad abitarlo, e ciò mi conferma la Storia, che nell'anno 1100.
Fuit magnus terra motus, qui duravit per dies viginta, ita quod quasi
omni die unus temotus fuit, & tunc magna pars Ecclesie majoris
Parve corruit, & tertio die Januarii incepit, e fece danno grande in più
Città d'Italia, e precisamente in Parma vi aterrò anai case, e tra queste
spianò il Molino del Vescovo, ed il Palazzo Vescovile tutto aperto, e mezzo
diroccato, e crollò il Tetto, che seco tirò il Suffitto del Duomo, ed in varj luo-
ghi le mura aperte, non tanto per lo scuotimento del Tremuoto, quanto
per la caduta del Tetto, e Suffitto, ed il Comune aiutato dalla Contessa Ma-
silde restaurò il Duomo, o per meglio dire fu rifatto di nuovo; ma il Palazzo
Vescovile non si presto mente fu restaurato, e di tale restaurazione non

Giacomo Antonio Gozzi, XVIII secolo

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



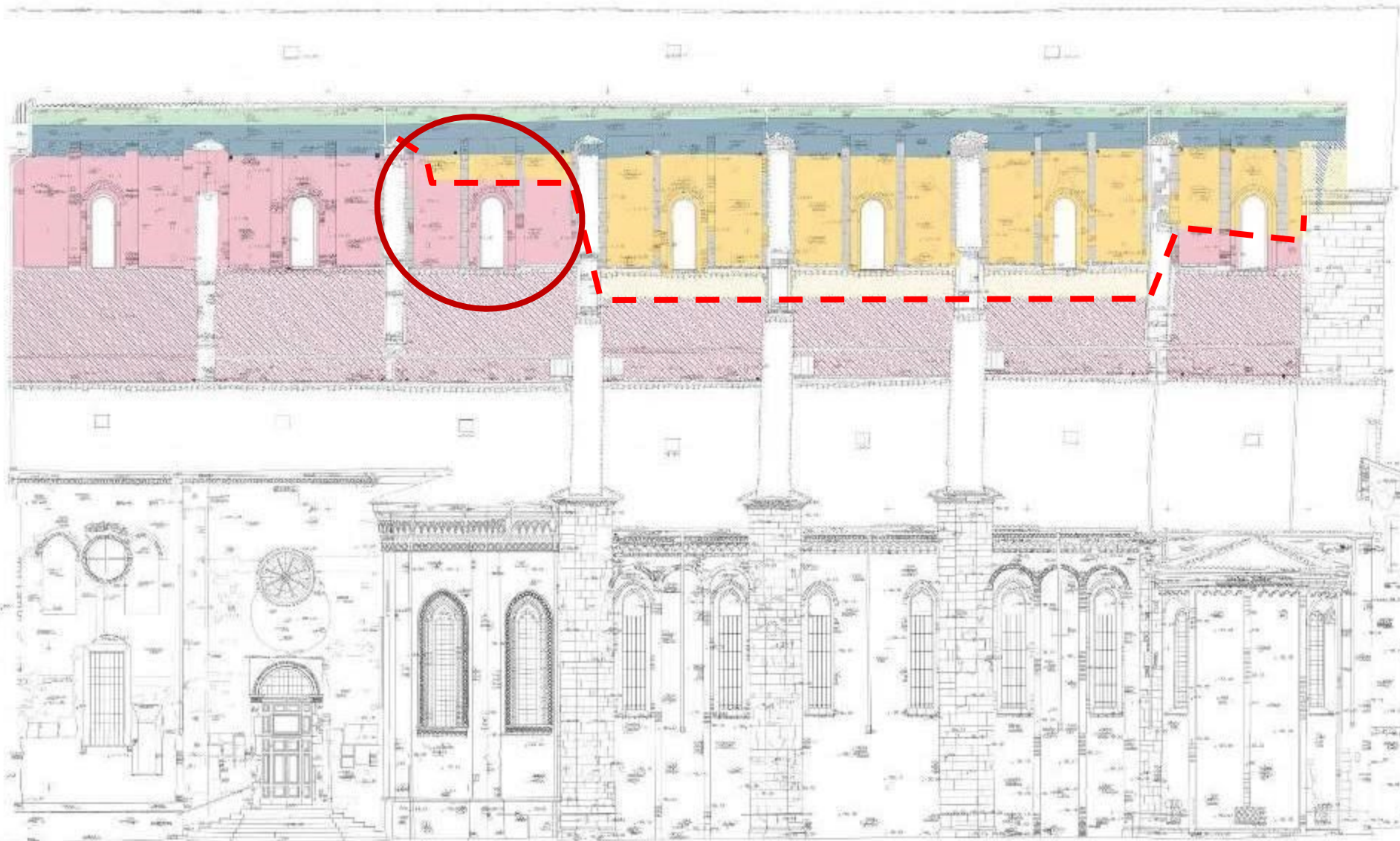
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



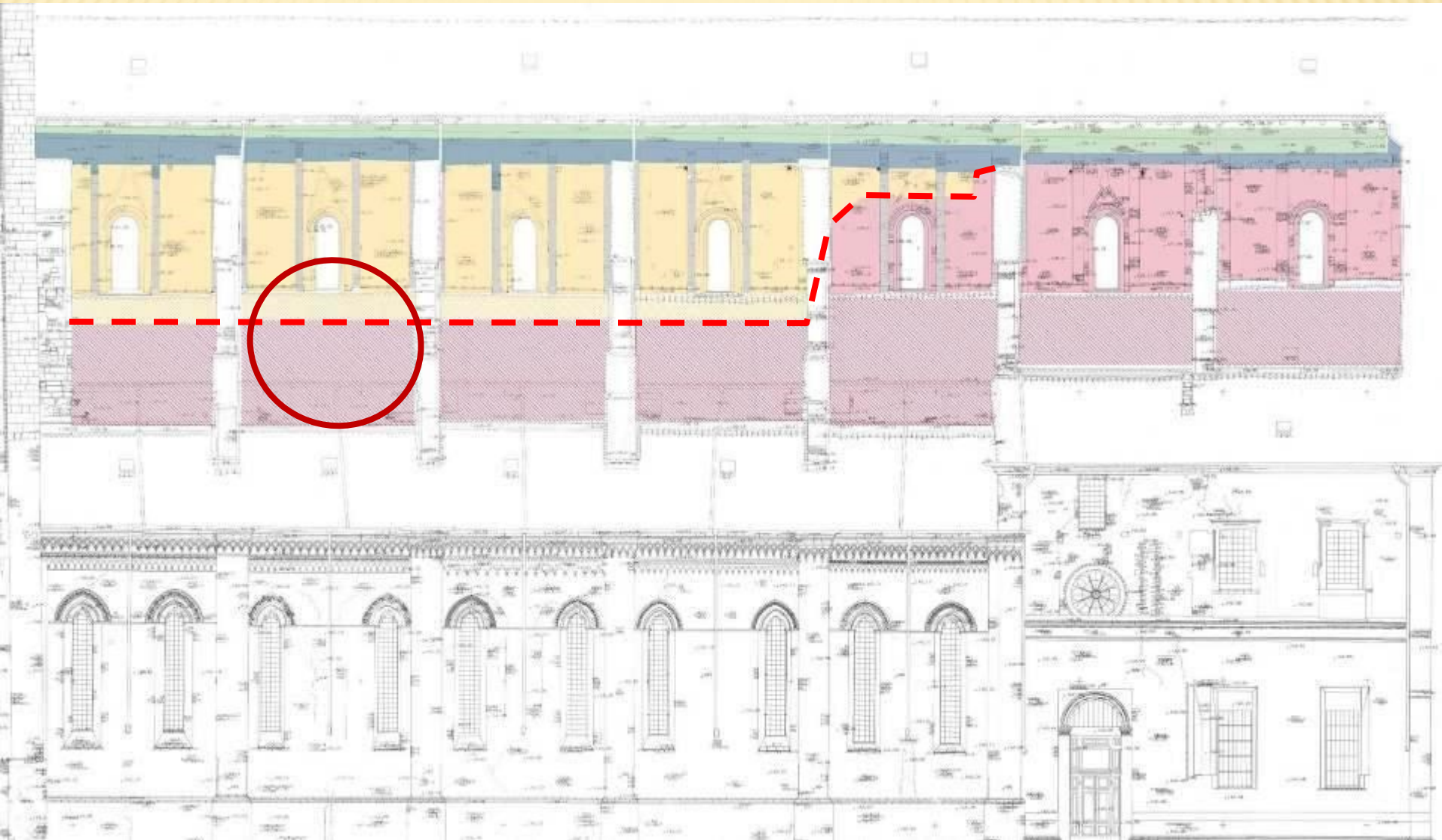
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



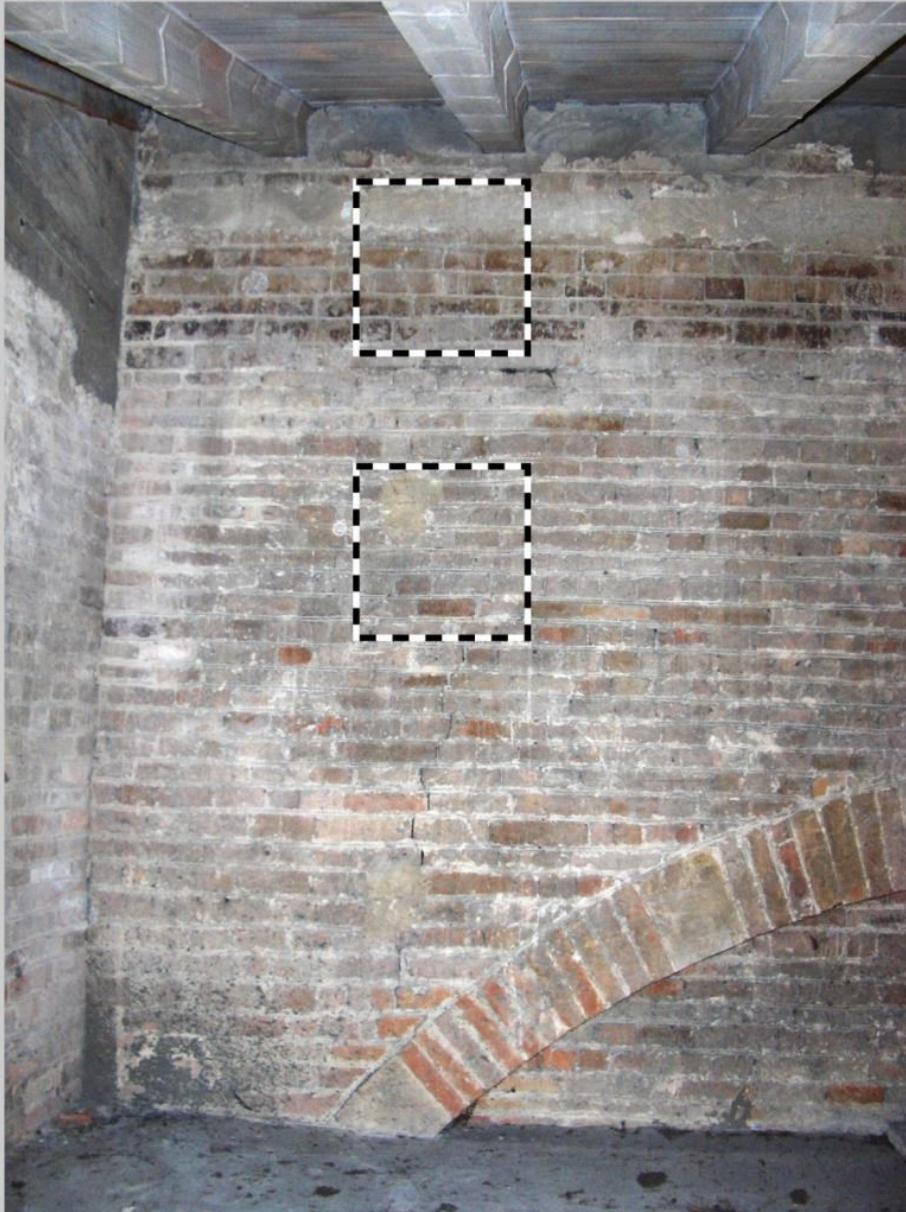
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



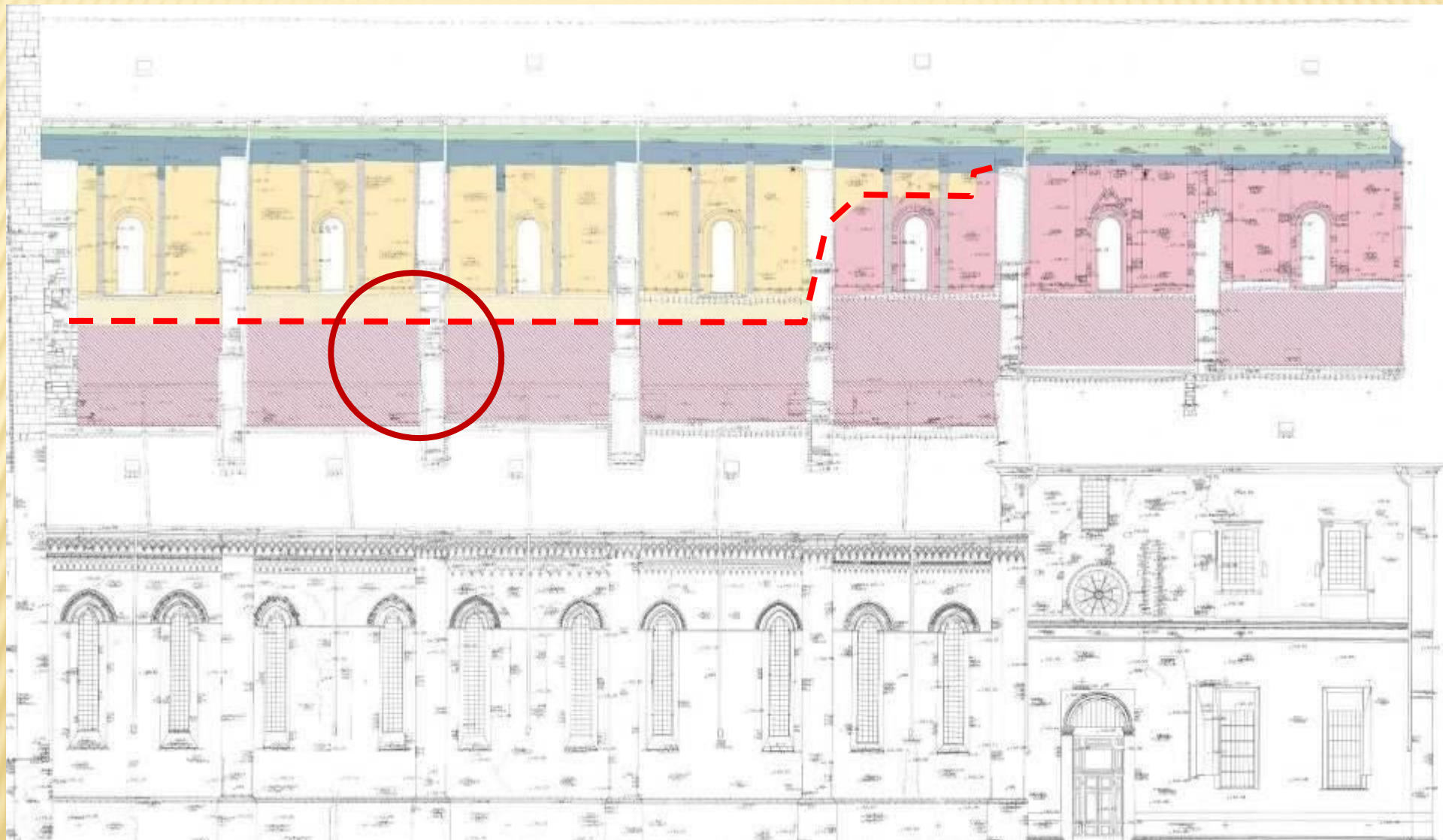
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



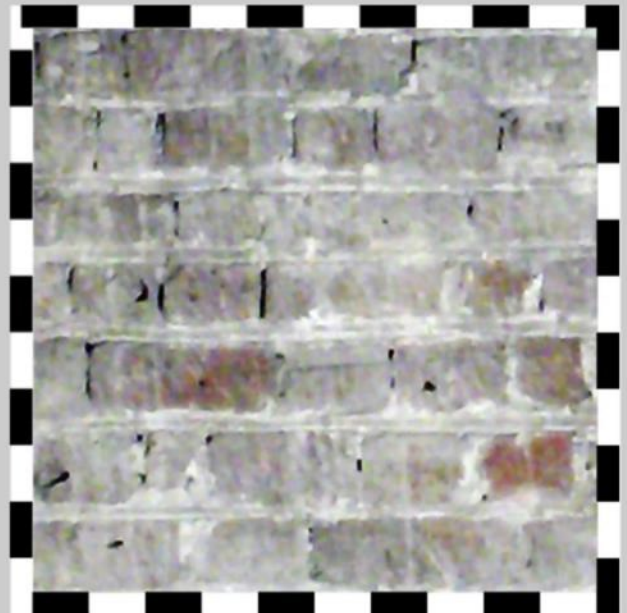
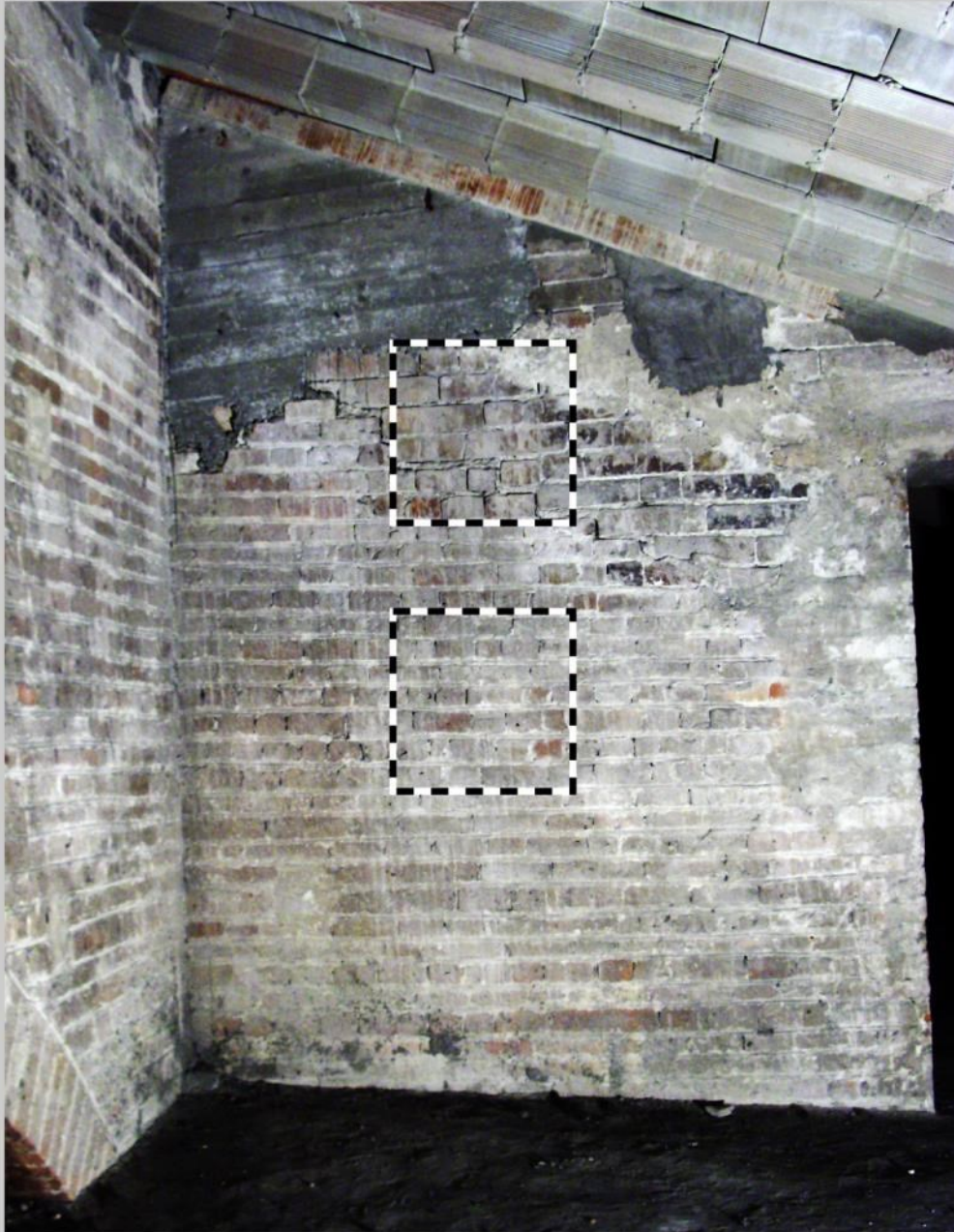
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



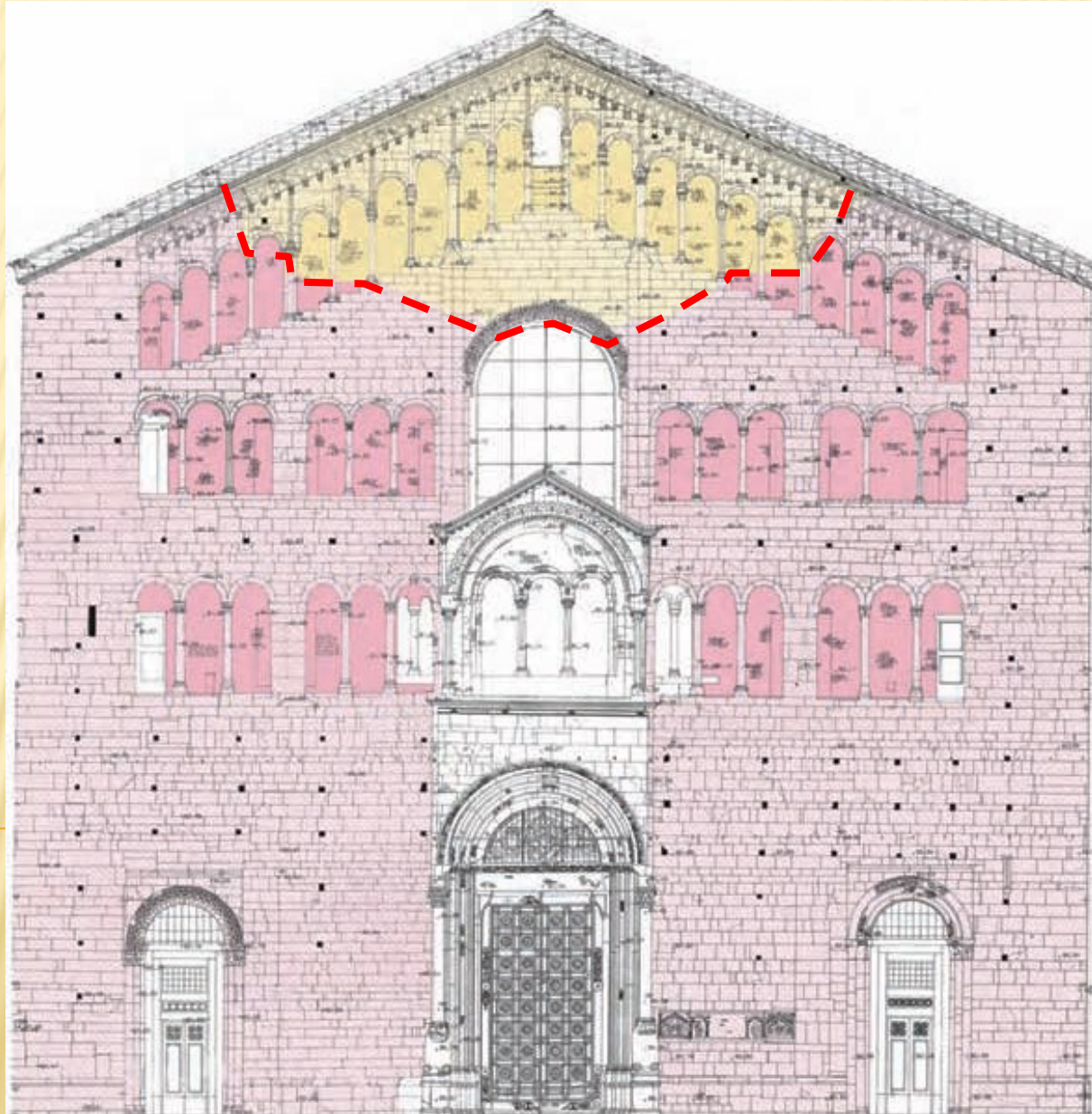
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



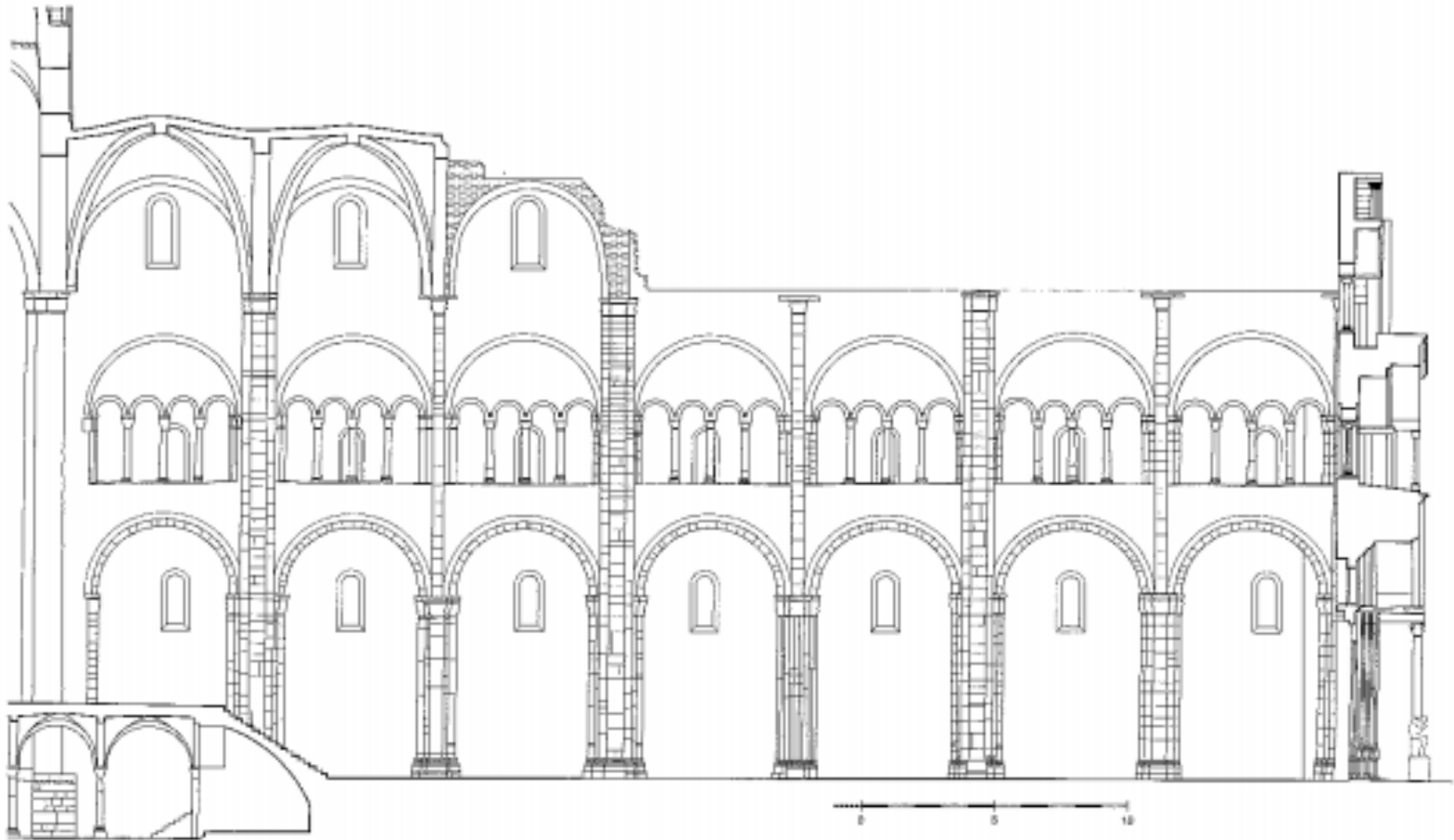
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



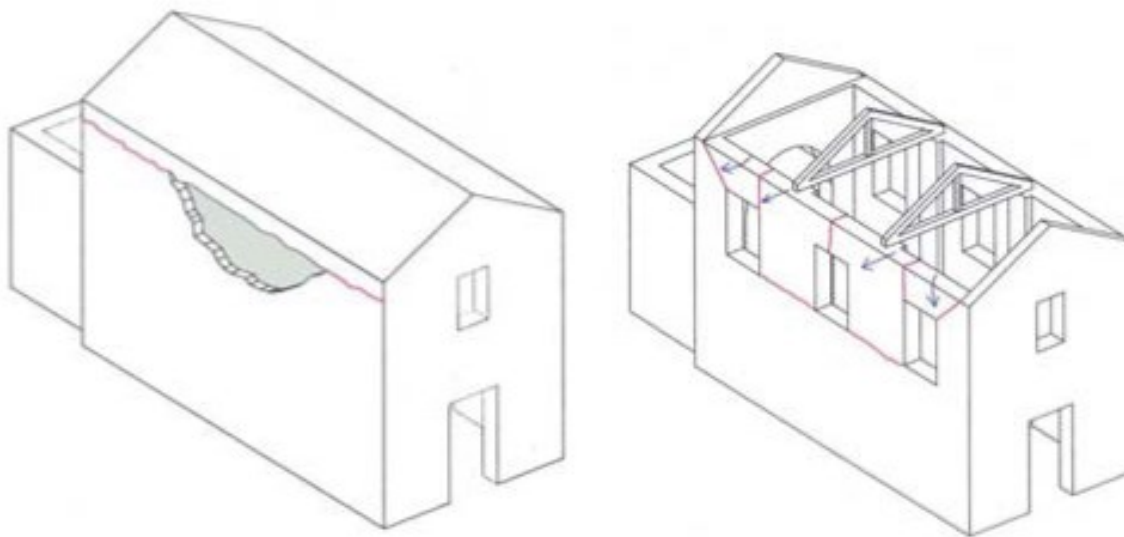
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



98 Parma, Dom, Obergaden: jochweise Einwölbung mit Abstützung der Gewölbe durch eine abtreppende Baulinie im Folgejoch

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

19 – ELEMENTI DI COPERTURA: AULA



19 - MECCANISMI NEGLI ELEMENTI DI COPERTURA - PARETI LATERALI DELL'AULA

Lesioni vicine alle teste delle travi lignee, scorrimento delle stesse – Sconnessioni tra cordoli e muratura – Movimenti significativi del manto di copertura

Presidi antisismici

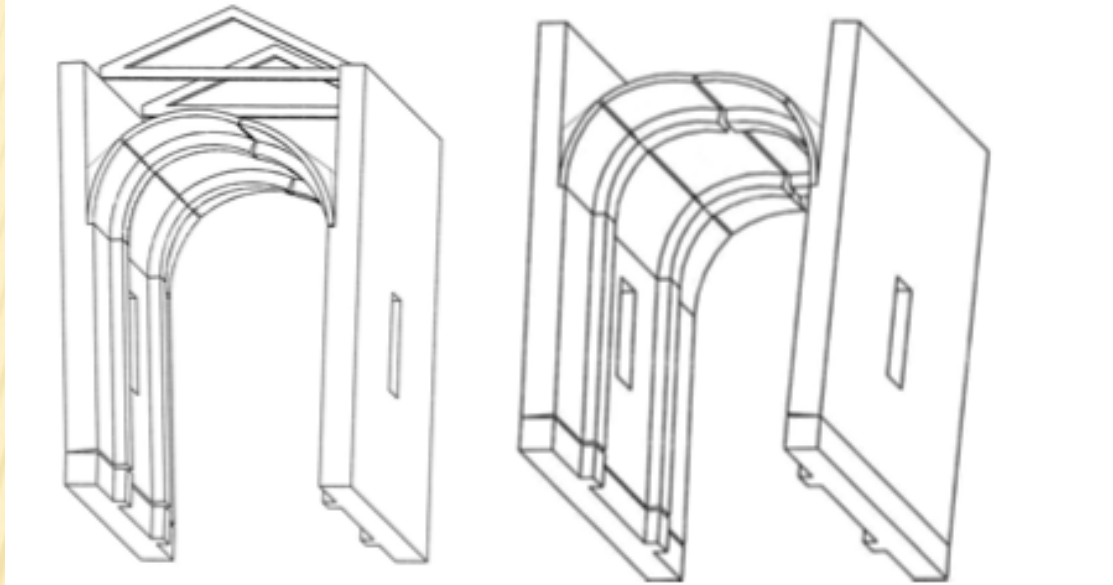
- Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, altro)
- Presenza di collegamenti delle travi alla muratura
- Presenza di controventi di falda (tavolato incrociato o tiranti metallici)
- Presenza di buone connessioni tra gli elementi di orditura della copertura

Indicatori di vulnerabilità

- Presenza di copertura staticamente spingente
- Presenza di cordoli rigidi, copertura pesante

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

5 - RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA



5 - RISPOSTA TRASVERSALE DELL'AULA

Lesioni negli arconi (con eventuale prosecuzione nella volta) – Rotazioni delle pareti laterali – Lesioni a taglio nelle volte – Fuori piombo e schiacciamento nelle colonne

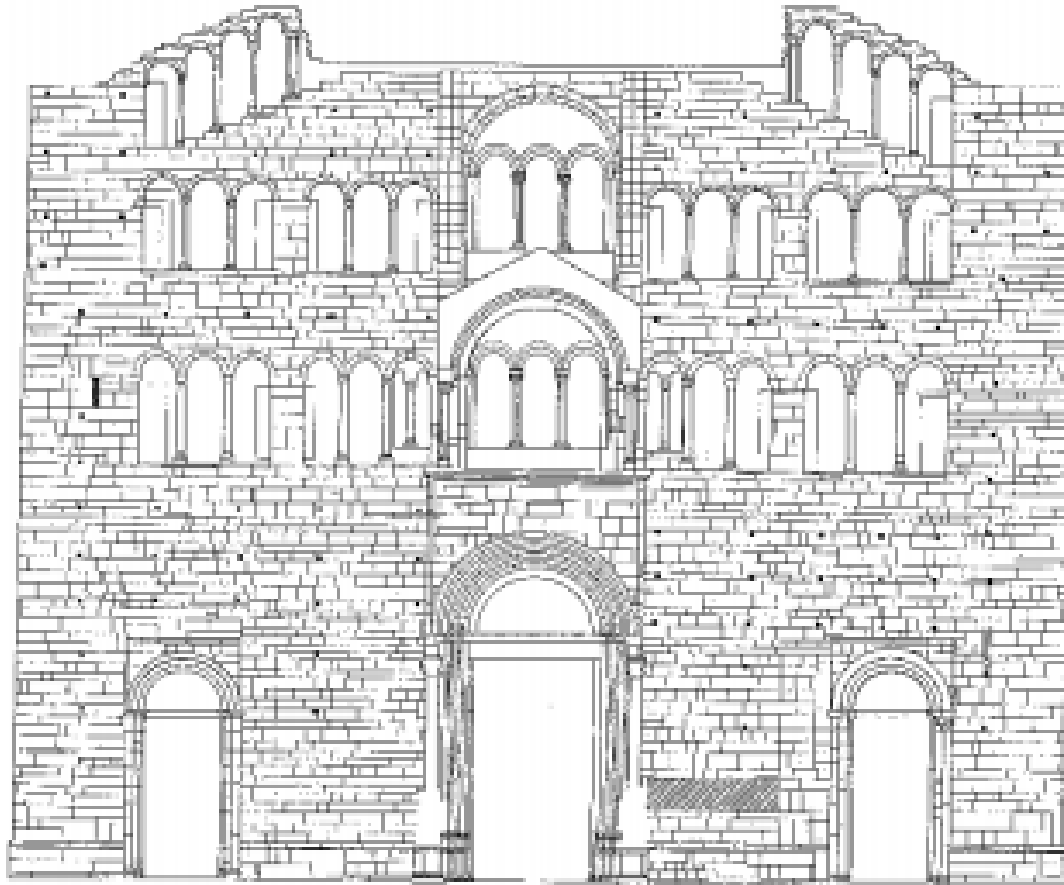
Presidi antisismici

- Presenza di paraste o contrafforti esterni
- Presenza di corpi annessi adiacenti
- Presenza di catene trasversali

Indicatori di vulnerabilità

- Presenza di pareti con elevata snellezza
- Presenza di volte e archi

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

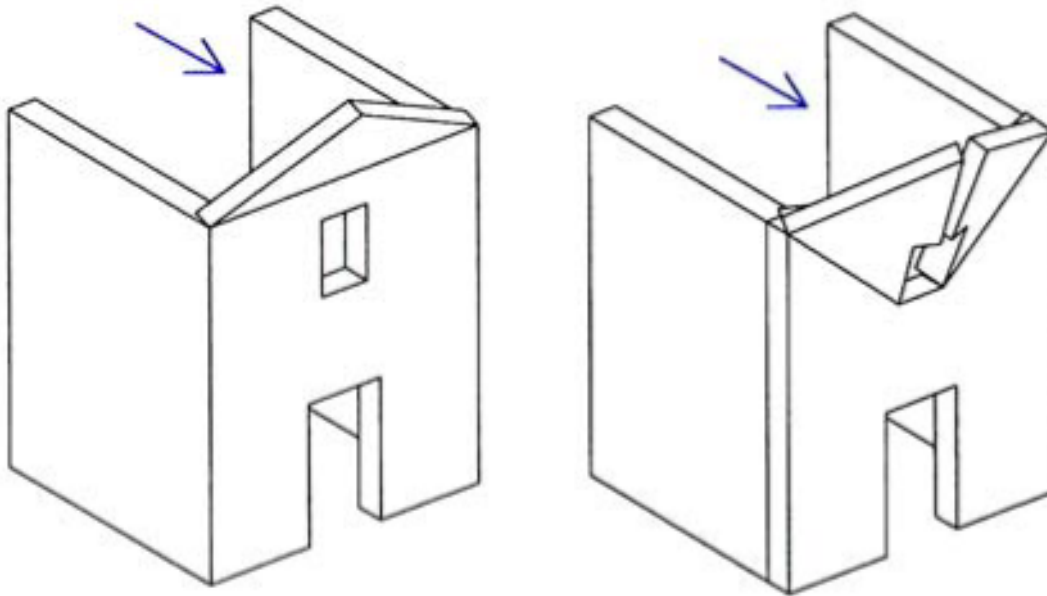


c)

© M. Lottifandini 2008

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

2. MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA



2 - MECCANISMI NELLA SOMMITÀ DELLA FACCIATA

Ribaltamento del timpano, con lesione orizzontale o a V – Disgregazione della muratura o scorrimento del cordolo – Rotazione delle capriate

Presidi antisismici

- Presenza di collegamenti puntuali con gli elementi della copertura
- Presenza di controventi di falda
- Presenza di cordoli leggeri (metallici reticolari, muratura armata, altro)

Indicatori di vulnerabilità

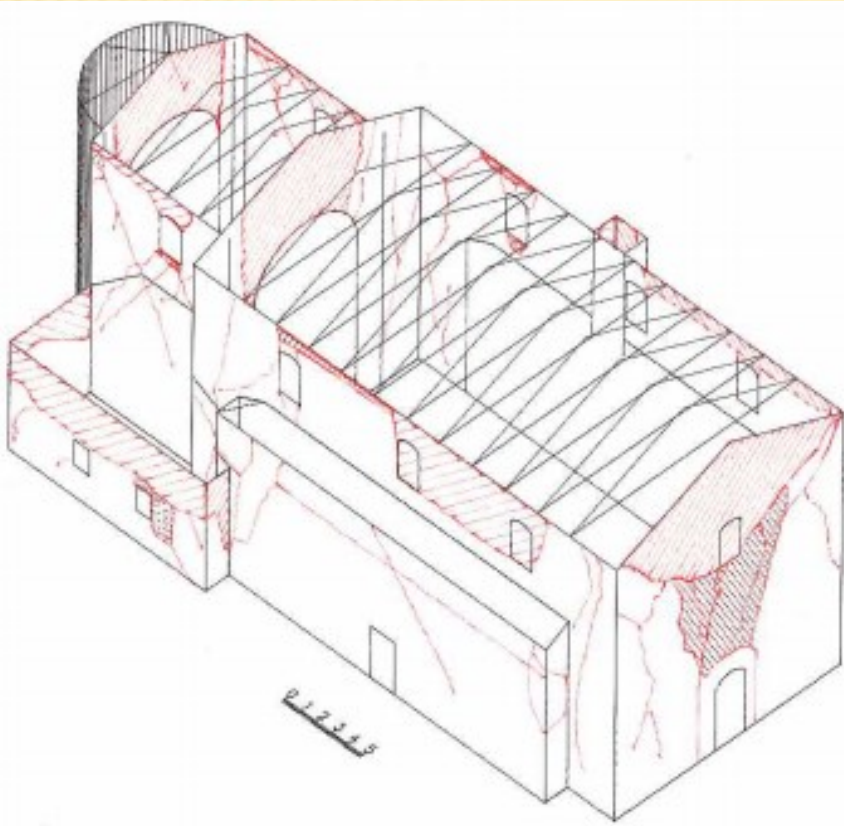
- Presenza di grandi aperture (rosone)
- Presenza di una sommità a vela di grande dimensione e peso
- Cordoli rigidi, trave di colmo in c.a., copertura pesante in c.a.

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



Chiesa di San
Giovanni Avezzano
(AQ), 1915

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



Chiesa di San
Lorenzo Forgaria
(UD), 1976



Sant'Angelo dei
Lombardi (AV), 1980

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

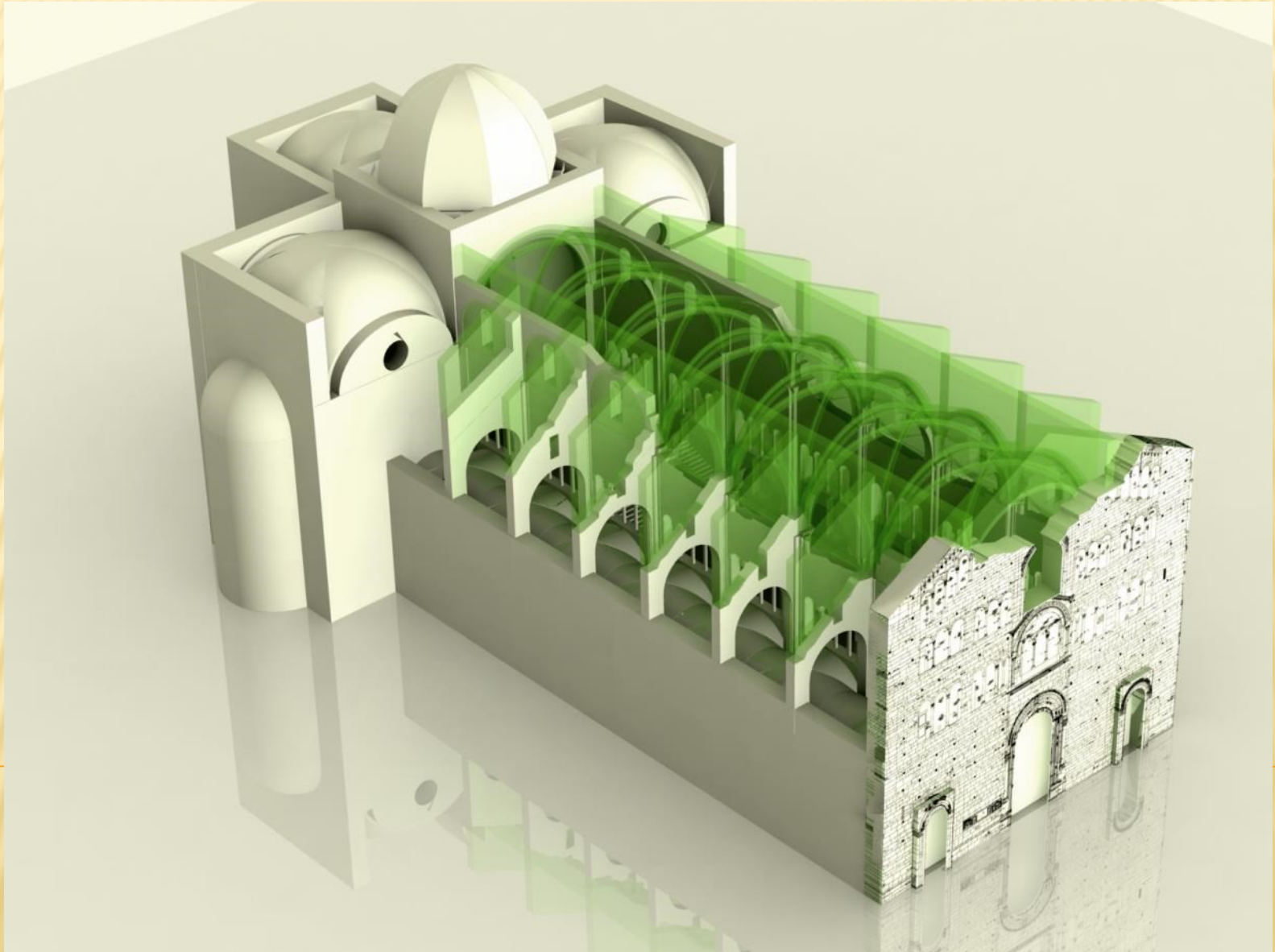


Duomo di Mirandola
(MO), 2012



Amatrice, 2016

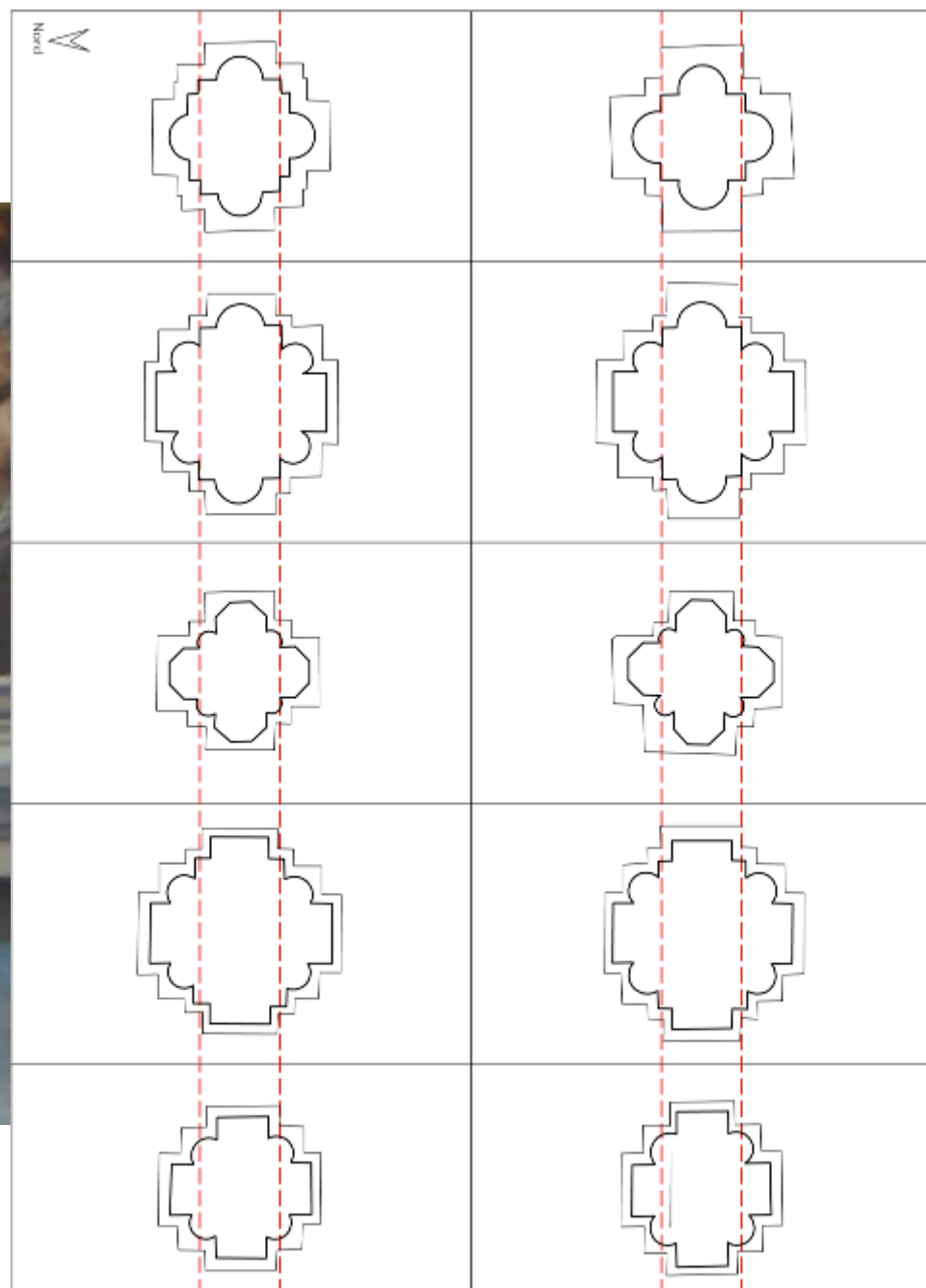
STORIA: IL DUOMO DI PARMA

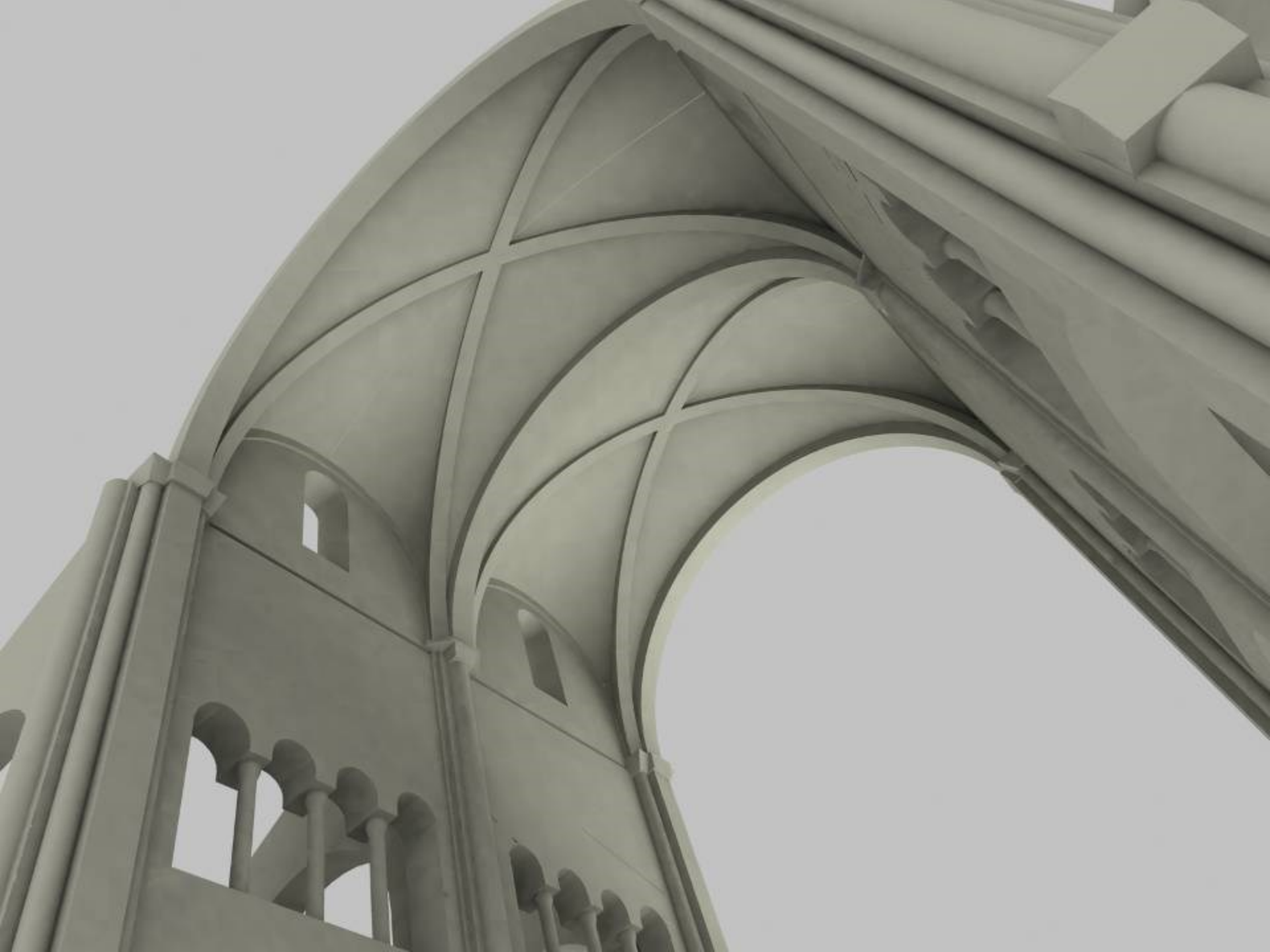


STORIA: IL DUOMO DI PARMA



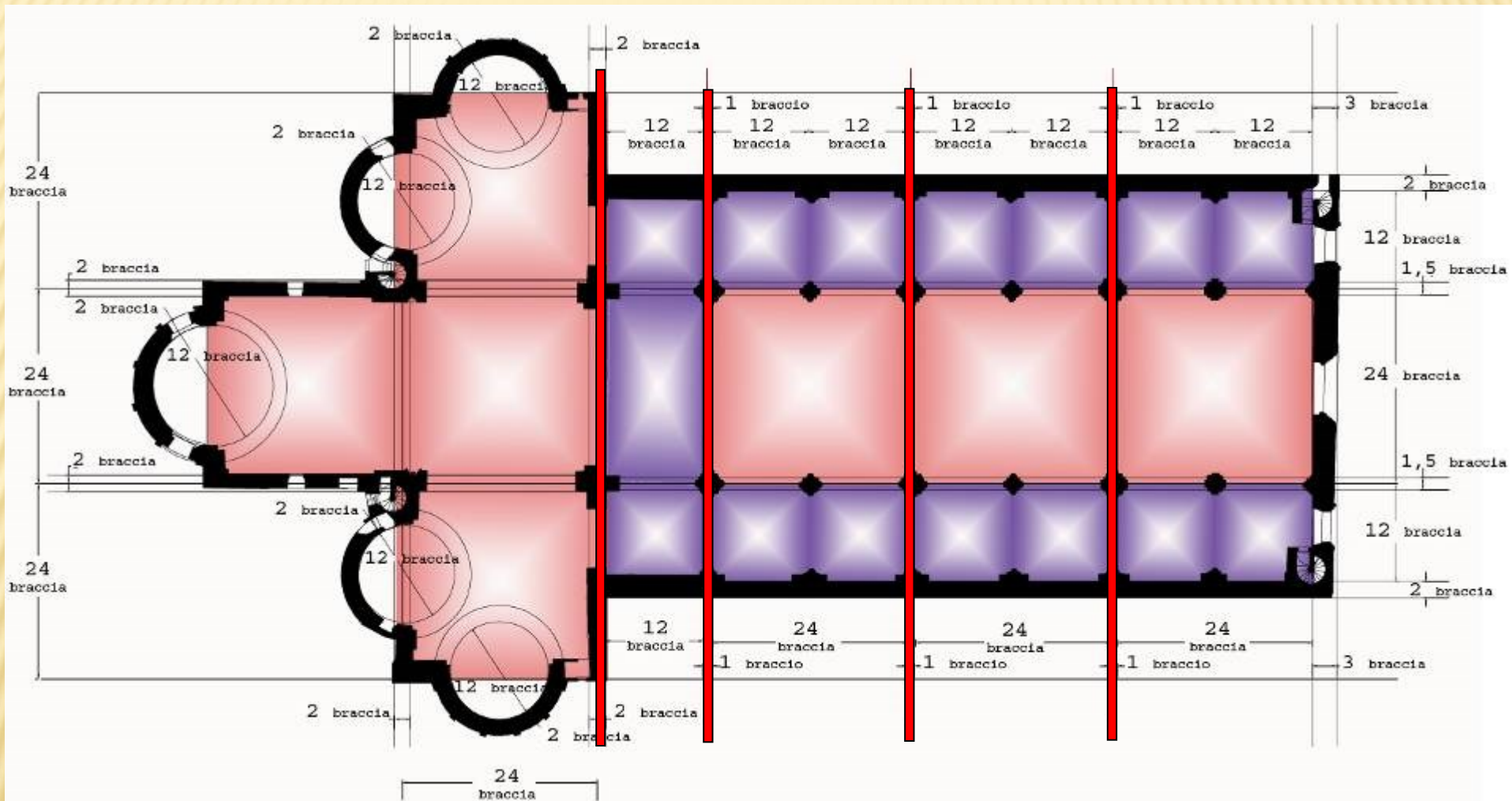
STORIA: IL DUOMO DI PARMA



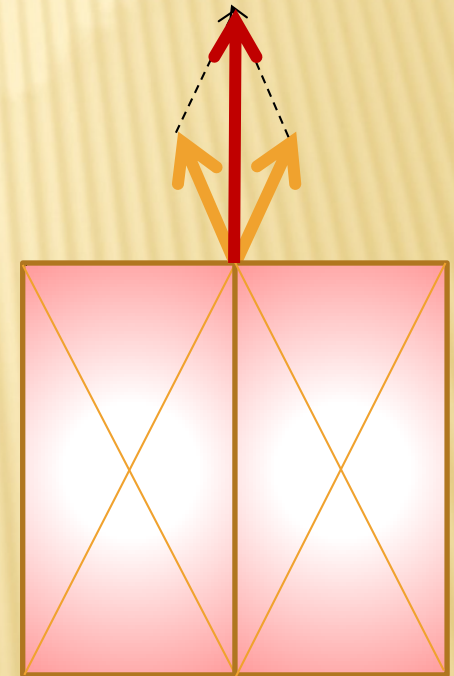
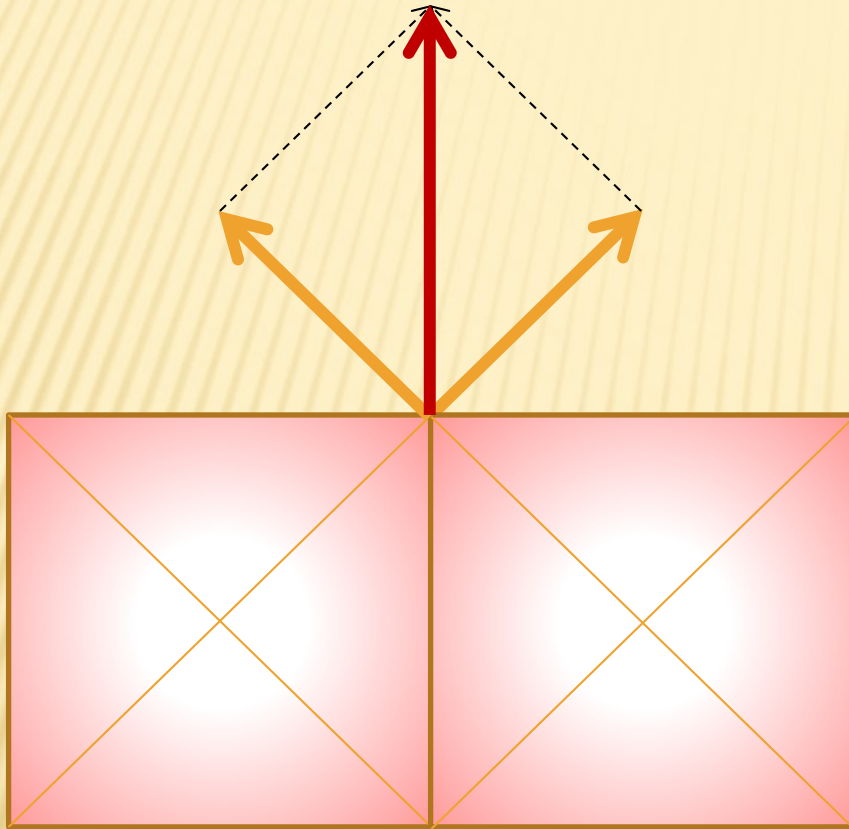




STORIA: IL DUOMO DI PARMA



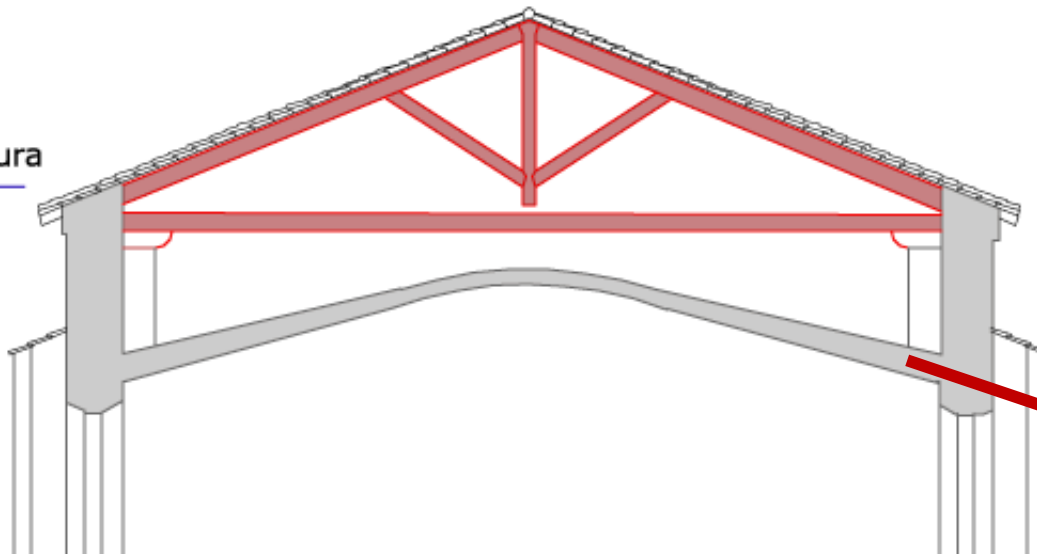
STORIA: IL DUOMO DI PARMA



STORIA: IL DUOMO DI PARMA

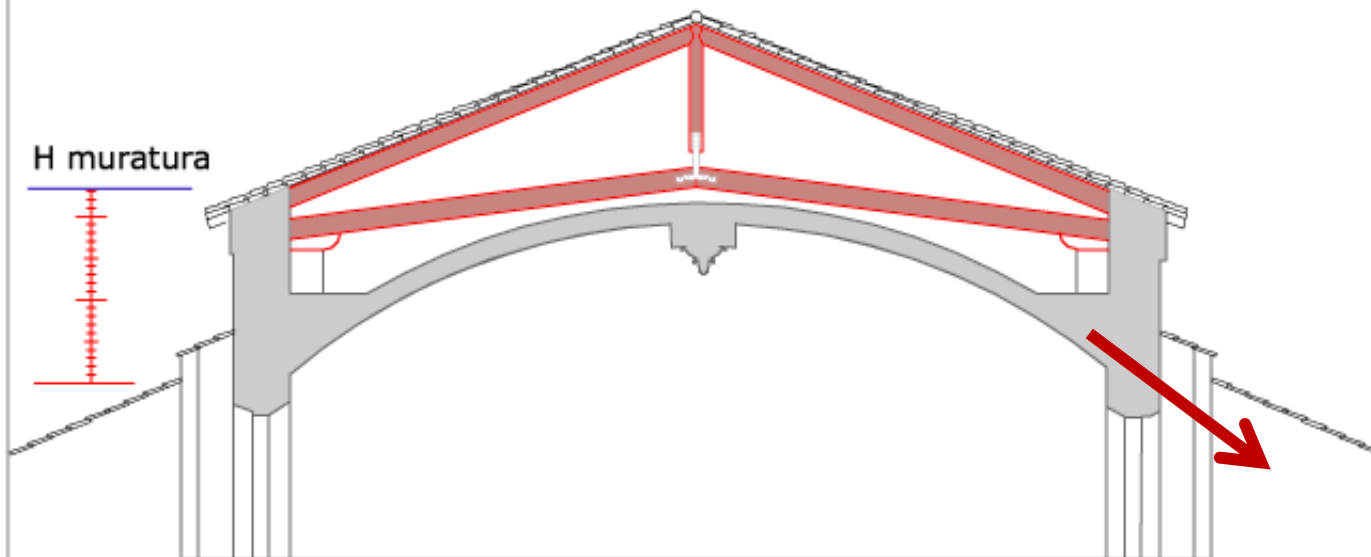
ANTE 1117

H muratura



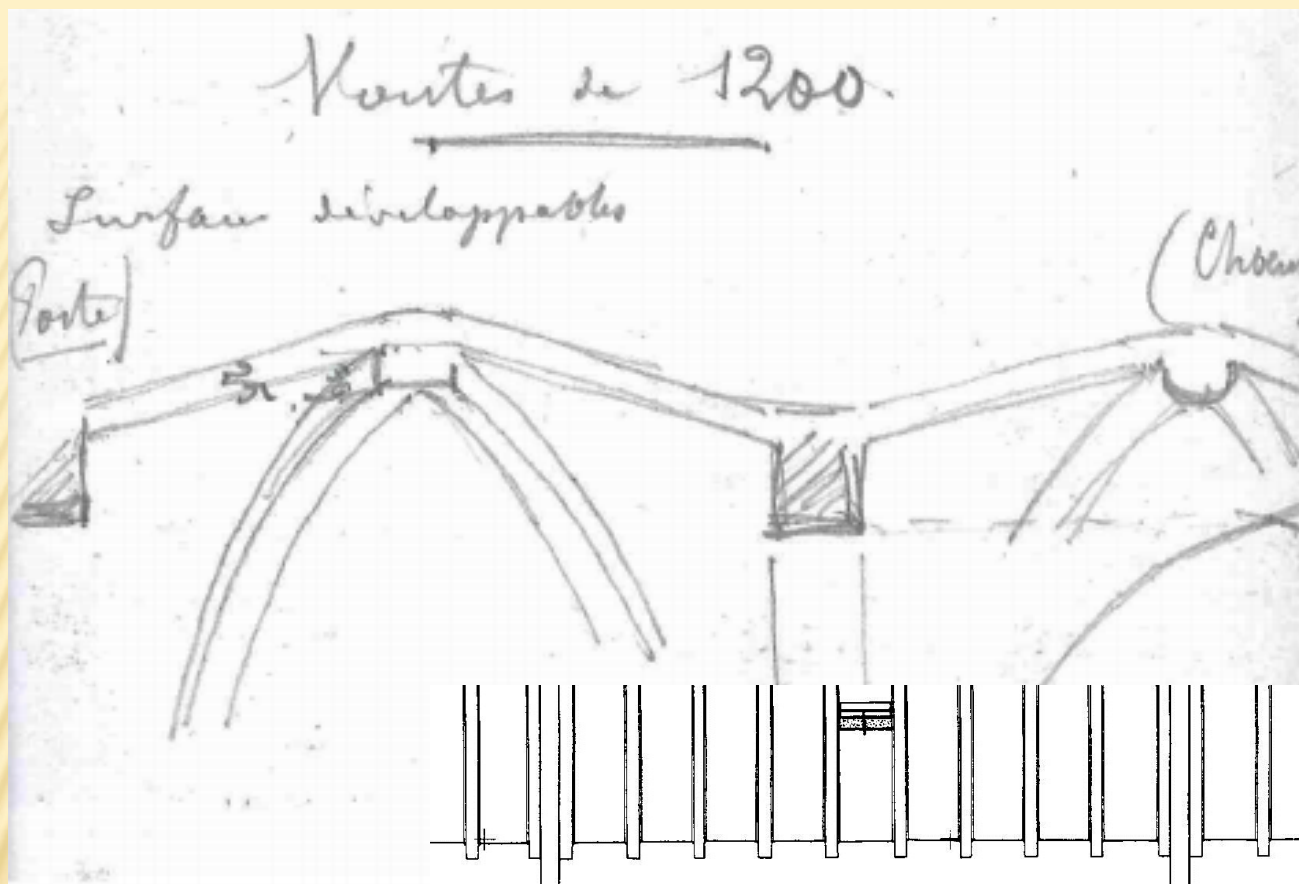
1117-1775

H muratura

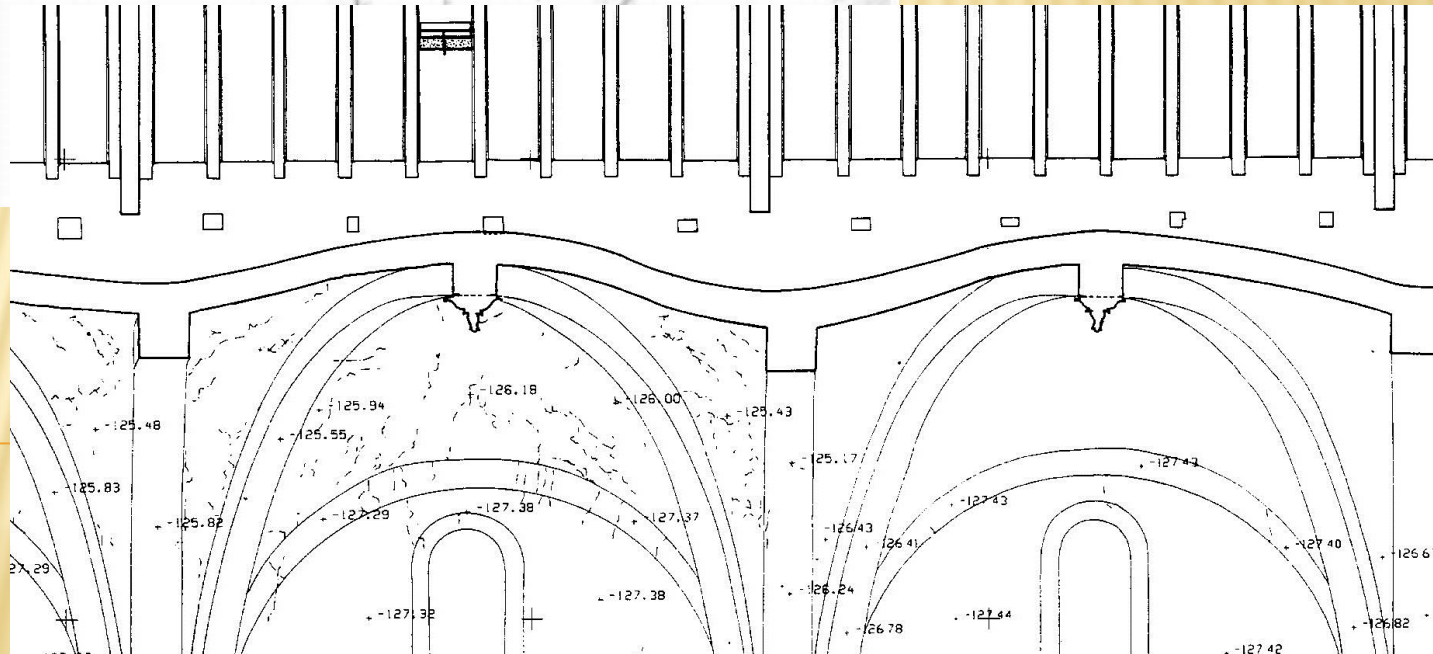


STORIA

S. Ambrogio,
Milano
F. De Dartein



Cattedrale
di Parma



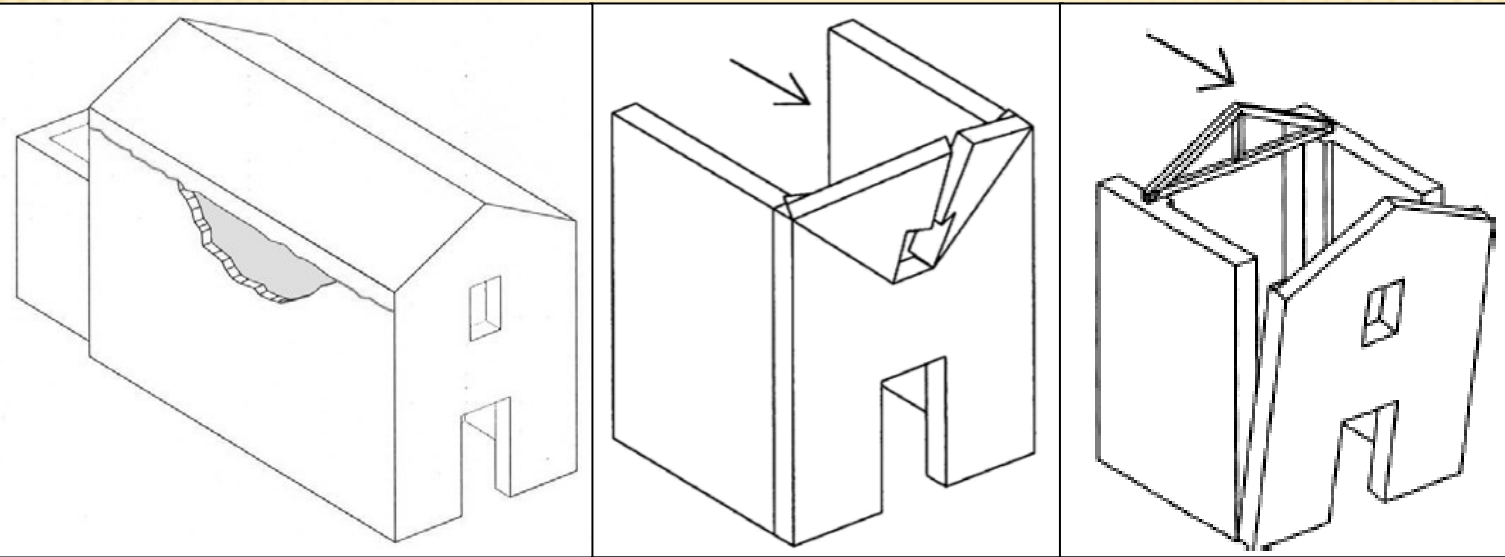
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

11/6/1438

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



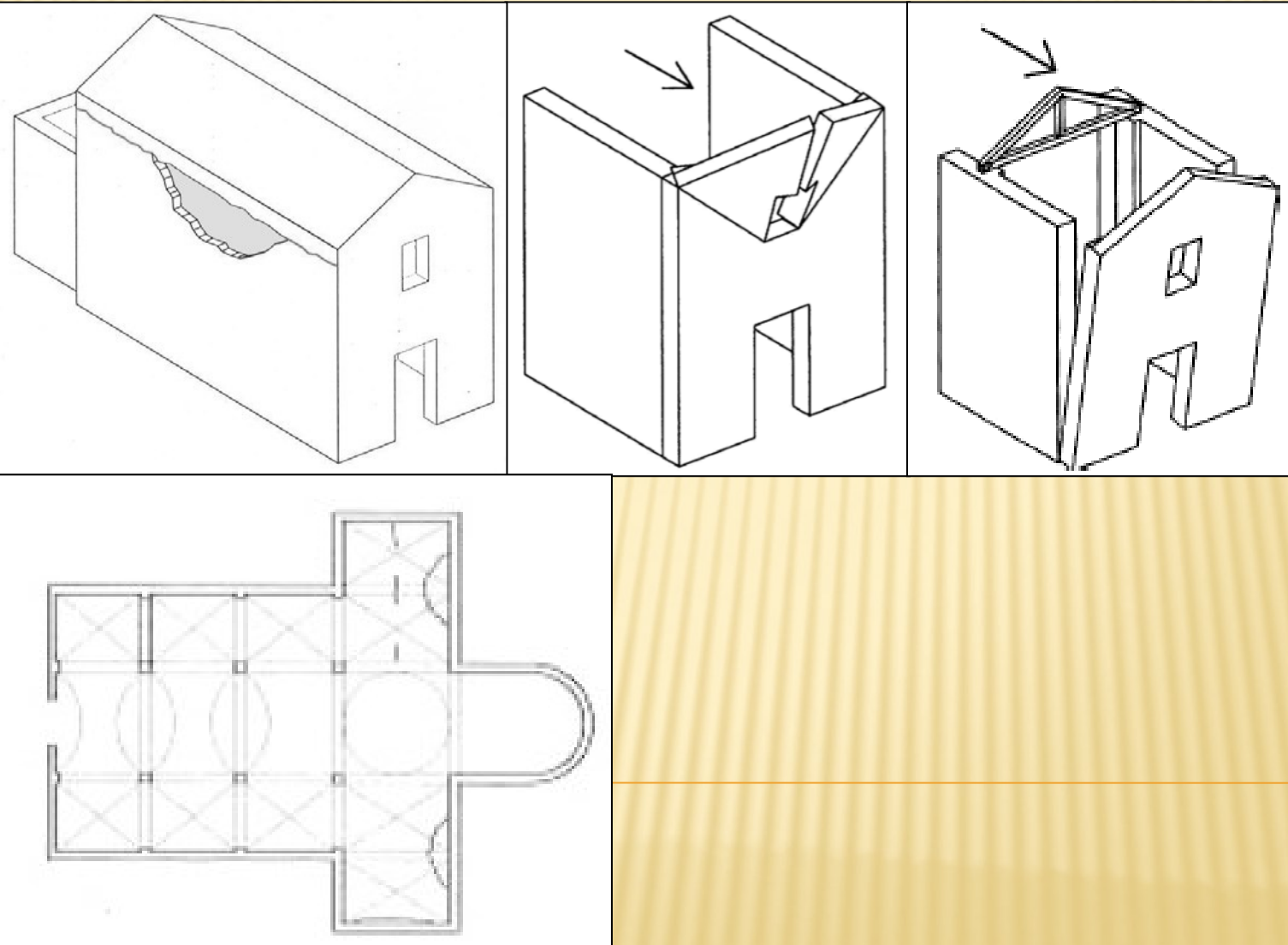
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

25/2/1695
5/11/1738

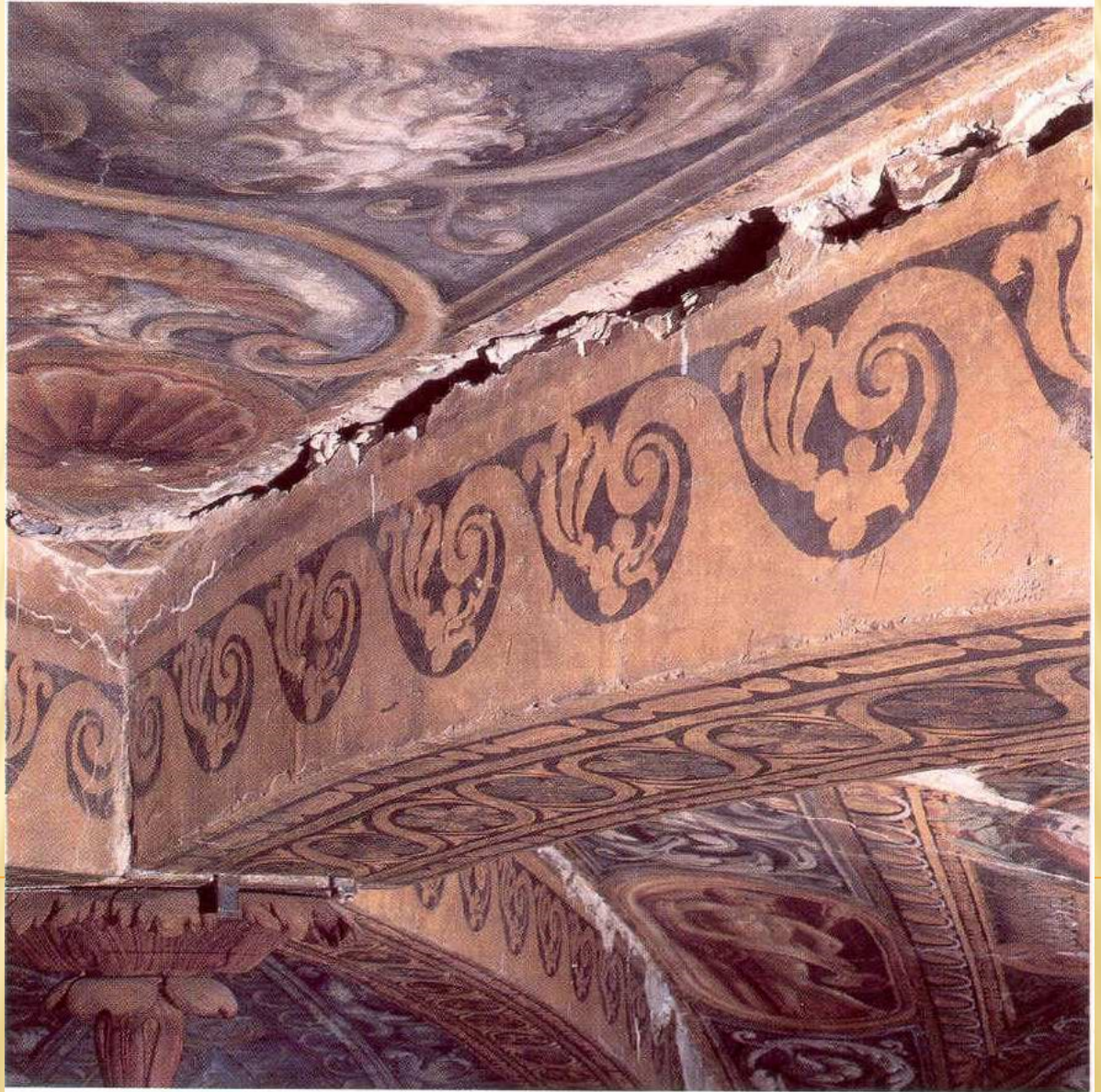
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



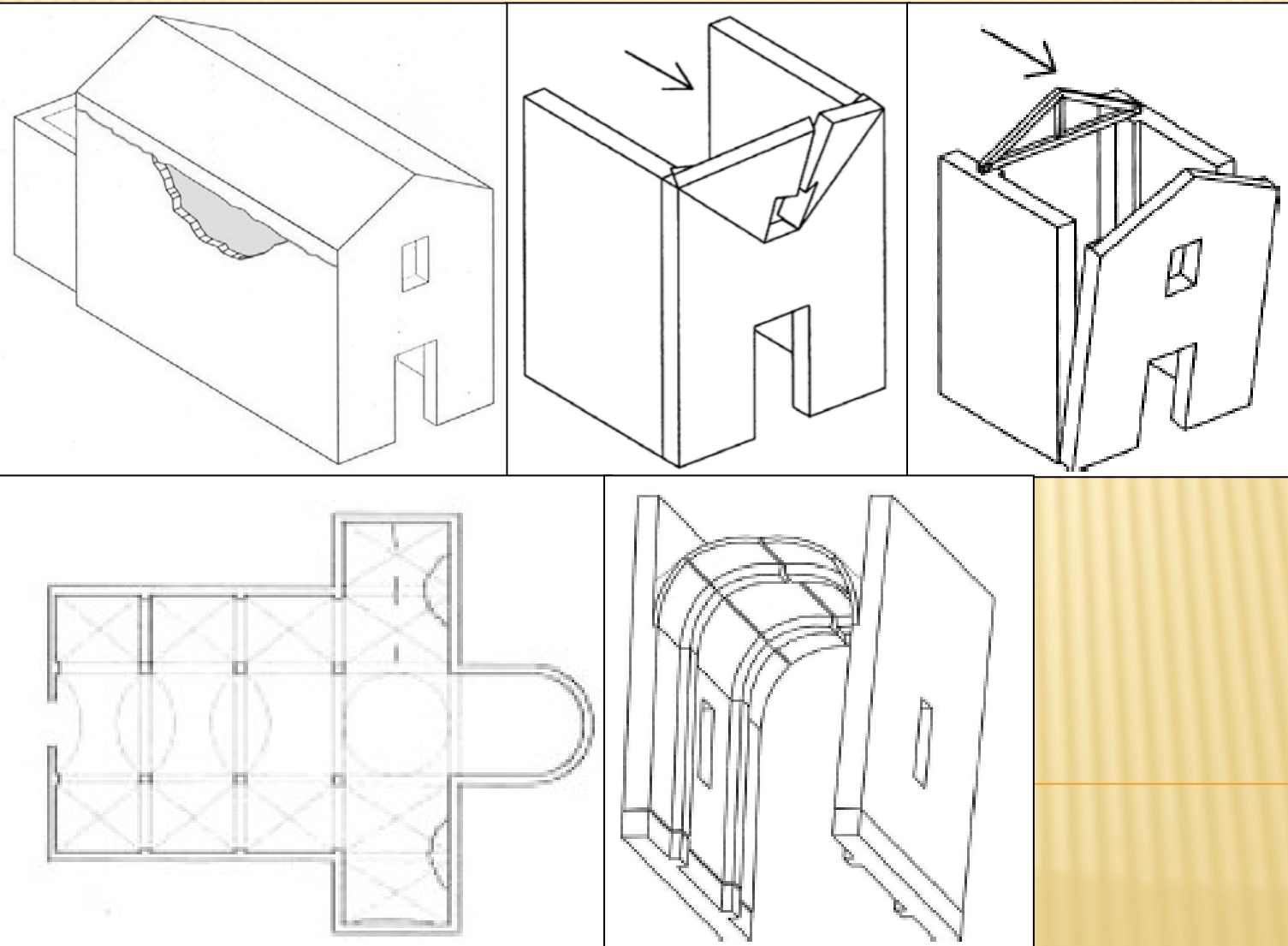
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

15/7/1971
9/11/1983

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

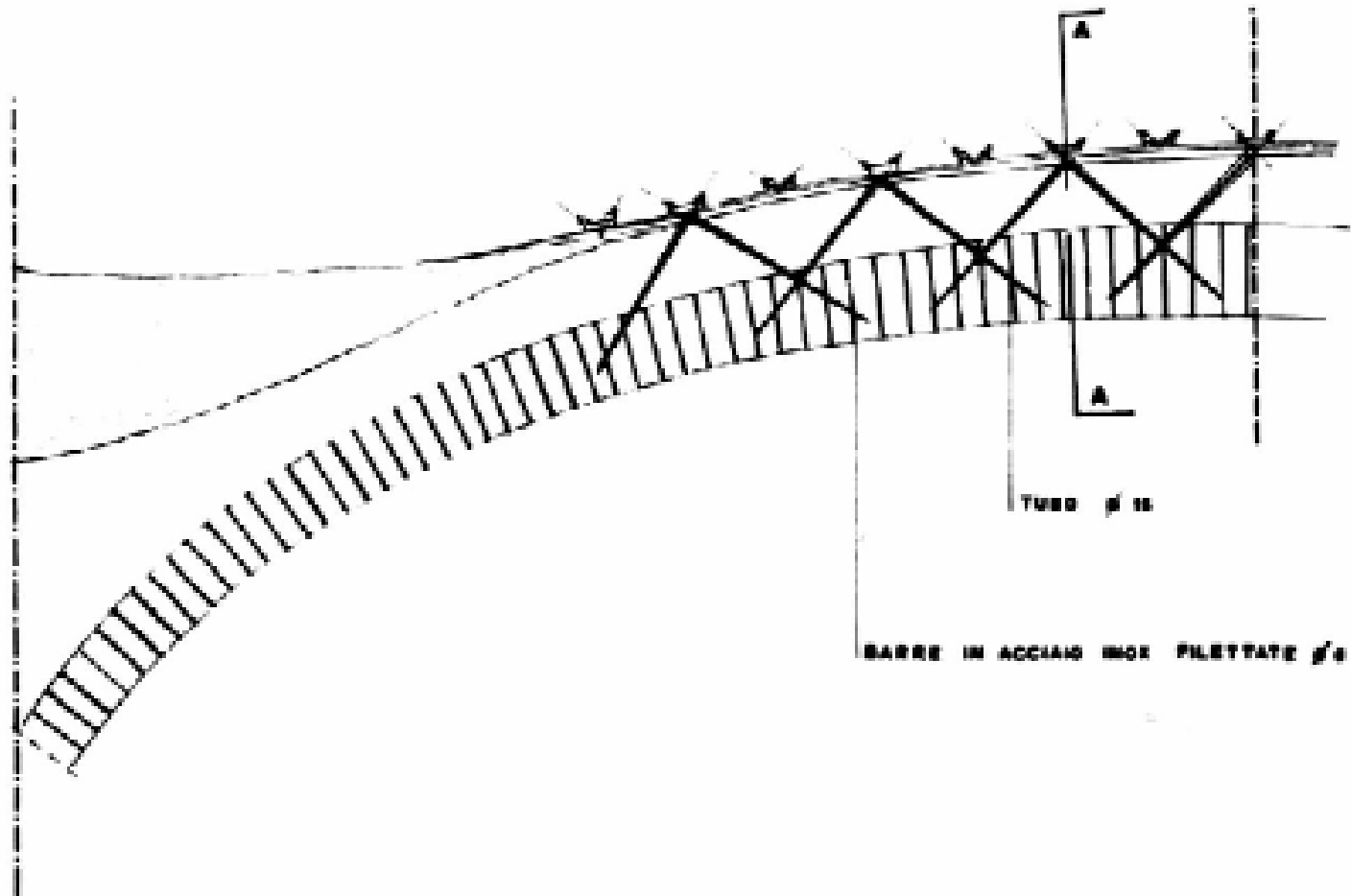


VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

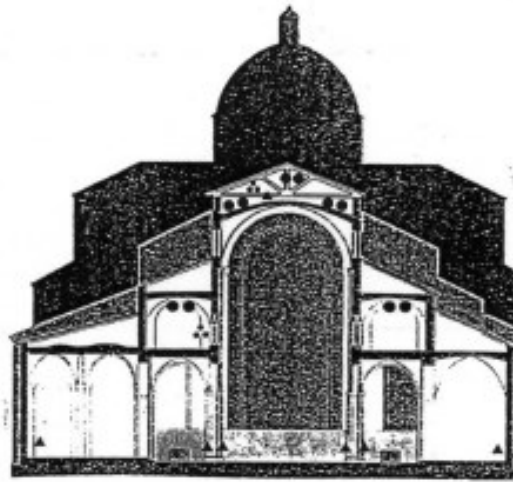


VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

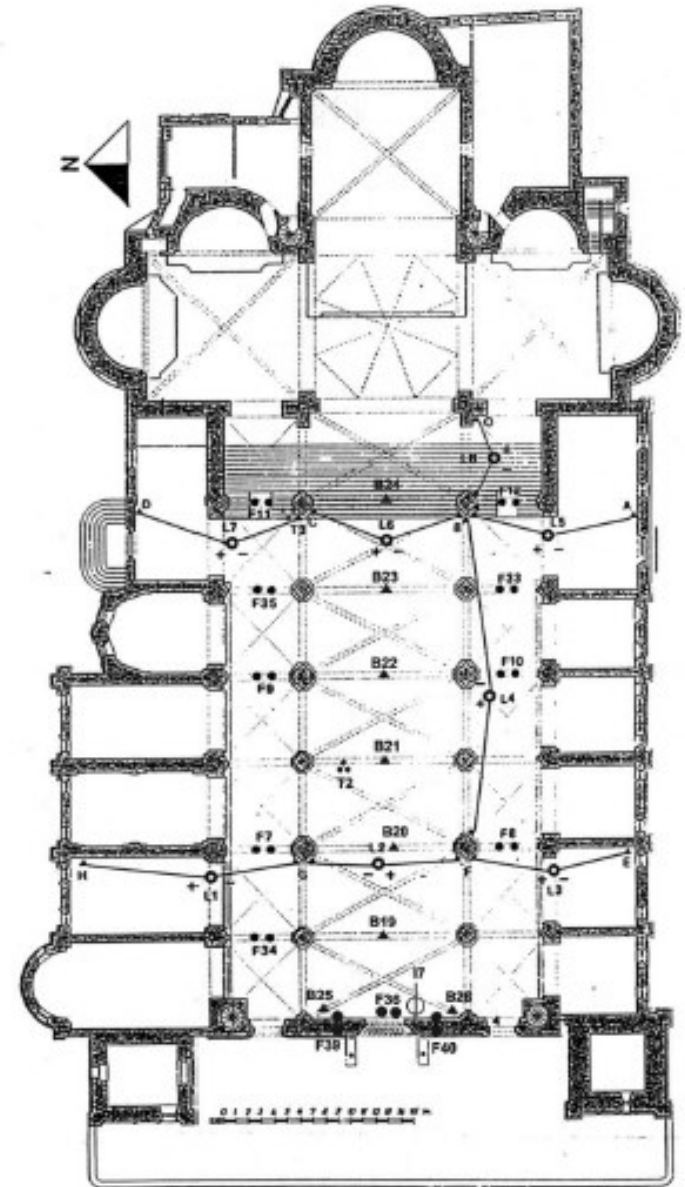
SEZIONE SUL COSTOLONE



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



- ● Fessurimetri
- ▲ Barrette estensimetriche
- ● Livellometri
- ● Inclinometri
- ● Sonde di temperatura



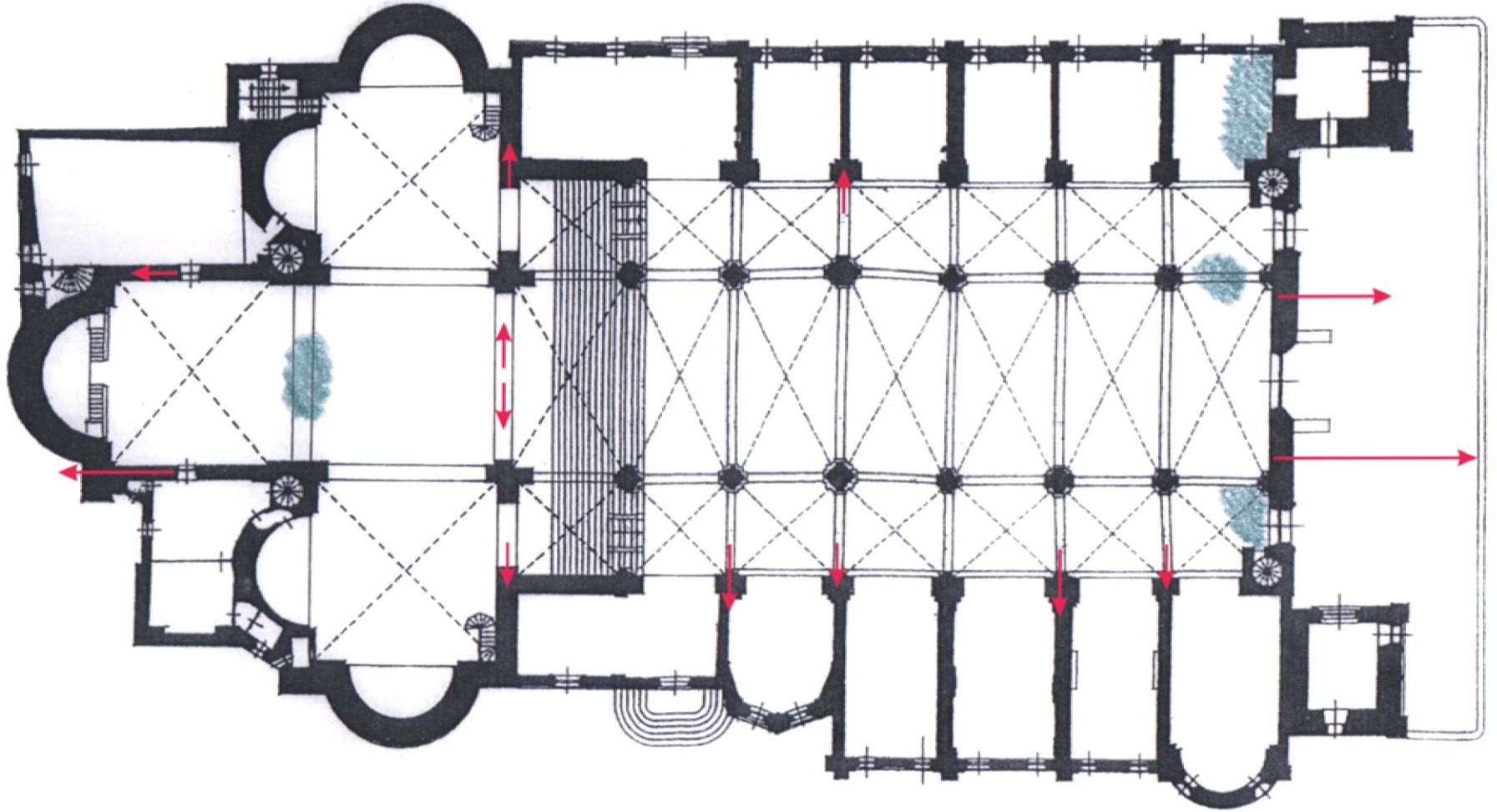
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

24/11/2004

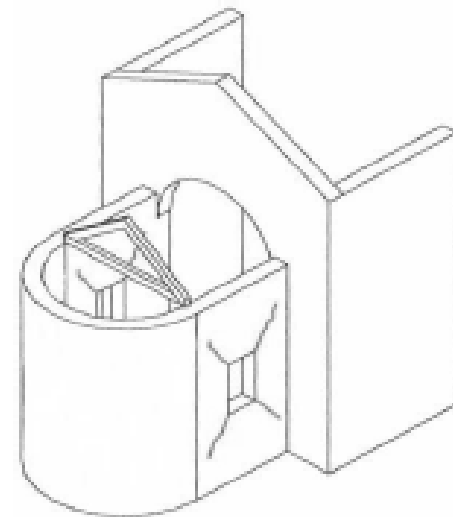
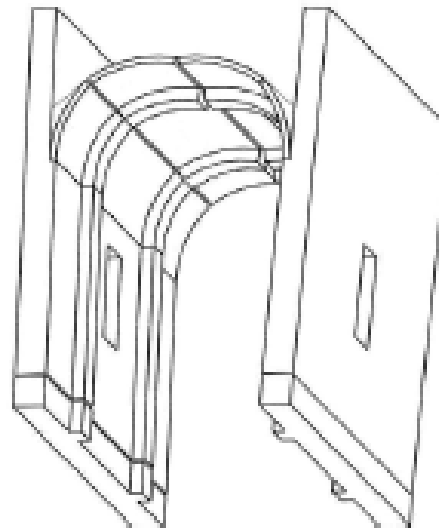
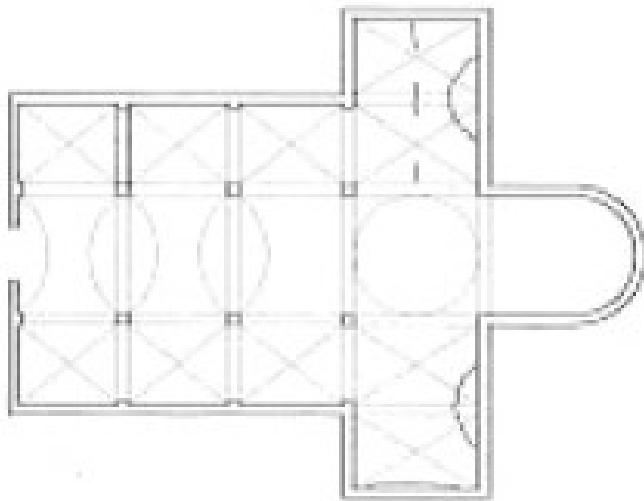
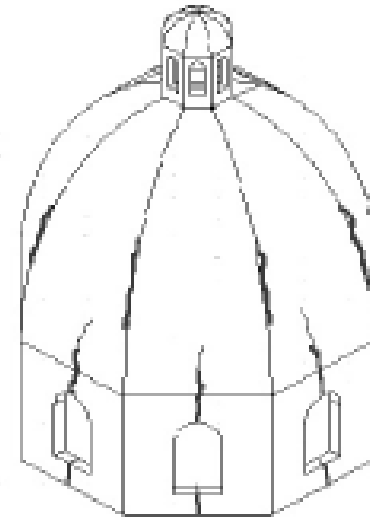
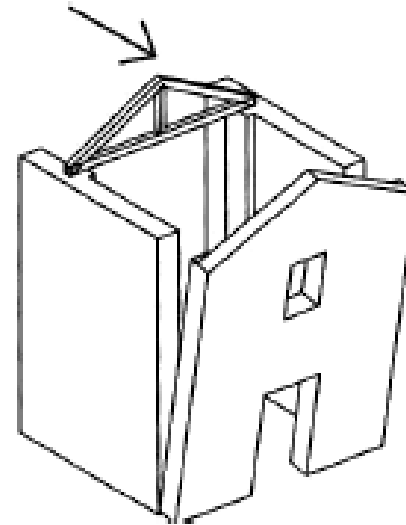
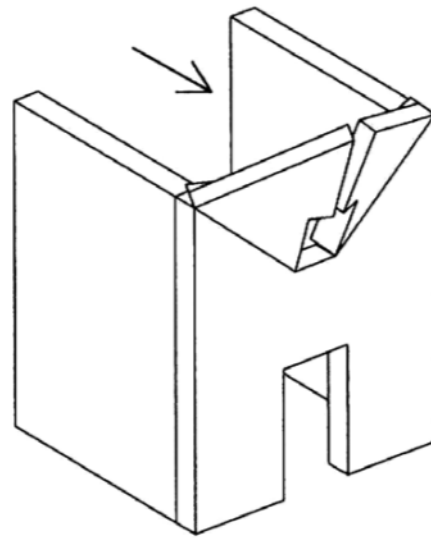
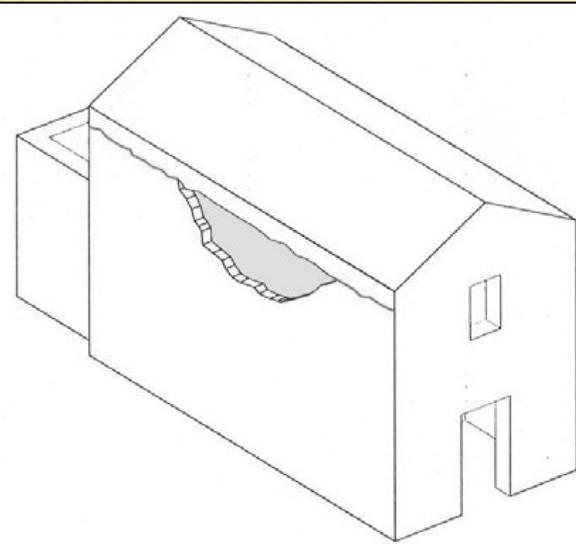
VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA

23/12/2008

27/1/2012

20/5/2012

VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



VULNERABILITA': IL DUOMO DI PARMA



CONCLUSIONI

- ✕ Come in molti altri campi, anche in quello sismico «*historia magistra vitae*». In particolare ci insegna:
 - + Dove, con che intensità e frequenza sono accaduti i terremoti e quindi dove possiamo attenderceli
 - + Come hanno reagito gli edifici, mostrandoci i loro punti deboli
 - + Che per ottenere risultati attendibili e utili bisogna lavorare insieme, togliendo ognuno i propri paraocchi





Grazie per l'attenzione