



*L'anima singolare di un
edificio straordinario*

(La sorprendente struttura celata)

27_10_2015

M.F.Berta_G.Caruso_F.Foce_C.Riminesi



Chiesa di S. Maria Addolorata. Aspetto esterno apparentemente “tradizionale”...



foto di Luca Nanni

L'interno è al contrario sorprendente. Una selva di capitelli senza colonna, l'intera aula è liberamente percorribile, senza sostegni.

FASI DI PROGETTO



primo progetto

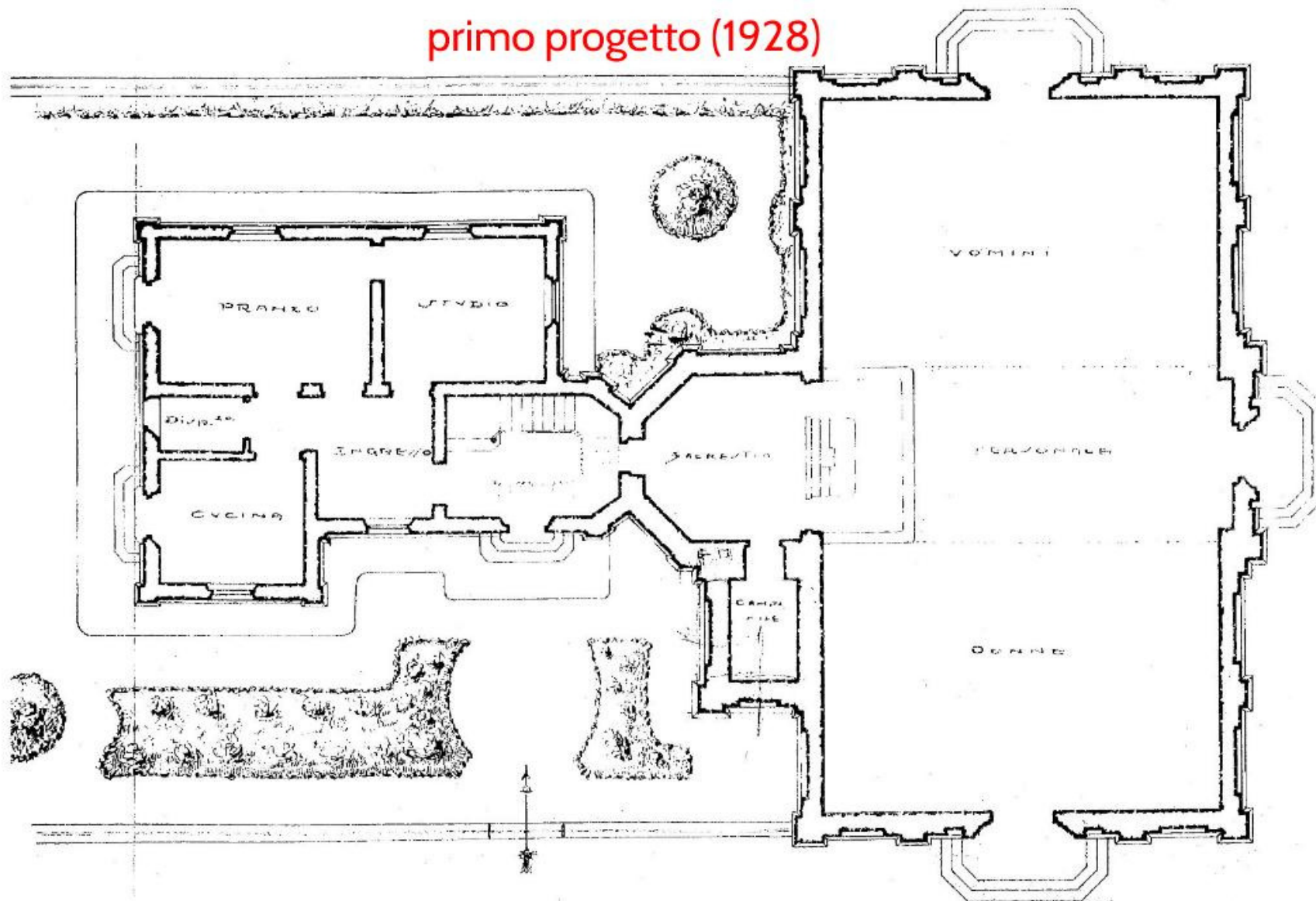
secondo progetto

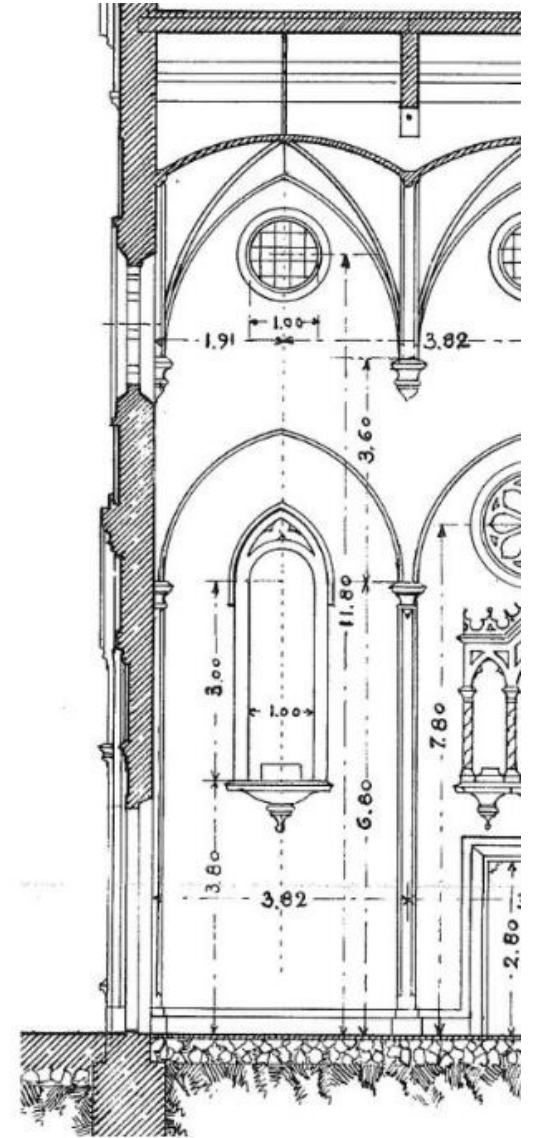
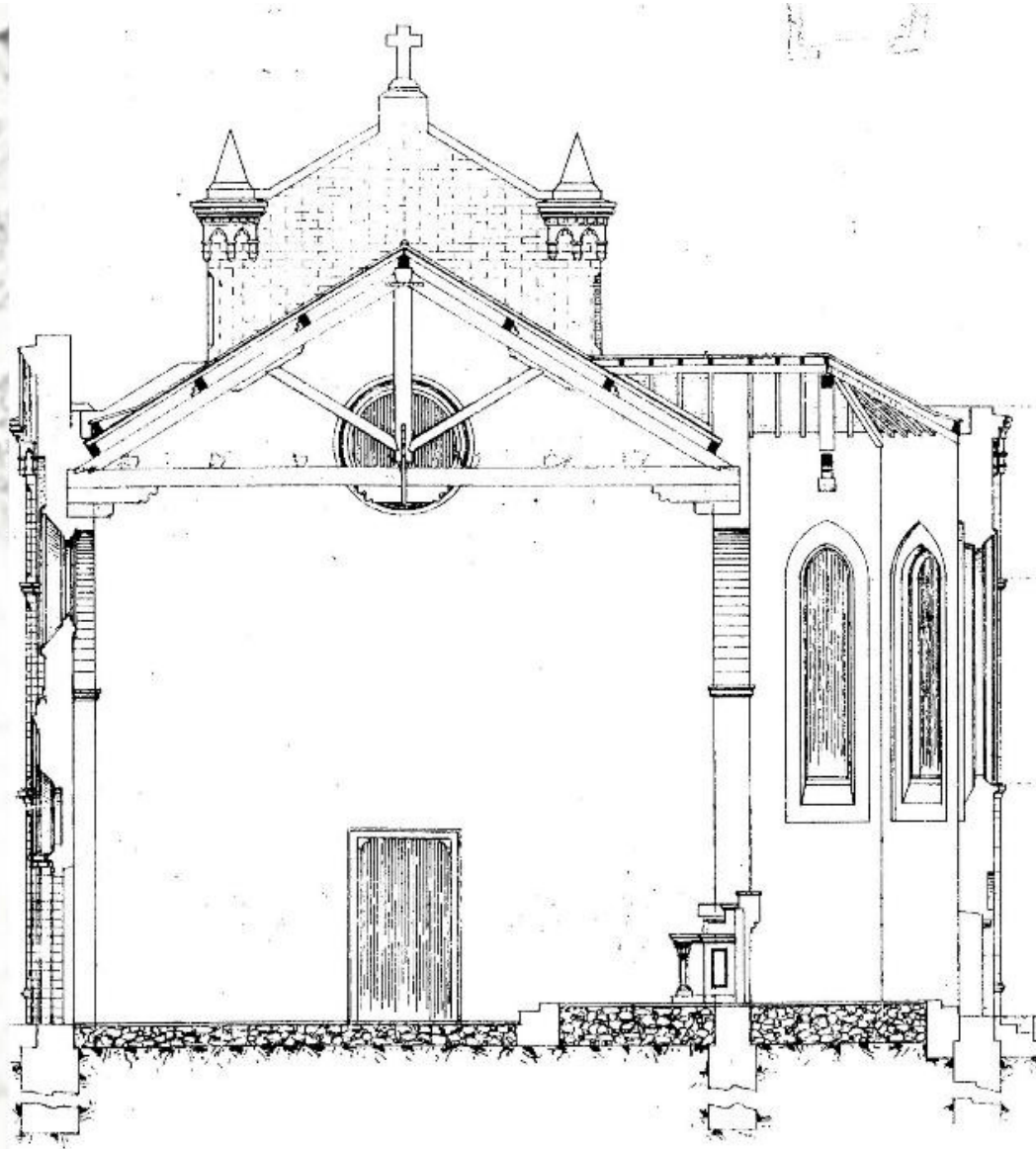
terzo progetto



Dai documenti si è risaliti a tre principali progetti: al primo, di tono minore ma con struttura ancora “classica” si passa alla seconda proposta, che presenta già le caratteristiche del costruito; il terzo progetto prevede l'ampliamento

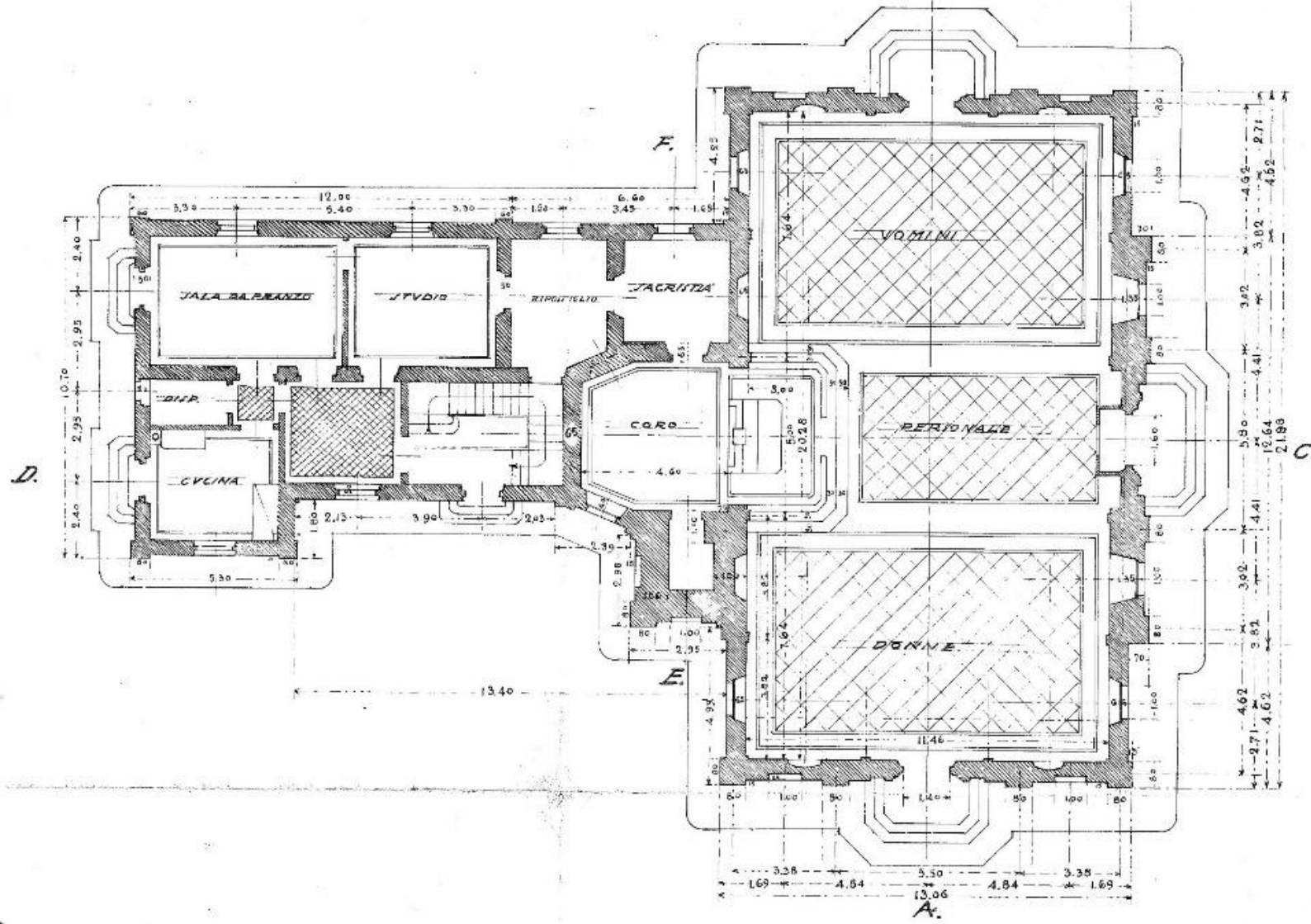
primo progetto (1928)

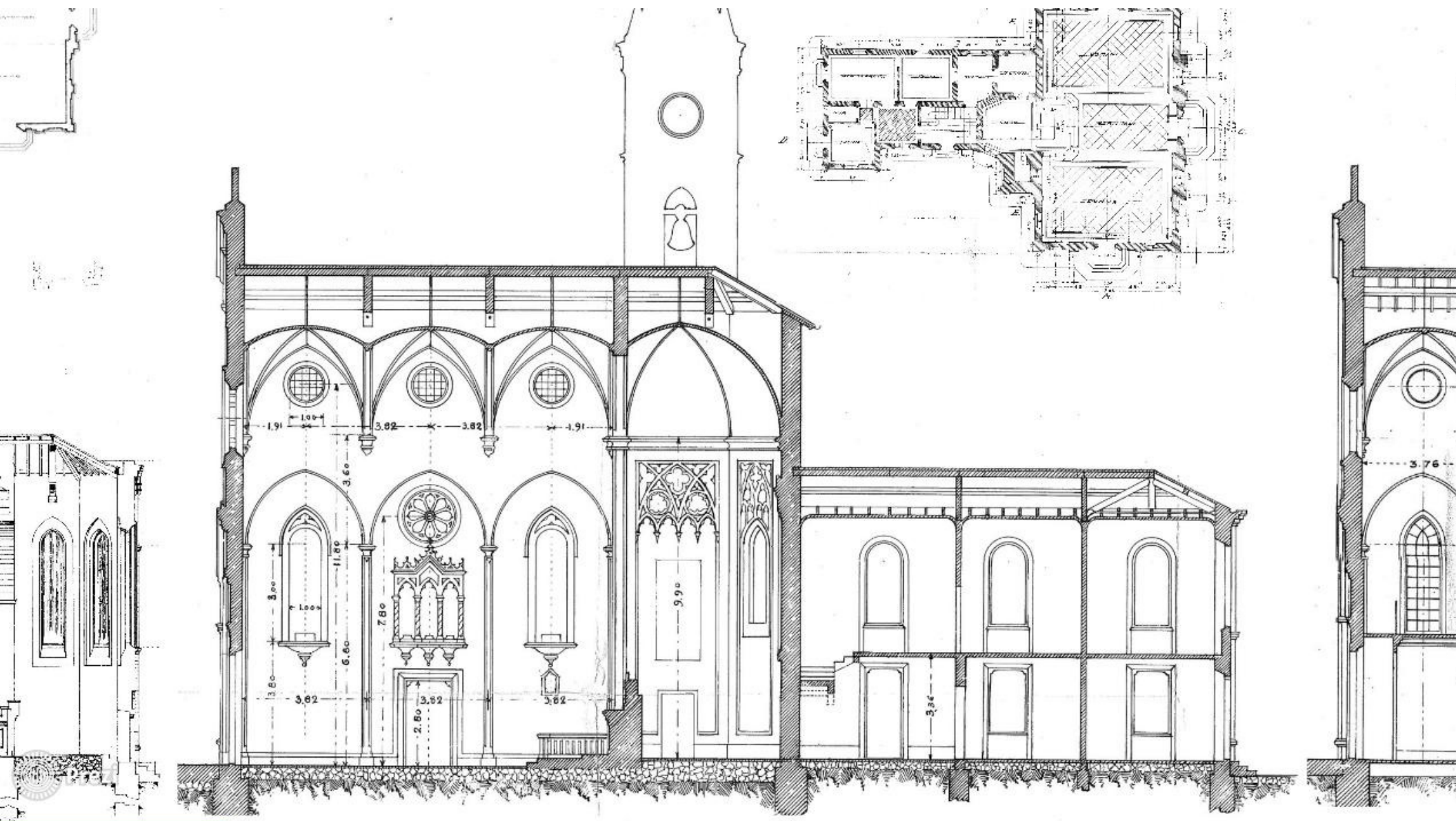




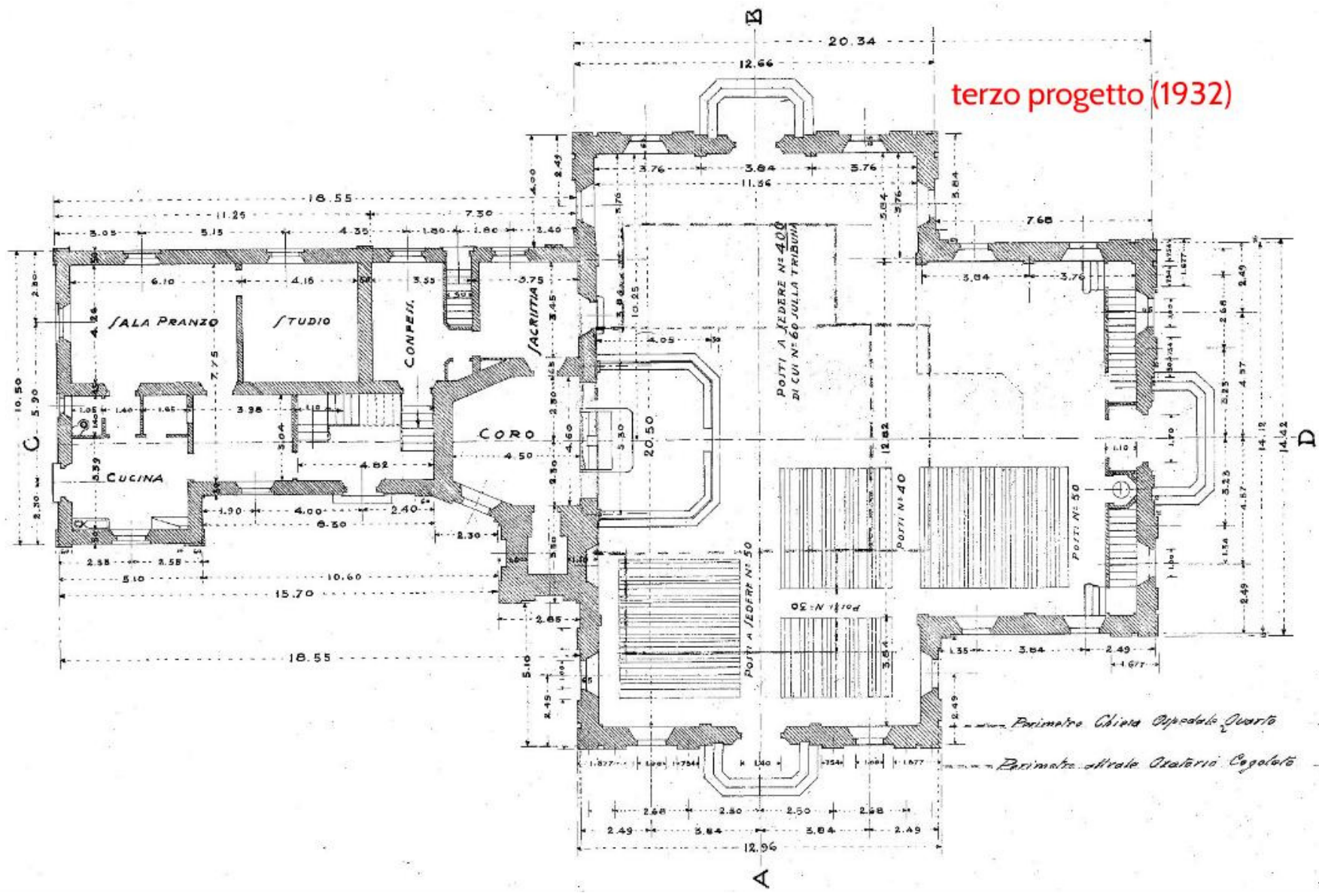
Primo progetto. La struttura di copertura è tradizionale

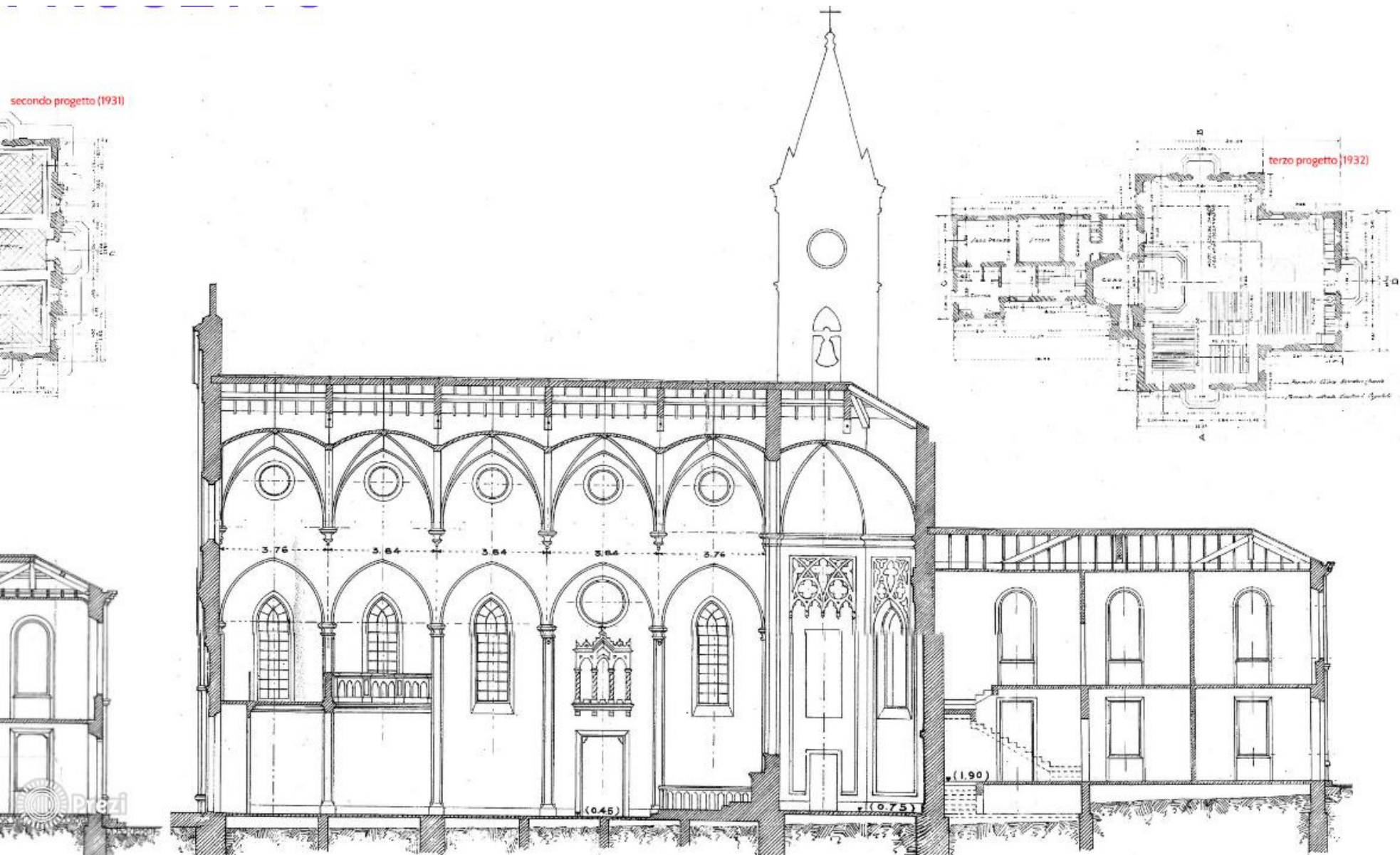
B. secondo progetto (1931)



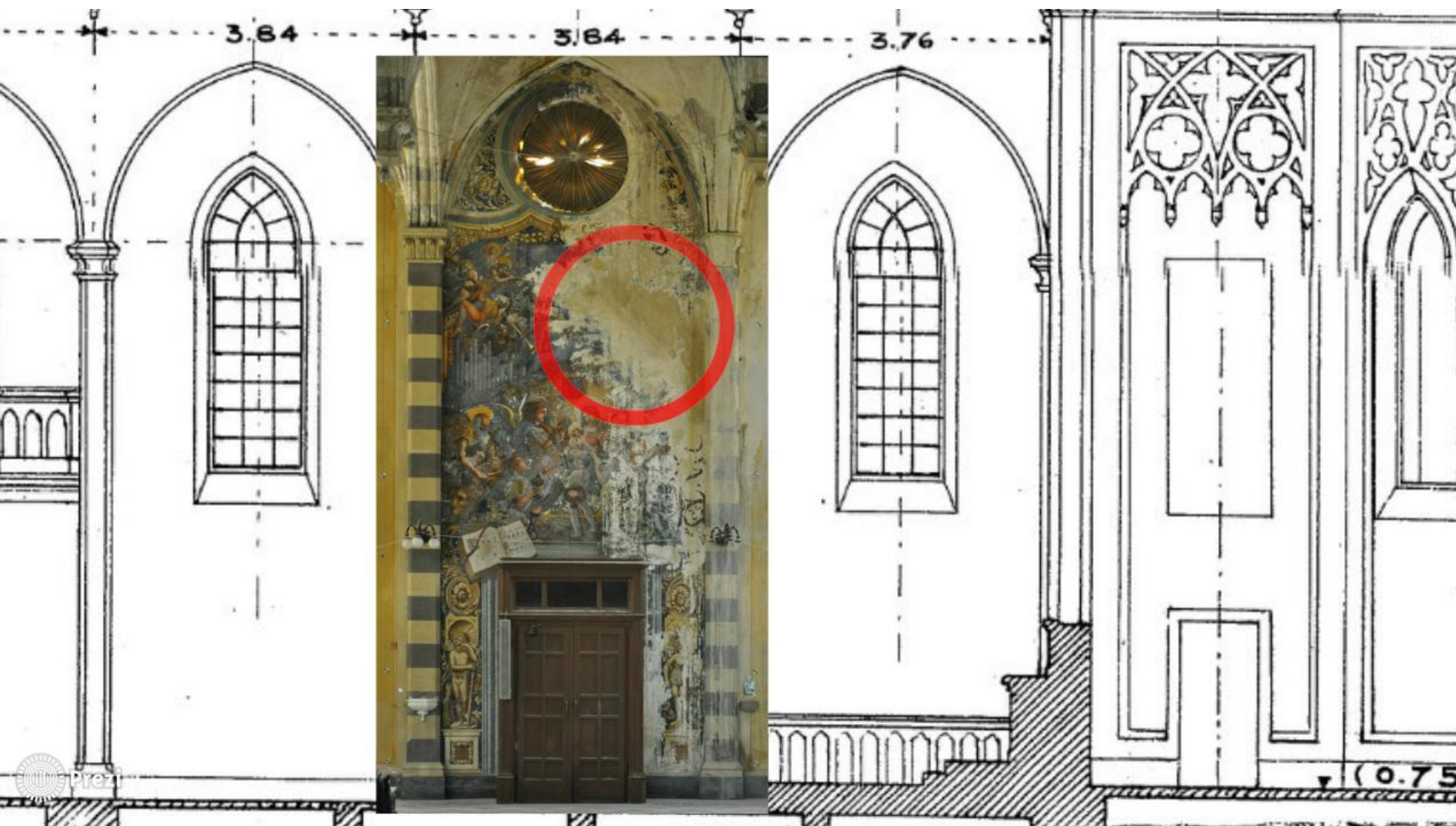


Secondo progetto. Compaiono le volte a crociera.

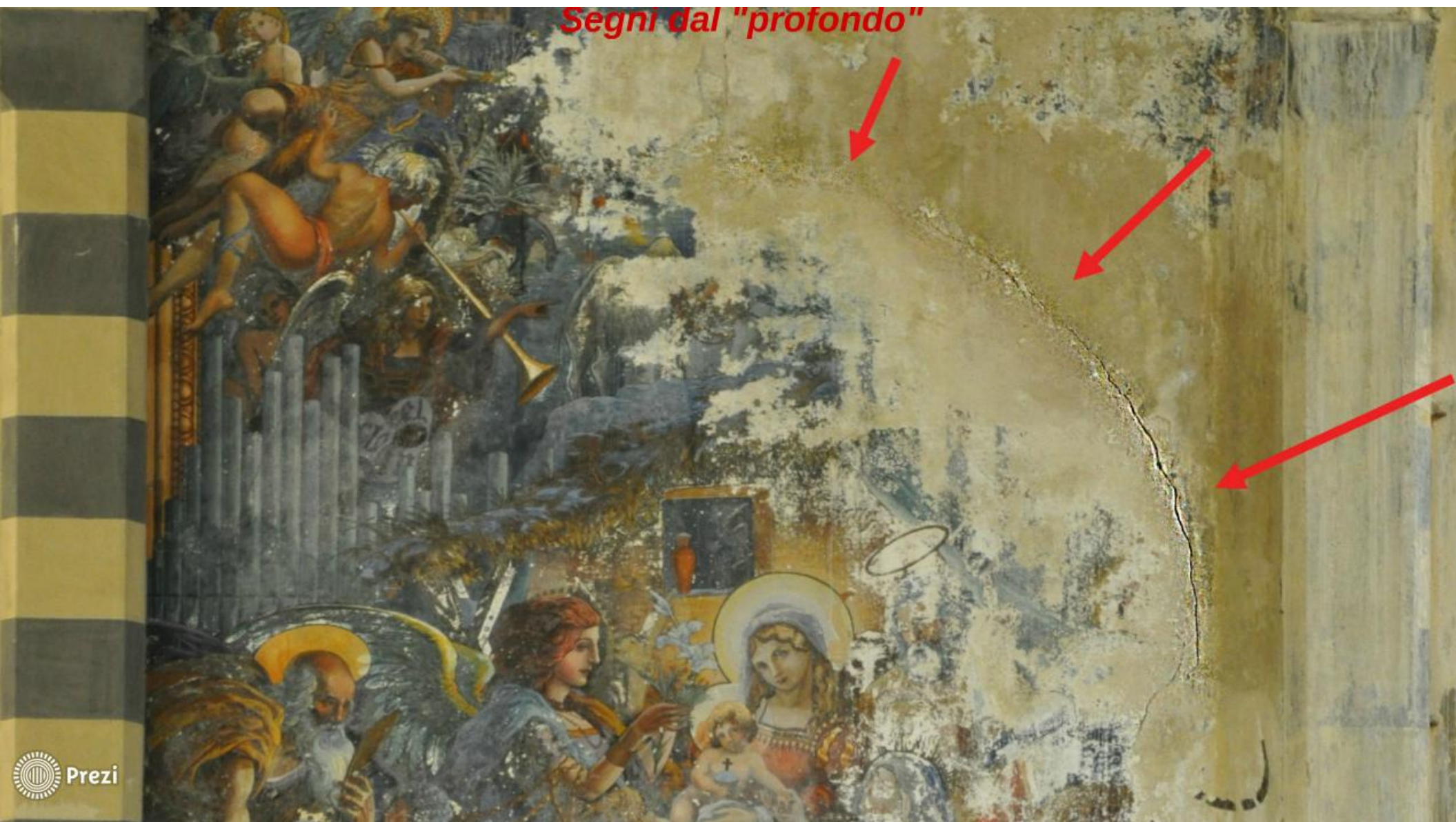




Terzo progetto. L'attuale configurazione. L'intervento di Gino Grimaldi nelle pareti delle controfacciate laterali ancora non è previsto.



Sovrapposizione con lo stato attuale. Nel cerchio si può notare un fenomeno fessurativo



La lesione con maggior contrasto. Appare di forma regolare.

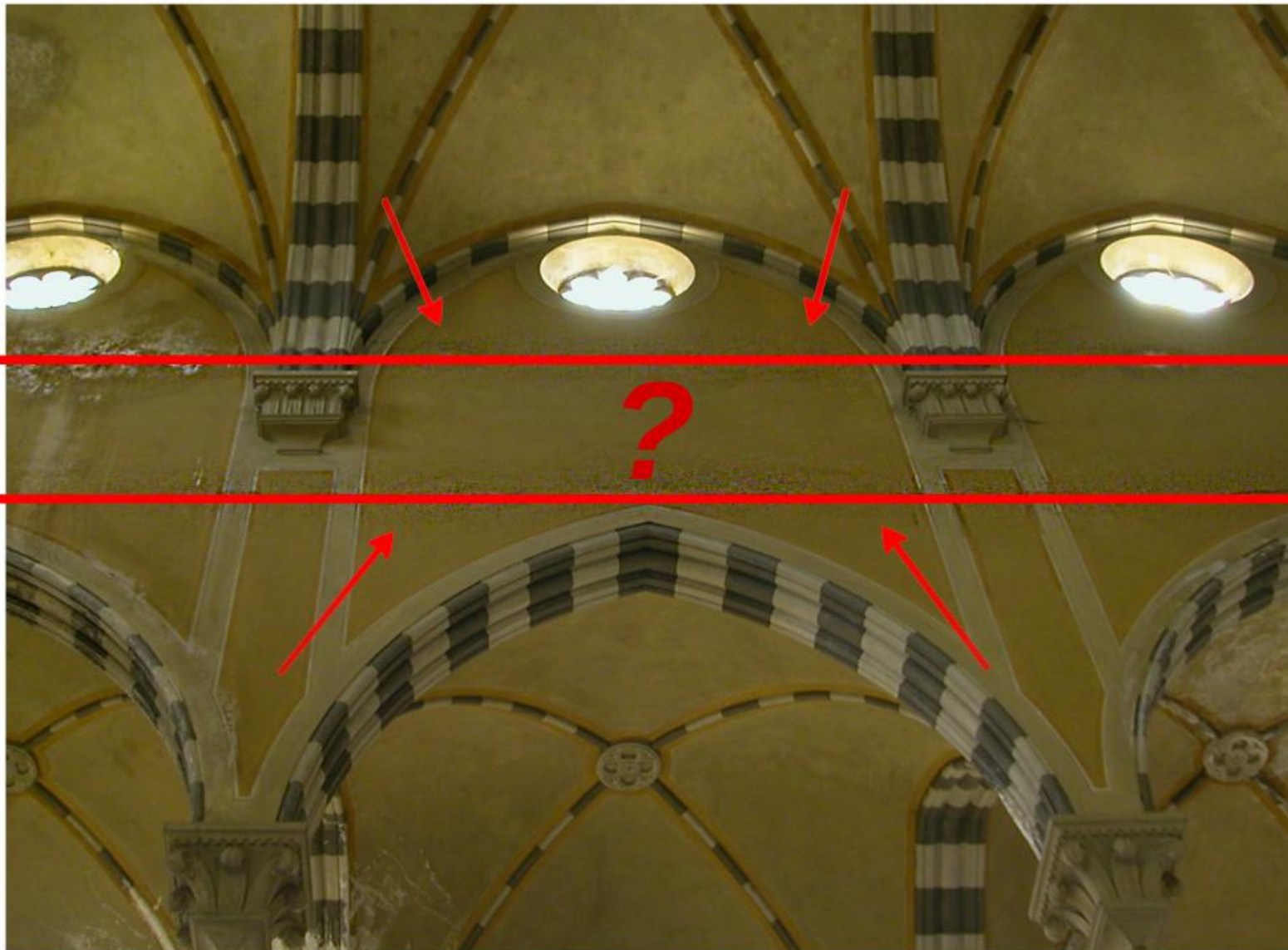


La medesima lesione è riscontrata all'esterno. Dalla sovrapposizione si nota la definizione geometrica a semicerchio. E' indice di una discontinuità nella struttura dell'edificio.

Discontinuità strutturali



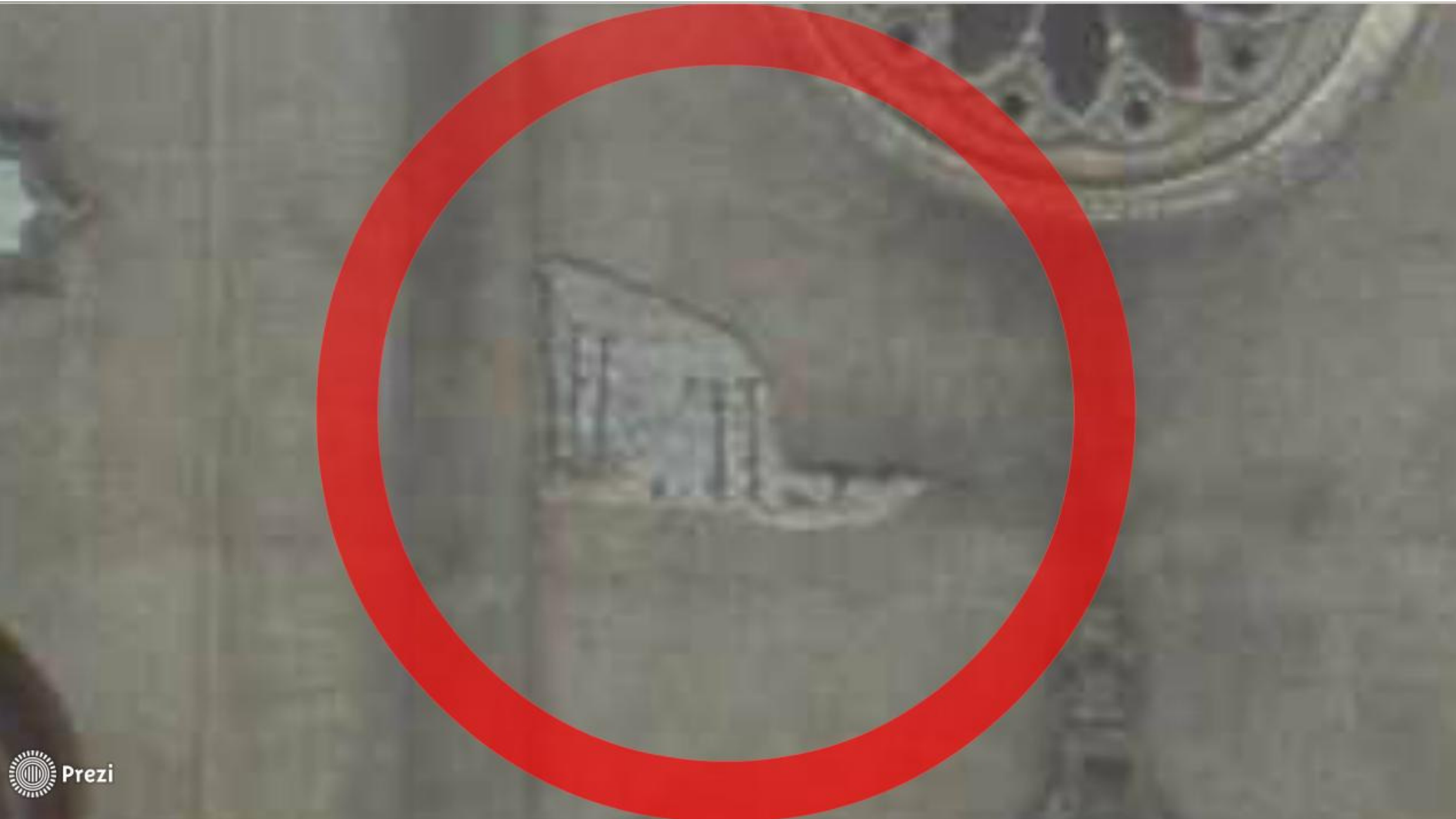
Il blocco del portale è separato rispetto alla struttura muraria.



Internamente si notano, all'altezza della navata centrale sopra le arcate, due lesioni ad andamento orizzontale. Cosa si può evincere? Può essere il segno della struttura di sostegno dei capitelli sospesi?



Ulteriori segni della struttura interna dell'edificio sono visibili in una fotografia ripresa prima di un recente intervento di ritonacatura.



Emergono dei ferri di una struttura in calcestruzzo armato.



Il "valore aggiunto" di un rilievo 3d

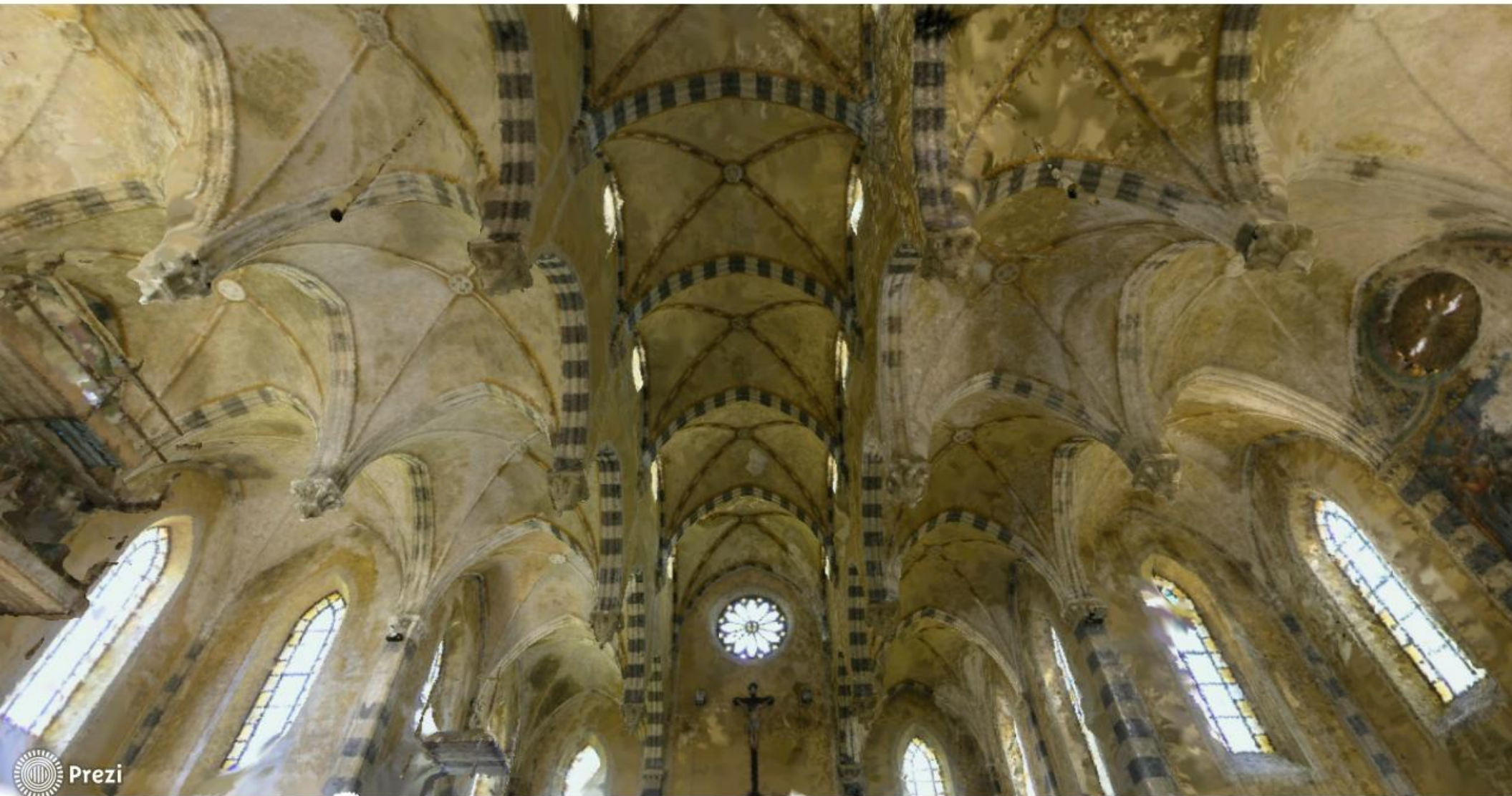


Immagine del rilievo sperimentale 3d. Grazie a questa tipologia di rilievo è possibile ricavare facilmente informazioni visive e geometriche, oltre che sui fenomeni di degrado presenti.

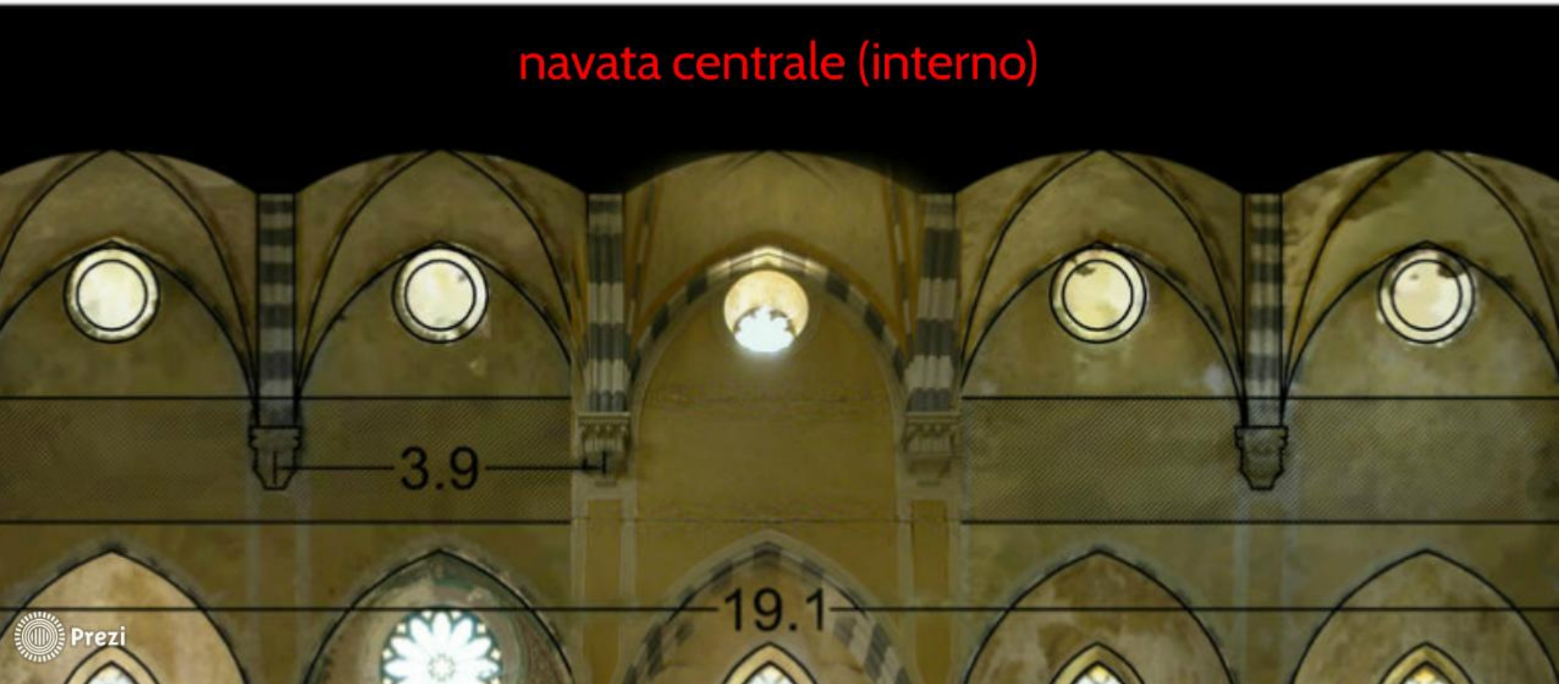


Sezioni dell'edificio su base proiezioni ortogonali del rilievo 3d

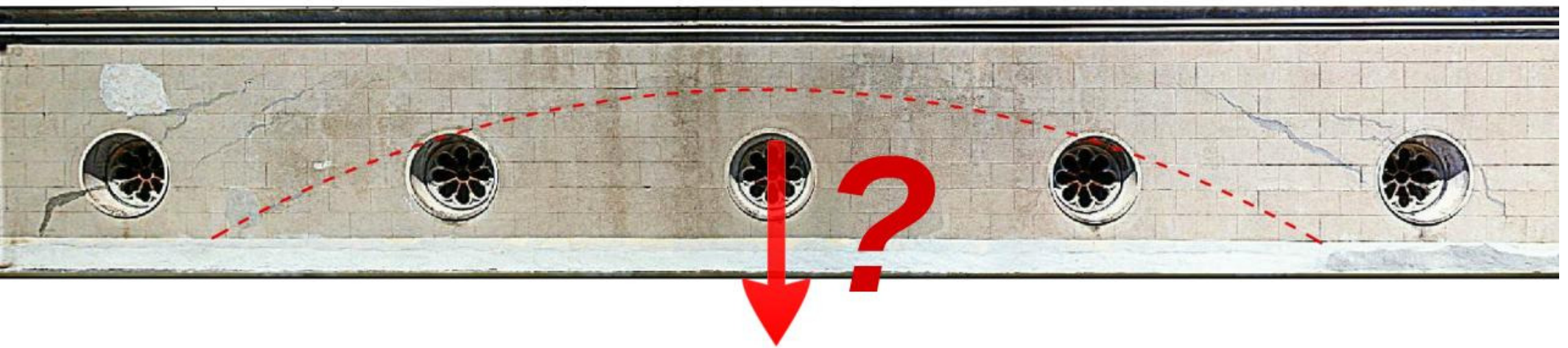


Sulla proiezione si è eseguito il tracciamento delle lesioni orizzontali. Una delle ipotesi è che la lesione rendesse evidente la configurazione strutturale nascosta, con una alta trave di 1,5 m a reggere la muratura della navata centrale, le volte appese, le coperture

navata centrale (interno)



navata centrale (esterno)



La navata centrale, esternamente, presenta una lesione ad arco. Può essere segno di un cedimento o, come verificato altrove, è l'evidenziazione di qualcosa di differente?

il contributo fondamentale dei documenti

c)- l'inevitabile obbligo di ricorrere a speciali strutture in cemento armato (travi Vierendeel, Cantilever, e solai a sbalzo) per reggere il tetto della navata centrale ed il matroneo, senza ricorrere a sostegni intermedi che ostacolerebbero la visuale e non sono quindi voluti perchè i malati possano da qualsiasi punto della Chiesa vedere liberamente il Celebrante;

Nei documenti ritrovati mancano proprio le informazioni sulla struttura dell'edificio: non sono presenti i particolari costruttivi del calcestruzzo armato. Tra i numerosi documenti reperiti si trovano comunque riferimenti puntuali. La modifica tra la seconda e la terza versione di progetto ha visto un notevole aumento della luce della navata. Risulta mutato anche l'approccio alla struttura di sostegno.

In senso longitudinale, alla corsia centrale corrisponde una pseudo navata, al fondo della quale si trova l'altare maggiore. Detta navata, alta 15 m., supera di oltre 5 metri l'altezza della restante parte della Chiesa ed è sostenuta, non essendovi pilastri o colonne intermedie, da due travature ad arco parabolico in cemento armato, che hanno una luce netta di 20 metri, un'altezza di 5 metri e portano un carico totale di 240 Tonn. Gli archi sono a forma parabolica, allo scopo di permettere lateralmente l'apertura di "occhi di bue" per meglio illuminare la navata, e la spinta degli archi è assorbita da tiranti pure in cemento armato.

La copertura del tempio è stata ottenuta con volte gotiche sospese, sostenute da apposite armature di ferro alle quali è stato assicurato il soffitto in graticcio : è riuscita perciò di un effetto gradevole senza importare spese soverchie.

Nella cronaca dell'inaugurazione, all'interno della prosopopea e ampollosità tipiche del ventennio, sono contenuti numerosi riferimenti alla particolarità della struttura.



Una ipotesi ricostruttiva della seconda versione ricavata dai dati reperiti tra i documenti. La trave, per una luce minore rispetto all'attuale costruzione, era progettata con altezza di 2 m.

terzo progetto

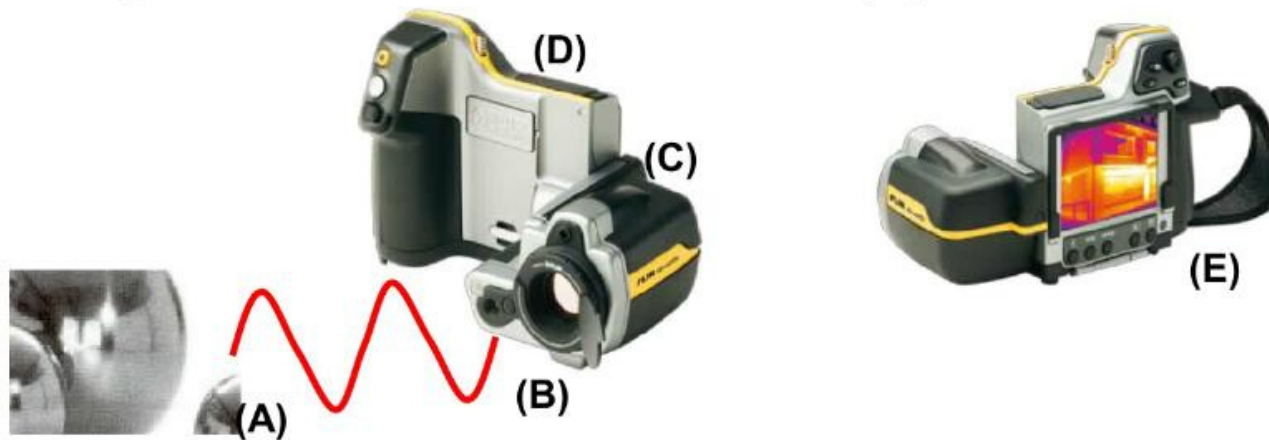


un aiuto dalle analisi termografiche

Non si sono trovate informazioni specifiche e puntuali per l'attuale configurazione. Come verificare una struttura non visibile senza ricorrere a strumenti invasivi? Grazie al contributo del CNR di Firenze attraverso la persona di Cristiano Riminesi è stato possibile scansionare la superficie dell'edificio alla ricerca di risposte.

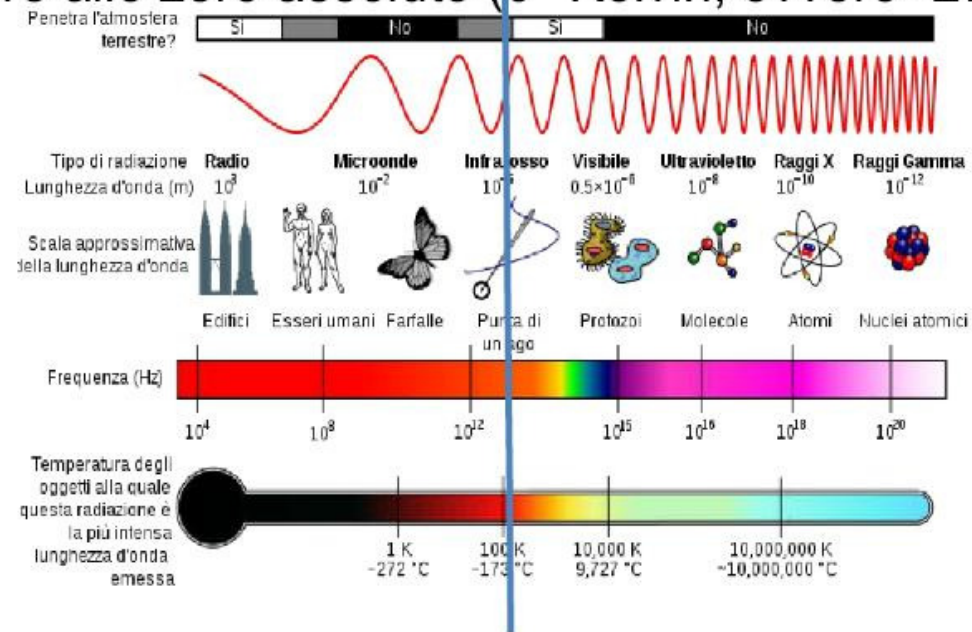
La termografia IR

- L'energia all'infrarosso (A) emessa da un oggetto viene fatta convergere dai componenti ottici (B) verso un detector all'infrarosso (C).
- Il detector invia le informazioni al sensore elettronico (D) per l'elaborazione dell'immagine.
- L'elettronica traduce i dati provenienti dal detector in un'immagine visibile sul monitor LCD (E).



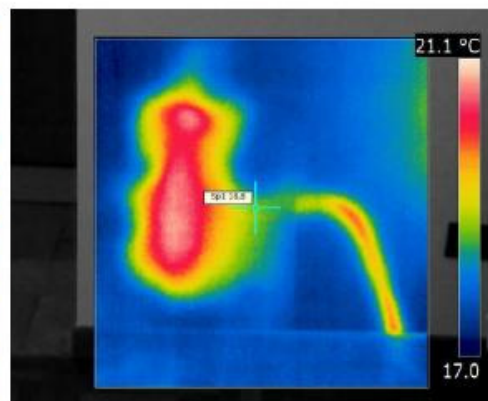
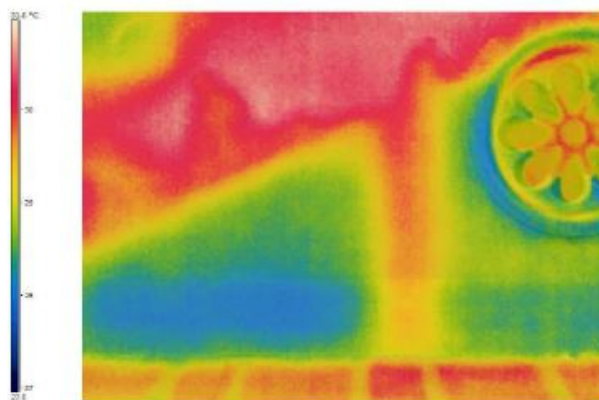
IR Termico e lo spettro elettromagnetico

- La radiazione IR si trova tra il VIS e le Microonde.
- La principale sorgente di radiazione infrarossa è il calore (radiazione termica)
- Ogni oggetto ha una propria temperatura di emissione ed è superiore allo zero assoluto (0° Kelvin, ovvero $-273,15^{\circ}\text{C}$)



La termocamera

- La termocamera trasforma un'immagine ad infrarossi in un'immagine radiometrica, sulla quale è possibile leggere i valori della temperatura
- Ogni pixel dell'immagine radiometrica può essere vista come una misurazione puntuale di temperatura della superficie



Localizzazione del
circuito di
alimentazione di un
calorifero

La termocamera

- Termocamera FLIR mod. B425, misura le radiazioni IR rilevate nel suo campo di vista e nel suo intervallo spettrale ($7-15\mu\text{m} \rightarrow 600-1400\text{cm}^{-1}$);
- È determinata la temperatura della superficie dell'oggetto in funzione di:
 - Emissività dell'oggetto (ϵ);
 - Riflettività dell'oggetto (ρ);
 - e della compensazione per la temperatura riflessa (RTC = Reflected Temperature Compensation).



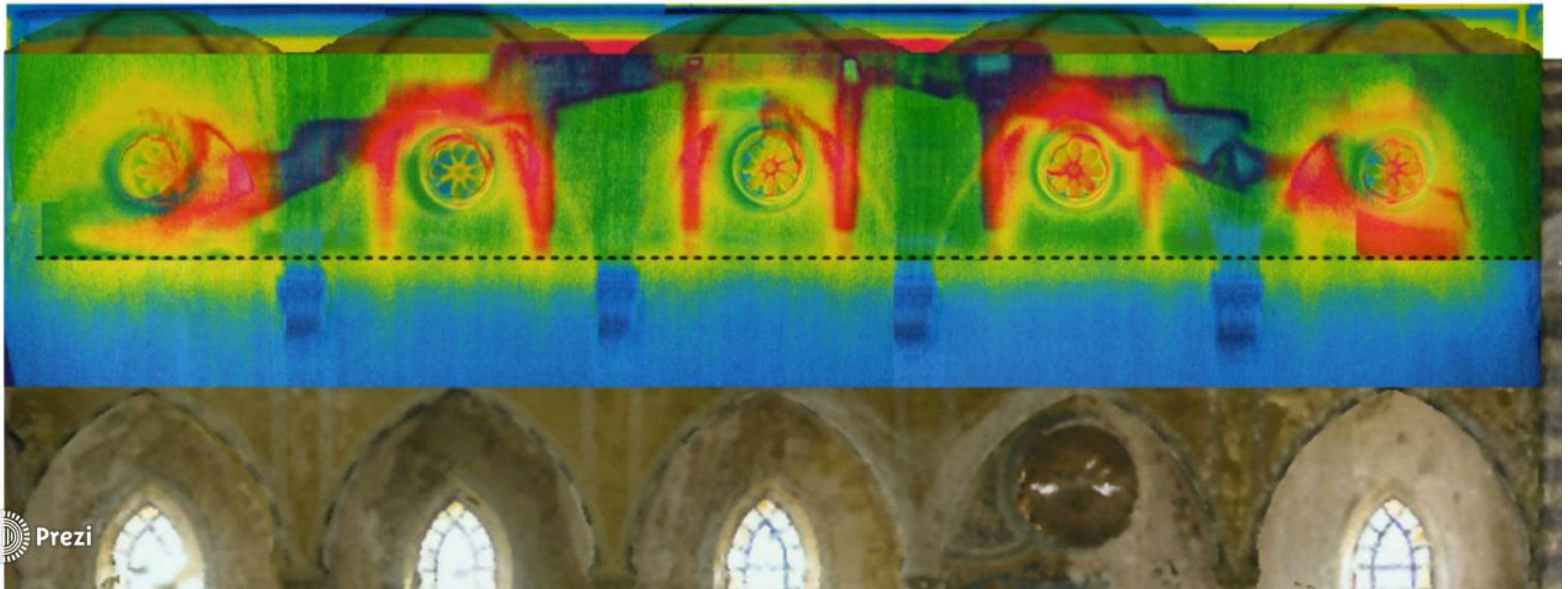
Applicazioni della Termografia IR

- È una tecnica diagnostica non invasiva
- Misura della temperatura superficiale di oggetti e manufatti (in particolare strutture murarie)
- Identificazione di anomalie strutturali (distacchi dell'intonaco, dis-omogeneità nella tessitura/struttura muraria, presenza di presenza di umidità)
- Monitoraggio e controllo dell'efficacia e della durabilità di interventi di risanamento e/o di restauro



Questo il risultato del montaggio di diverse riprese agli IR sulla navata laterale. E' perfettamente visibile la presenza di un "arco parabolico", come veniva definita la struttura nel documento dell'anonimo cronista dell'epoca.

trave Vierendeel



Anche dall'interno si nota perfettamente la tipologia strutturale. Questa immagine è interessante perché al di sotto della zona tratteggiata, l'altezza della falda esterna, è percepibile sono una piccola discontinuità di temperatura, che si può far coincidere con la presenza di una trave di modesto spessore. Inferiormente, su quella che poteva apparire la trave maggiore di 1,5 m non si vedono particolari escursioni termiche, il che escluderebbe la presenza di una trave in c.a.

tipologie strutturali

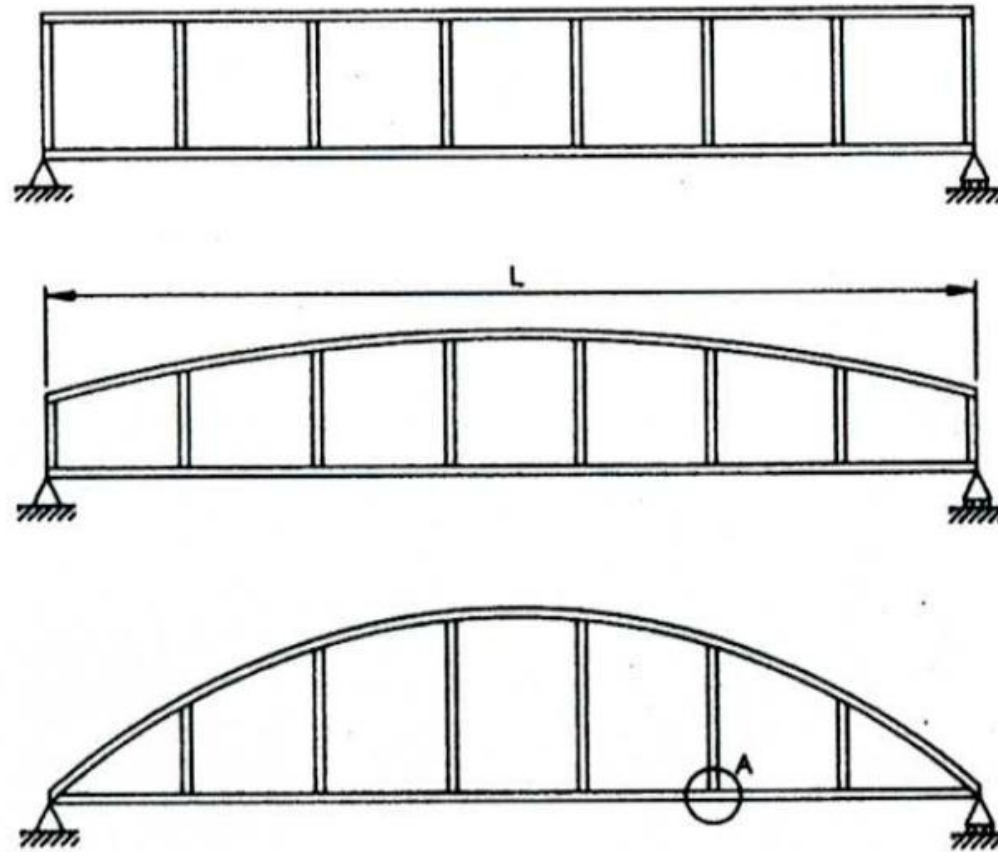
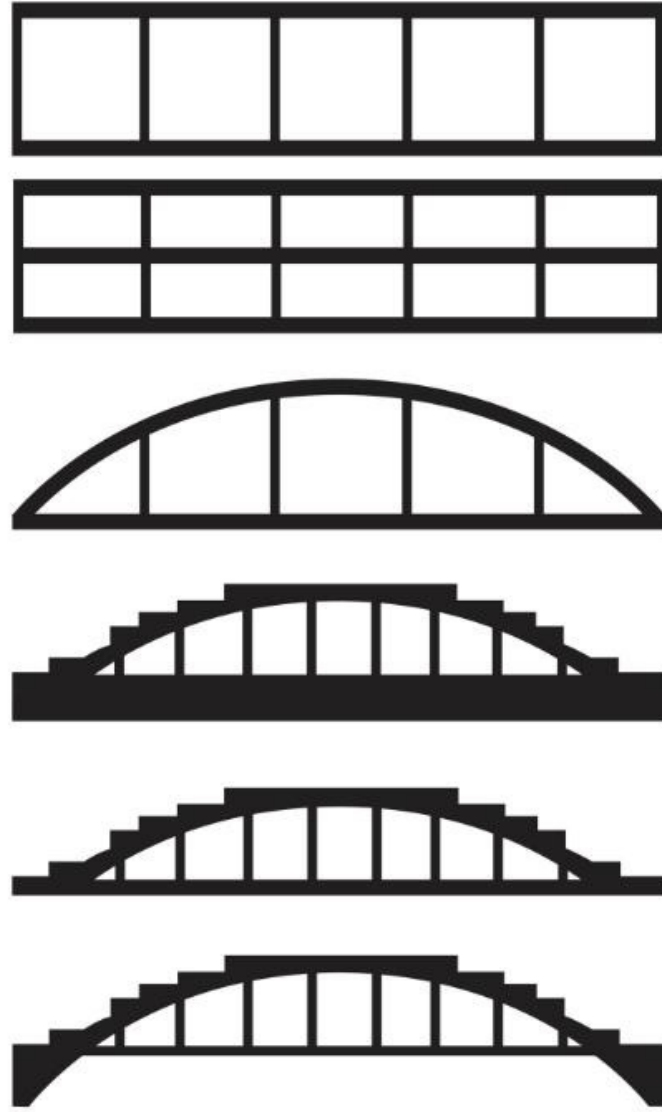
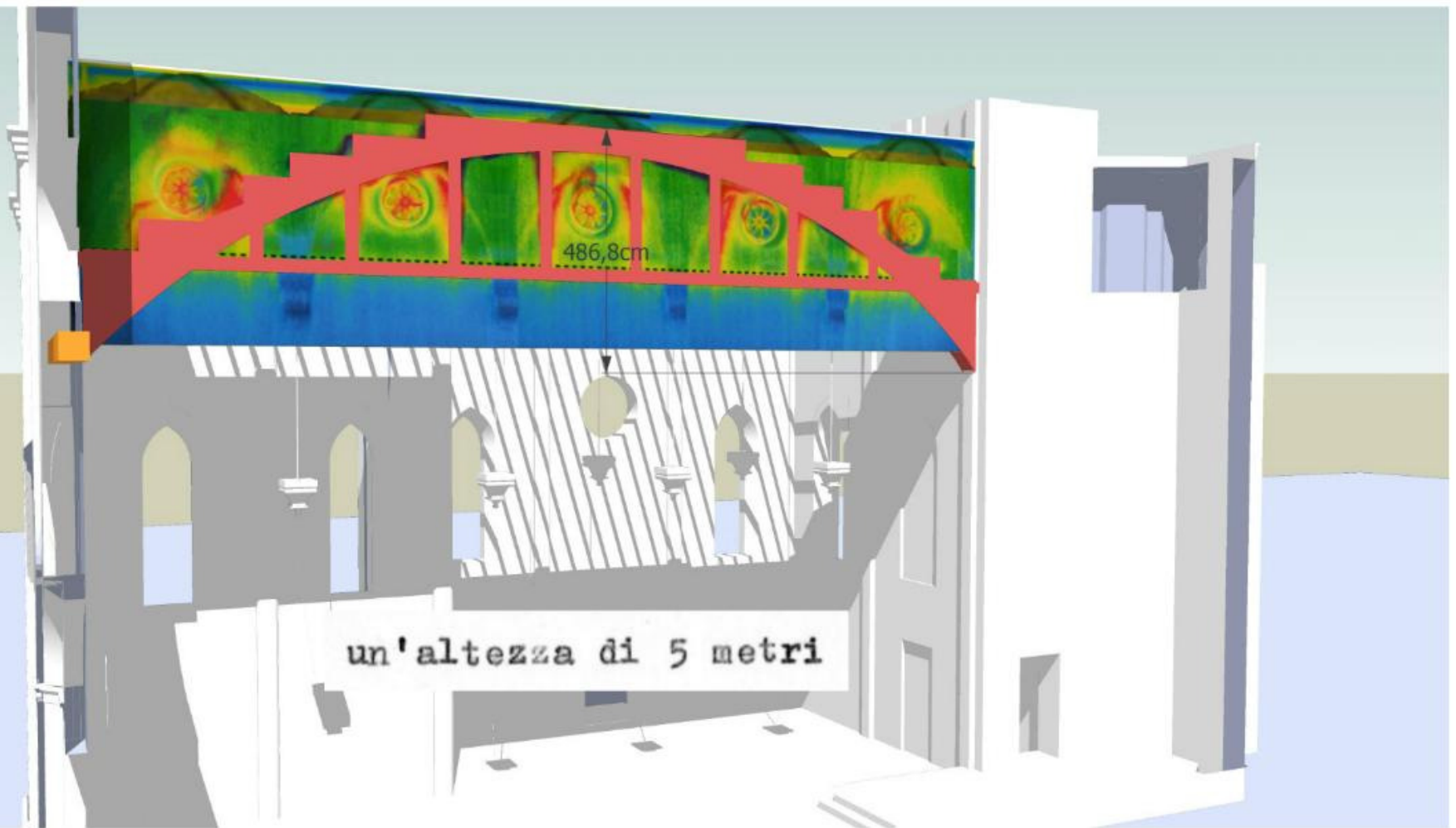


Fig. 12.

ipotesi



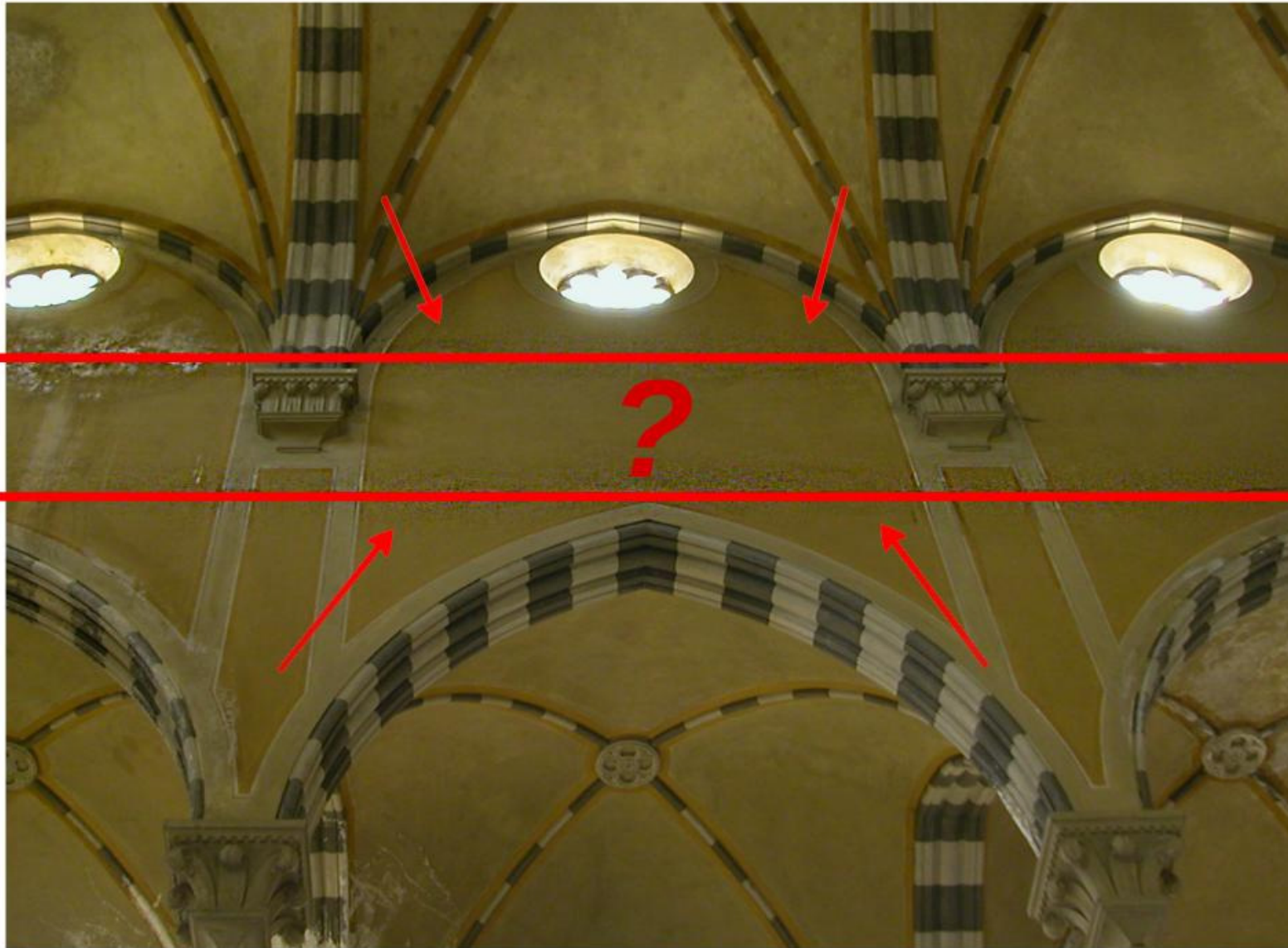


un'altezza di 5 metri

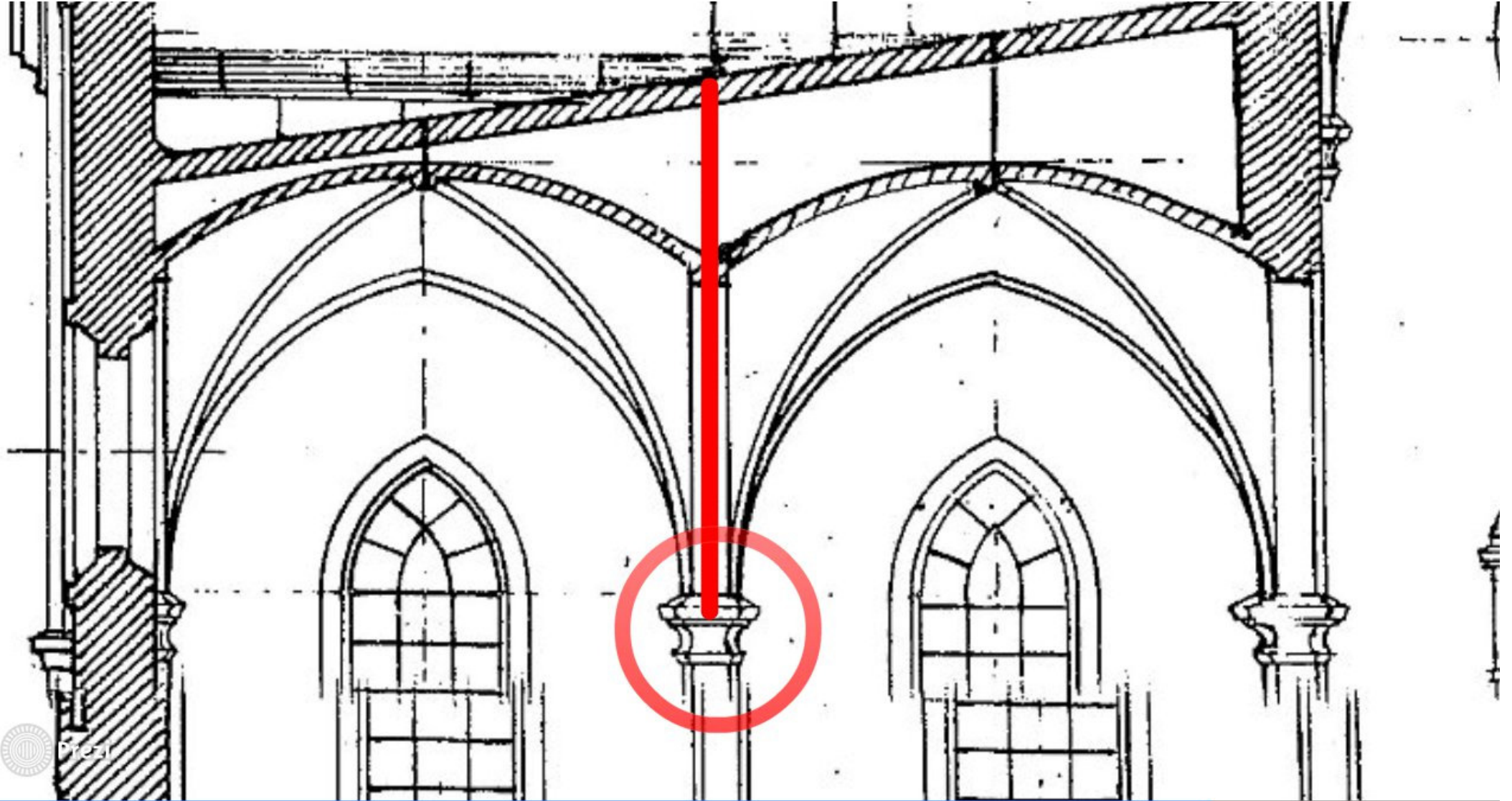
Questo schema rappresenta il modello ipotetico della trave come tracciata dalle immagini IR. L'arco, proseguendo verso il basso, porterebbe l'altezza complessiva ad un valore di circa 5m, esattamente quanto riportato dall'anonimo commentatore.



Ricostruzione 3d della trave Vierendeel e delle strutture appese



Rimane irrisolta la presenza di due lesioni così marcate

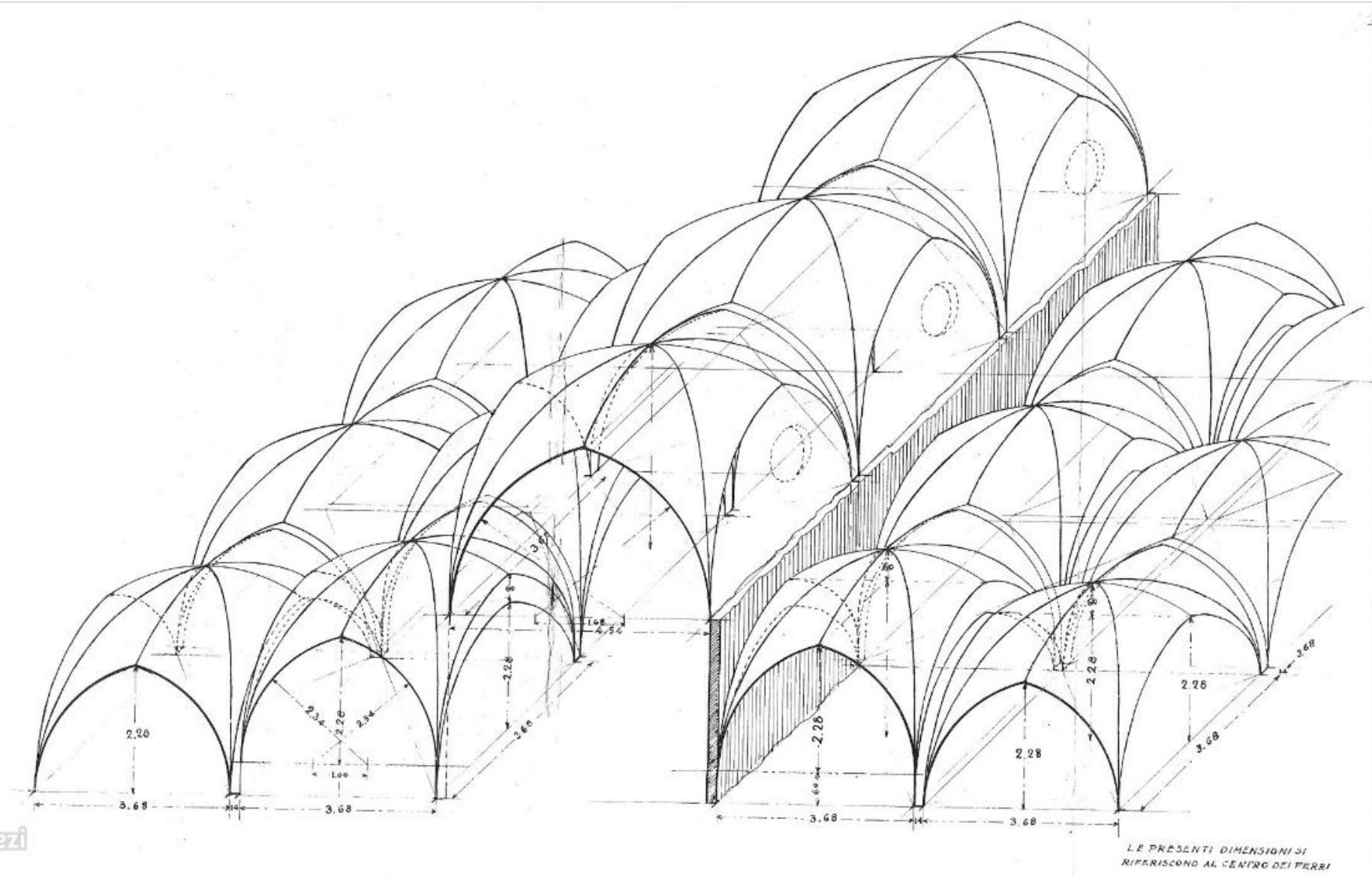


In questa sezione sono evidenziate i tiranti dei capitelli appesi. Una soluzione vista raramente in architettura

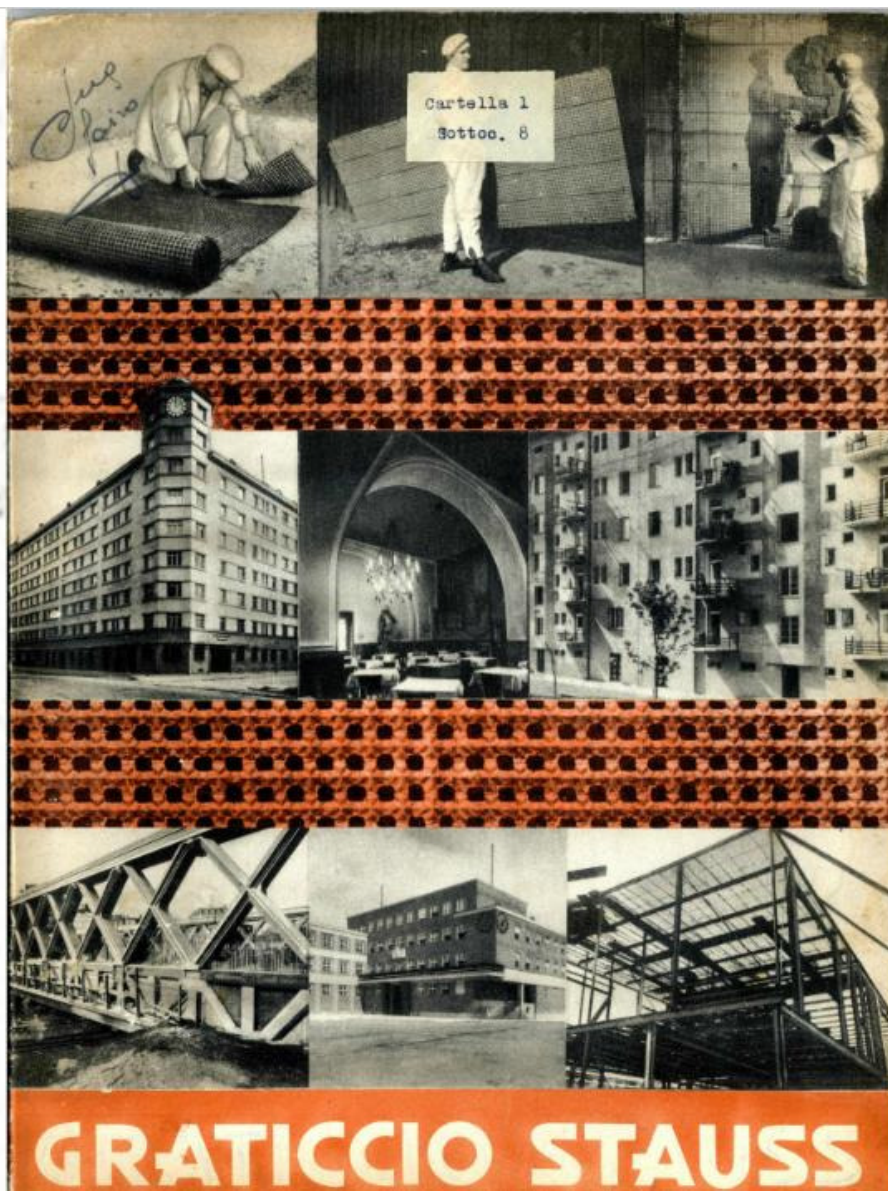
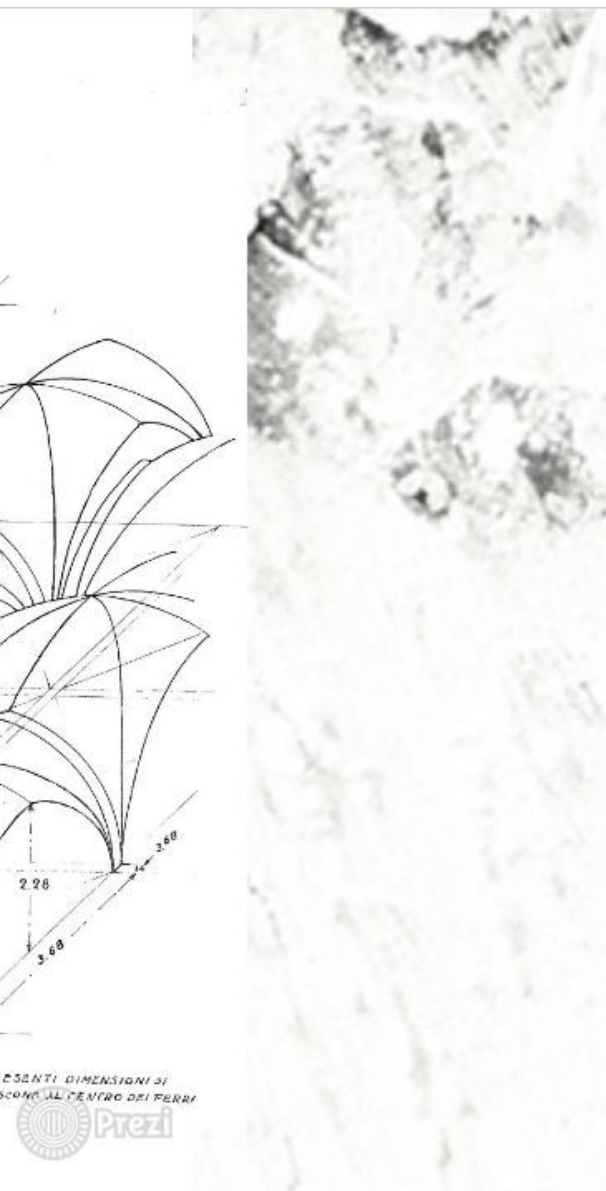


capitello senza colonna (Padova)

Un esempio è a Padova. Ma la concezione strutturale è decisamente diversa rispetto alle soluzioni viste a Pratozanino, dove è certa la presenza di volte appese a una leggera struttura metallica.



Schema delle volte appese (secondo progetto)



Il supporto prescelto è un leggero graticcio il rete metallica e piccoli elementi in laterizio, facilmente applicabili a strutture piane e curve, e intonacabili.

