

***VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA  
STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA  
MADONNA DEL CARMINE - NOTO***

Prof. Ing. Flora Faleschini  
Ing. Klajdi Toska

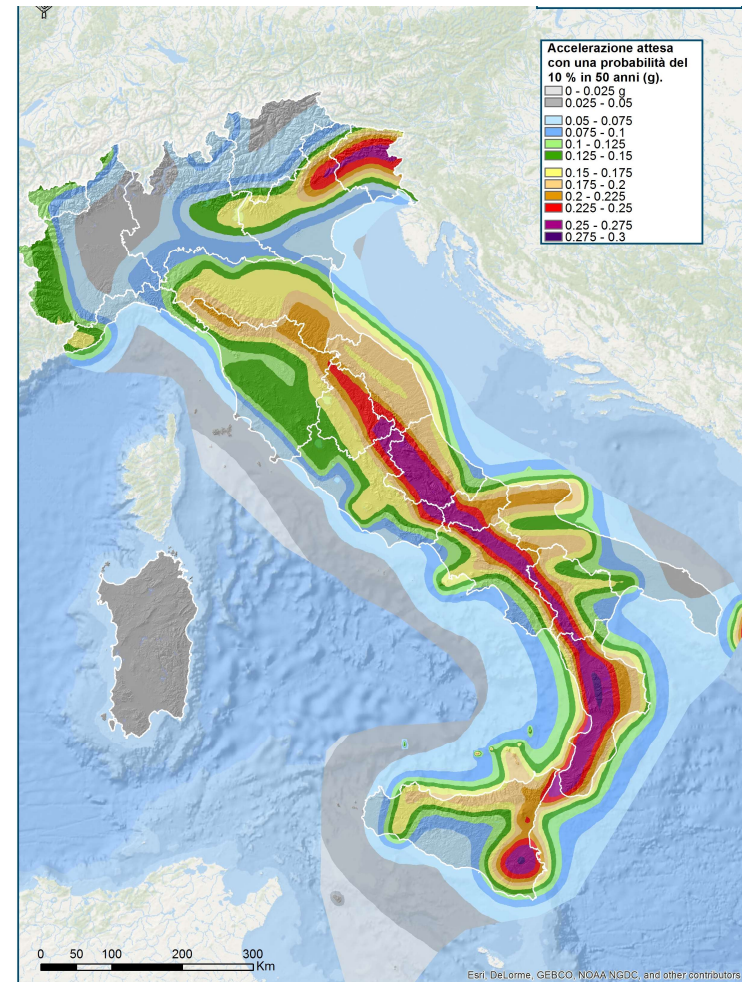
# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

## **Chiesa della Madonna del Carmine**

- Sito: **Noto** (Siracusa)
- Periodo di costruzione: **1743 - 1770**
- Progetto di **Arch. Rosario Gagliardi**
- Costruita da: **Corradino Randazzo e  
Vincenzo Sortino**



# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO



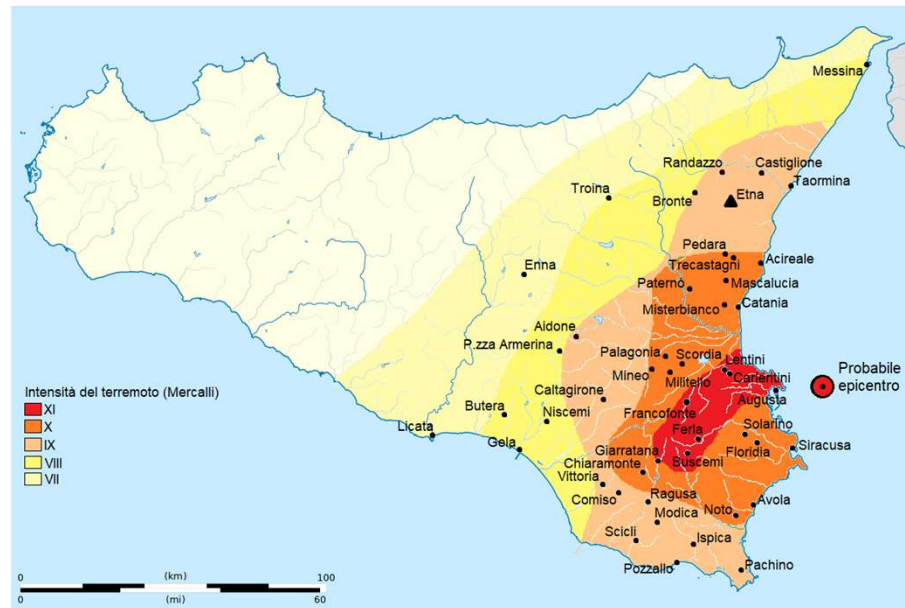
# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO

## Terremoto del Val di Noto del 1693

Due eventi distinti: 9 e 11 gennaio 1693

Magnitudo stimato di circa **7.4** (XI grado MCS) - considerato il terremoto più forte registrato nell'intero territorio italiano negli ultimi 1000 anni.

Stima di circa **54.000 morti**

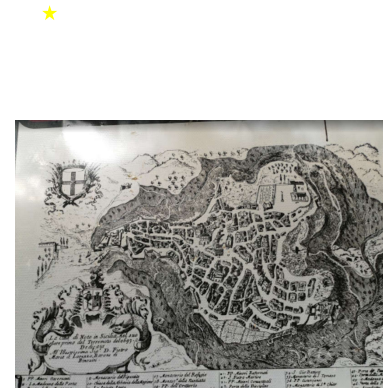


# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO

Terremoto del Val di Noto del 1693

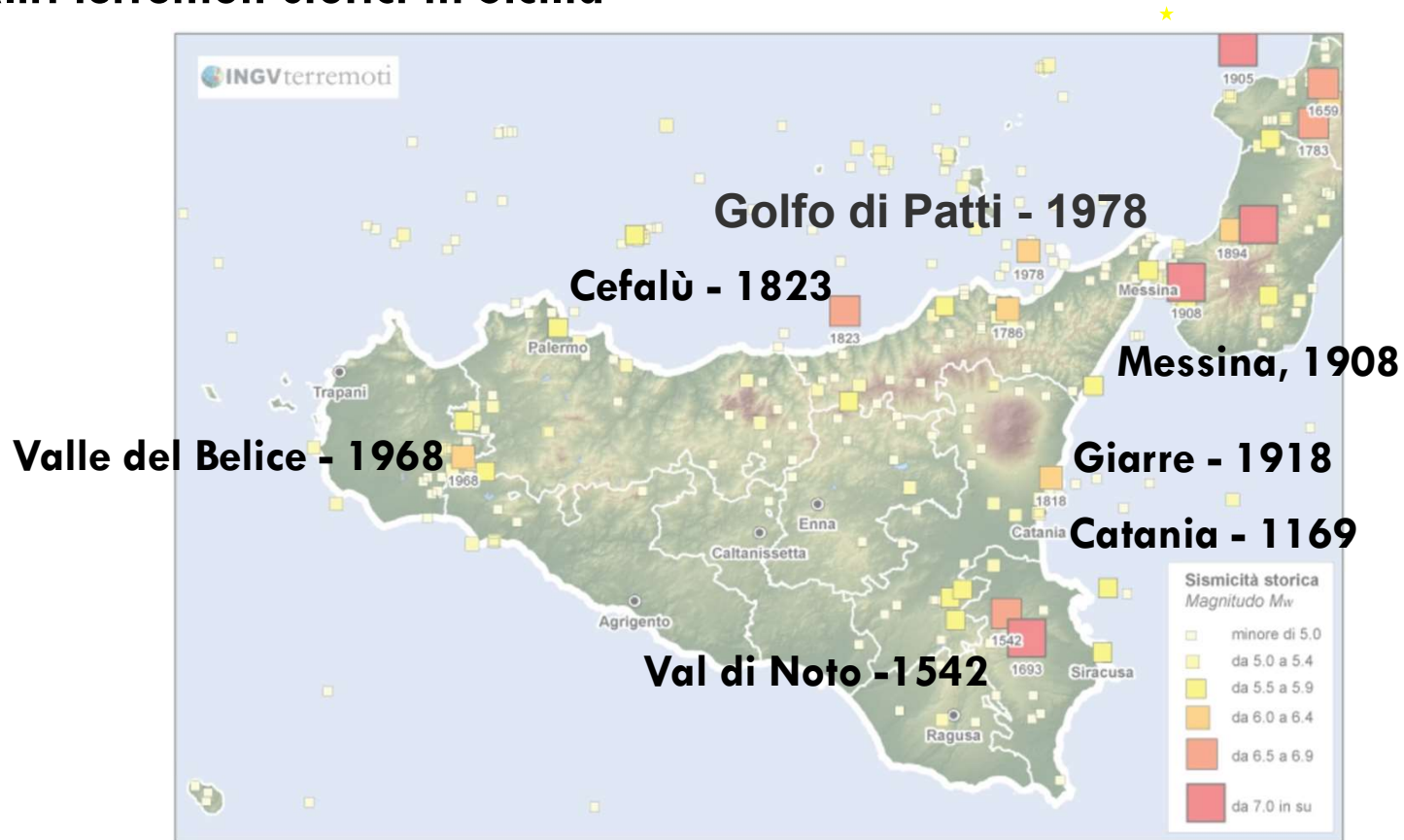
Noto Antica fu completamente **distrutta**

La nuova città ricostruita 8 km più a valle



# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO

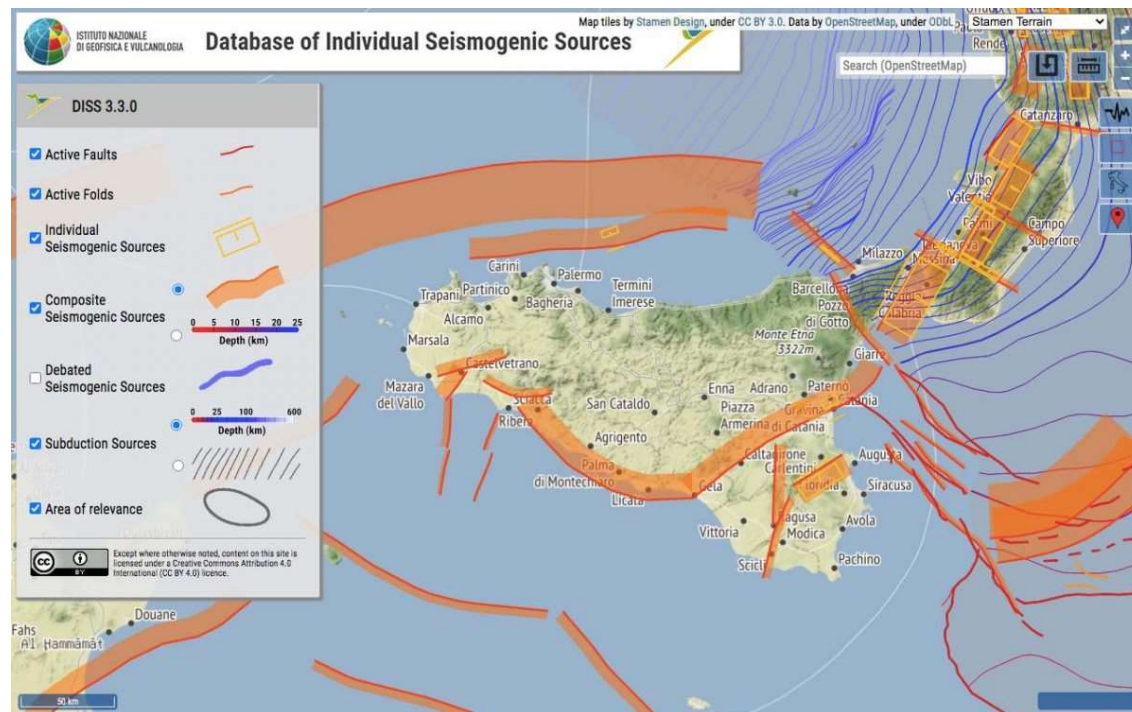
## Altri terremoti storici in Sicilia



# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO

Il comune di **Noto** è **passato** dalla zona sismica 2 alla **zona sismica 1** con deliberazione della Giunta Regionale n.81 del 24 febbraio 2022. <sup>★</sup>

Mappa delle sorgenti sismogenetiche attive in Sicilia e nelle aree circostanti (Database of Individual Seismogenic Sources, DISS 3.2.1).



# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

I passaggi per affrontare il problema della valutazione strutturale del caso studio:

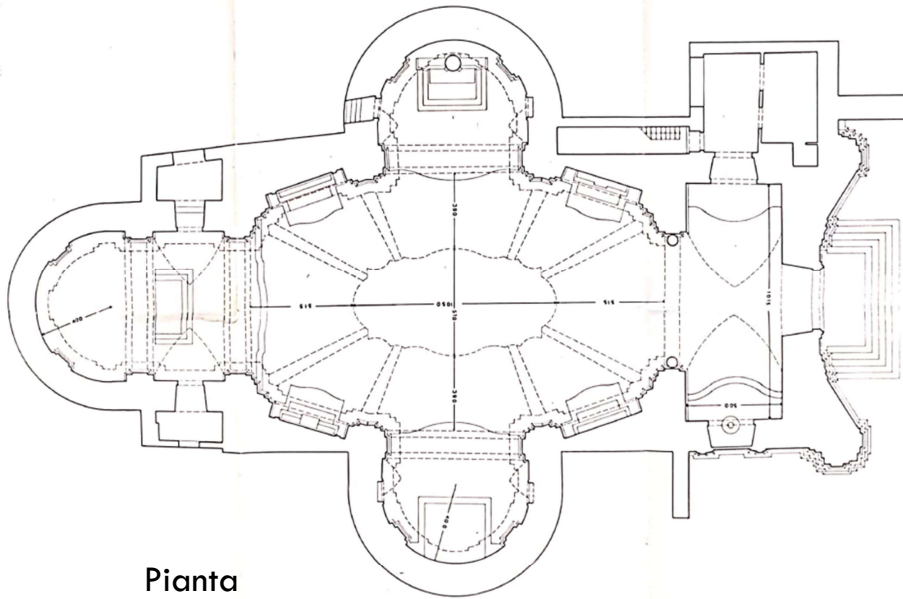
- Analisi storico-critica;
- Rilievo (nuvola di punti);
- Ispezioni visiva
- Creazione primo modello geometrico;
- Modellazione preliminare FEM ;
- Analisi preliminare del comportamento strutturale;
- Redazione di un Piano d'indagine;
- Aggiornamento modello FEM;
- Analisi e valutazione della sicurezza strutturale.



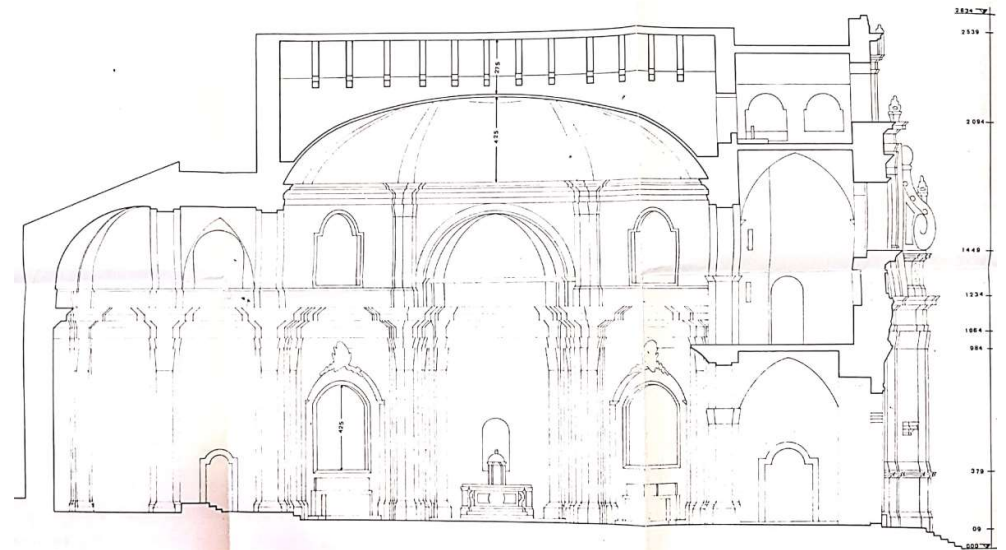
# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO

Caratteristiche della chiesa:

- **Navata unica** coperta da **volta a padiglione** ★
- Attorno all'aula si aggregano:
- **Asse longitudinale:** Il **vestibolo** e il **presbiterio** absidato;
- **Asse trasversale:** due corpi **semicircolari**.



Pianta

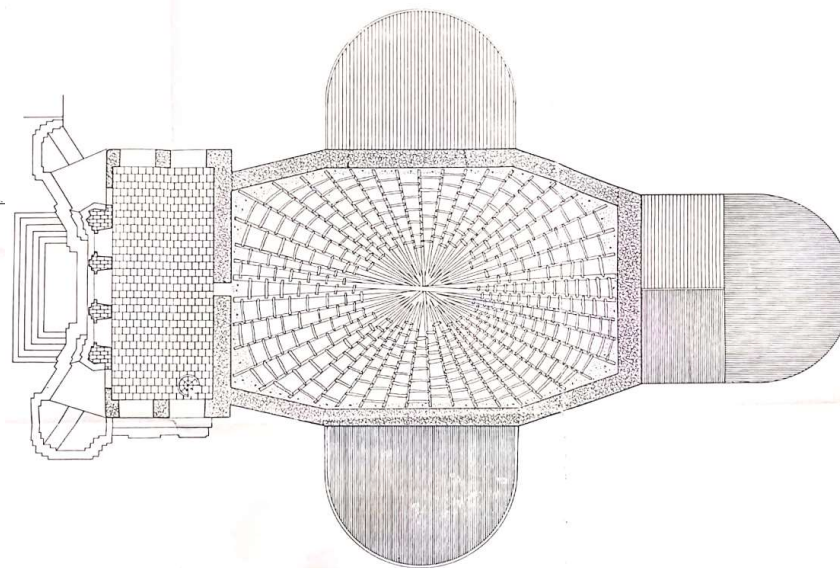
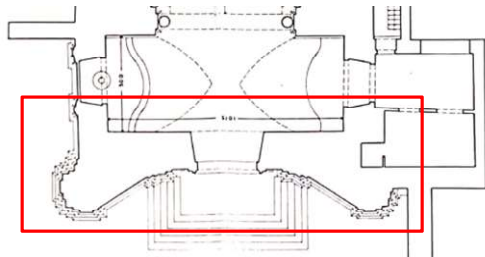
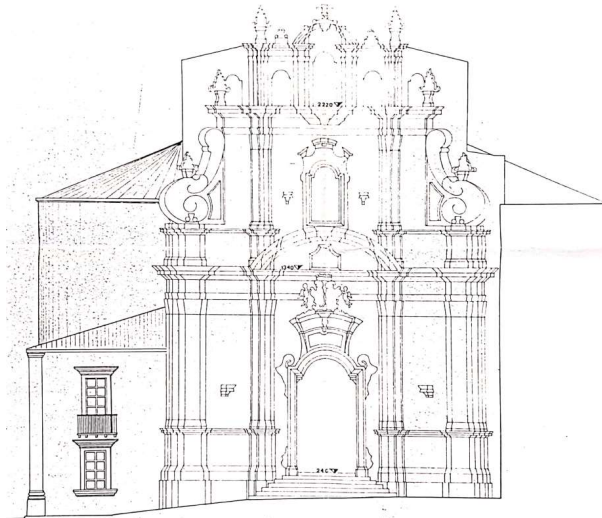


Sezione longitudinale

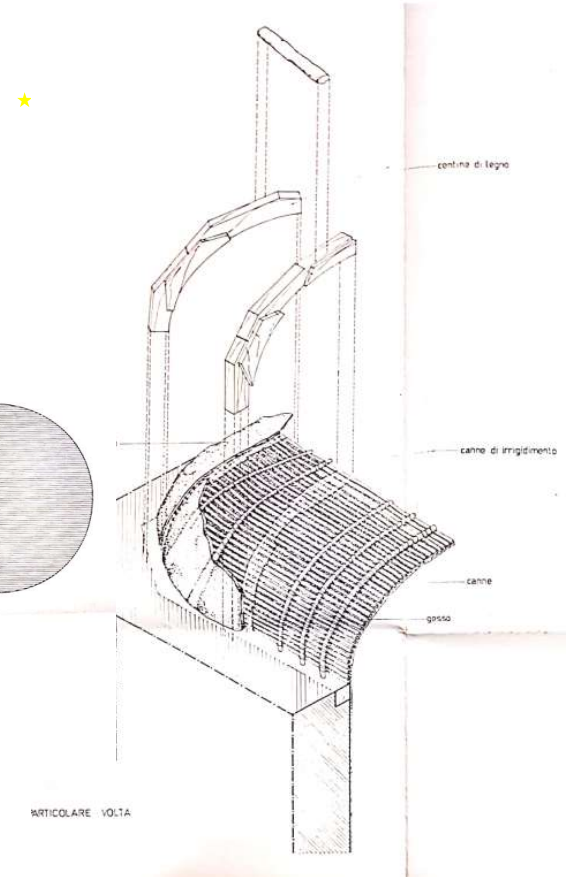
# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO

**Facciata principale inarcata (concava)**  
**Volte in incannucciato (non strutturali)**

Facciata principale



Pianta coperture-volta



Particolare volte in incannucciato

# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Rilievo tramite Laser Scanner - Nuvola di punti

Il laser scanner **emette rapidamente una serie di impulsi** seguendo una griglia molto fitta e in questo modo riesce a rilevare le coordinate spaziali dei punti da cui i raggi vengono riflessi.

Sono strumenti in grado di misurare ad altissima velocità la posizione di centinaia di migliaia di punti i quali **definiscono la superficie degli oggetti circostanti**.

Il **risultato dell'acquisizione** è un insieme di punti molto denso comunemente denominato **“nuvola di punti”**.



# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Nuvola di punti



# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Nuvola di punti

- Navigazione 3D;
- Misurazione;
- Esportazione piante/sezioni rilevanti.



Sezione AA

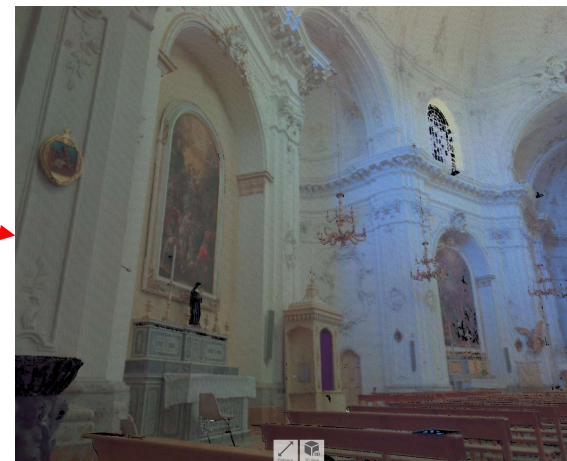


Sezione BB

# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Nuvola di punti

- Visualizzazione delle fotosferiche



# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Ispezione visiva:

- Degrado e fessure nell'interno



# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Ispezione visiva:

- Principi di ribaltamento della facciata





# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Ispezione visiva:

- Presenza di catene



# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

Qualità muraria

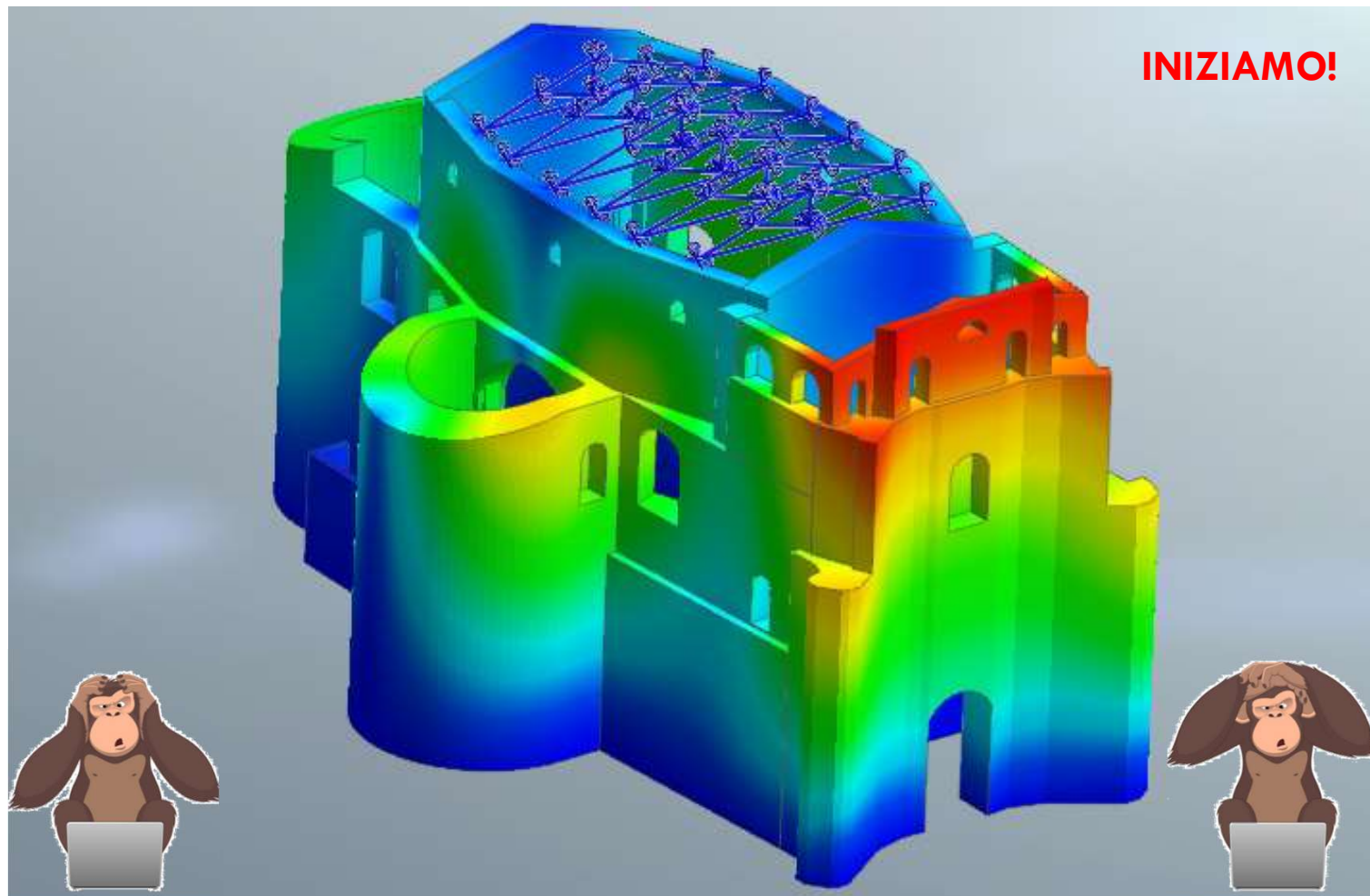


# VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO

## Qualità muraria

Tipologia di muratura	f (N/mm <sup>2</sup> )	$\tau_0$ (N/mm <sup>2</sup> )	$f_{v0}$ (N/mm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	G (N/mm <sup>2</sup> )	w (kN/m <sup>3</sup> )
	min-max	min-max		min-max	min-max	
Muratura in pietrame disordinata (ciottoli, pietre erratiche e irregolari)	1,0-2,0	0,018-0,032	- -	690-1050	230-350	19
Muratura a conci sbozzati, con paramenti di spessore disomogeneo (*)	2,0	0,035-0,051	- -	1020-1440	340-480	20
Muratura in pietre a spacco con buona tessitura	2,6-3,8	0,056-0,074	- -	1500-1980	500-660	21
Muratura irregolare di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.)	1,4-2,2	0,028-0,042	- -	900-1260	300-420	13 ÷ 16(**)
Muratura a conci regolari di pietra tenera (tufo, calcarenite, ecc.) (**)	2,0-3,2	0,04-0,08	0,10-0,19	1200-1620	400-500	
Muratura a blocchi lapidei squadrati	5,8-8,2	0,09-0,12	0,18-0,28	2400-3300	800-1100	22
Muratura in mattoni pieni e malta di calce (***)	2,6-4,3	0,05-0,13	0,13-0,27	1200-1800	400-600	18
Muratura in mattoni semipieni con malta cementizia (es.: doppio UNI foratura ≤40%)	5,0-8,0	0,08-0,17	0,20-0,36	3500-5600	875-1400	15

# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*



# *VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA STRUTTURALE DELLA CHIESA DELLA MADONNA DEL CARMINE - NOTO*

## **Consegna Esercitazione:**

- Predisporre un Piano di Indagini, comprendente una breve relazione e le relative tavole. Si motivi in modo adeguato la scelta delle prove sperimentali scelte, la loro numerosità e collocazione, in relazione al Livello di Conoscenza scelto;
- Si identifichi n. 1 cinematismo SIGNIFICATIVO e si studi il medesimo mediante analisi cinematica non lineare. Si predisponga una breve relazione di calcolo e si alleggi il foglio excel utilizzato per effettuare la verifica dello stesso.

Modalità di consegna: VIA EMAIL (SCRIVERE NELL'OGGETTO «ESERCITAZIONE VMSSE»)

Cosa consegnare: 1 PDF con Piano di Indagini (TAVOLE + RELAZIONE) + 1 PDF RELAZIONE CINEMATISMO + 1 FOGLIO EXCEL.