

# INQUADRAMENTO SISMOLOGICO E GEOLOGICO

LO SCIAME SISMICO AVVENUTO IN TERRITORIO EMILIANO NEL 2012 HA COLPITO PREVALENTEMENTE:

- GLI EDIFICI STORICI SITUATI NEI MOLTEPLICI CENTRI STORICI DELLE CITTÀ EMILIANE E BASSO LOMBARDE
- NUMEROSI FABBRICATI SITUATI NELLE VASTE CAMPAGNE CHE CIRCONDANO LE CITTÀ
- I CAPANNONI INDUSTRIALI
- FENOMENI DI LIQUEFAZIONE DEL TERRENO

I DANNI DEL SISMA SONO STATI STIMATI (RELAZIONE INVIATA ALLA COMMISSIONE UE) IN 13 MILIARDI E 273 MILIONI DI EURO. IN EMILIA ROMAGNA LA STIMA È DI 12 MILIARDI E 202 MILIONI DI EURO: 676 MILIONI PER I PROVVEDIMENTI DI EMERGENZA; 3 MILIARDI E 285 MILIONI DI DANNI ALL'EDILIZIA RESIDENZIALE; 5 MILIARDI E 237 MILIONI DI DANNI ALLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE; 2 MILIARDI E 75 MILIONI DI DANNI AI BENI STORICO-CULTURALI E AGLI EDIFICI RELIGIOSI; LA QUOTA RESTANTE È SUDDIVISA FRA EDIFICI E SERVIZI PUBBLICI E INFRASTRUTTURE

A POCHE SETTIMANE DALLA PRIMA SCOSSA SONO INIZIATI I PRIMI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E RICOSTRUZIONE. IN PARTICOLARE SONO STATI FATTI INTERVENTI DI PUNTELLAMENTO DEGLI EDIFICI PERICOLANTI E SONO STATI DEMOLITI ALCUNI EDIFICI (O PARTE DI ESSI) CHE NON POTEVANO PIÙ ESSERE RECUPERATI.

LA SERIE DI EVENTI SISMICI SONO STATI LOCALIZZATI NEL DISTRETTO SISMICO DELLA PIANURA PADANA EMILIANA, IN

SPECIFICO NELLE PROVINCE DI MODENA, FERRARA, MANTOVA, REGGIO EMILIA, BOLOGNA E ROVIGO MA SONO STATI AVVERTITI ANCHE IN UN'AREA MOLTO PIÙ VASTA (TUTTA L'ITALIA CENTRO-SETTENTRIONALE E PARTE DELLA SVIZZERA, DELLA SLOVENIA, DELLA CROAZIA, DELL'AUSTRIA, DELLA FRANCIA SUD-ORIENTALE E DELLA GERMANIA MERIDIONALE) A CAUSA DELLA BASSA PROFONDITÀ DELL'IPOCENTRO.

TRA IL 25 E IL 27 GENNAIO SI EBBERO GIÀ FENOMENI IMPORTANTI IN ZONA, MA LE SCOSSE PIÙ FORTI SI PERCEPIRONO IL 20 MAGGIO 2012, IL 29 MAGGIO 2012 E INFINE IL 3 GIUGNO 2012, TUTTE SEGUITE E ANTICIPATE DA ALTRI EVENTI SISMICI DI MINORE IMPORTANZA MA COMUNQUE SIGNIFICATIVI.

LE ACCELERAZIONI DI PICCO REGISTRATE DALL'ACCELEROMETRO DI MIRANDOLA DURANTE LE SCOSSE PIÙ FORTI DEL 20 E 29 MAGGIO SONO STATE RISPETTIVAMENTE DI 0.31G E DI 0.29G, VALORI CHE IN BASE ALLA CARTE VIGENTI DI PERICOLOSITÀ SISMICA RENDEREBBERO STIMABILI IN CIRCA 2500 ANNI IL TEMPO DI RITORNO DI CIASCUN EVENTO NELLA MEDESIMA AREA.

I DUE EVENTI SISMICI PRINCIPALI HANNO CAUSATO UN TOTALE DI 27 VITTIME (22 NEI CROLLI, TRE PER INFARTO O MALORE E DUE PER LE FERITE RIPORTATE), IN MAGGIORANZA DIPENDENTI DI AZIENDE DISTRUTTE. IL 4 GIUGNO 2012 È STATO PROCLAMATO GIORNATA DI LUTTO NAZIONALE PER LE VITTIME DEL TERREMOTO.

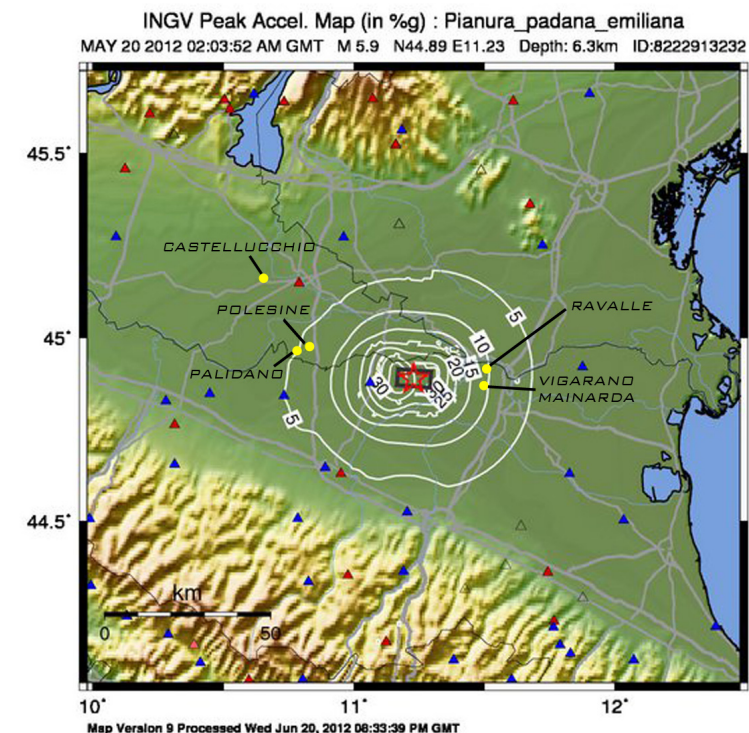
L'INTENSITÀ MASSIMA DEI TERREMOTI, STIMATA COME CUMOLO DEGLI EFFETTI DELLA SEQUENZA, È STATA PARI A 8, SECONDO LA SCALA MACROSISMICA EUROPEA (EMS-98).

## 3.1. SISMA 20 MAGGIO 2012

ALLE 04:03:52 (ORA ITALIANA) UN FORTE SISMA DELLA DURATA DI VENTI SECONDI DI MAGNITUDO PARI A 5.9, PRECEDUTO QUALCHE ORA PRIMA (ESATTAMENTE ALLE 01:13 E ALLE 01:42) DA DUE SCOSSE DI MAGNITUDO 4.1 E 2.2, È STATO PERCEPITO IN TUTTO IL NORD E PARTE DEL CENTRO ITALIA, CON EPICENTRO FINALE EMILIA A 6,3 KM DI PROFONDITÀ. IL TERREMOTO È STATO AVVERTITO DAI SISMOGRAFI DI TUTTA ITALIA.

IL SISMA HA PROVOCATO: 7 MORTI ACCERTATI, CIRCA 50 FERITI, 5000 SFOLLATI, INGENTI DANNI AL PATRIMONIO CULTURALE E ECONOMICO (A CAUSA DEI MOLTI CROLLI DI PALAZZI STORICI, AZIENDE AGRICOLE E FABBRICHE), FENOMENI DIFFUSI DI LIQUEFAZIONE DELLE SABBIE (CHE HANNO INTERESSATO AMPIE AREE A SAN CARLO DI SANT'AGOSTINO, MIRABELLO, FINALE EMILIA E SAN FELICE SUL PANARO). QUEST'ULTIMO FENOMENO SI È VERIFICATO ANCHE A SEGUITO DELLE SCOSSE DEL 29 MAGGIO NELLE AREE DI CAVEZZO E MOGLIA, CAUSANDO IL CROLLO DI ALCUNI EDIFICI ANCHE DI RECENTE COSTRUZIONE.

SI SONO POI SUSSEGUITE ALTRE SCOSSE: DI 4.8 (ALLE 04:06, EPICENTRO: FINALE EMILIA), DI 5.1 (ALLE 04:07, EPICENTRO: BONDENO), DI 4.3 (ALLE 04:11 E ALLE 04:12, EPICENTRI: BONDENO E FINALE EMILIA) E DI 4.0 (ALLE 04:35 E ALLE 04:39, EPICENTRI: VIGARANO MAINARDA E FINALE EMILIA). UNA NUOVA FORTE SCOSSA TELLURICA DI 4.9 È STATA AVVERTITA A PARTIRE DA SAN FELICE SUL PANARO ALLE ORE 05:02 (ORA ITALIANA). ALTRE SCOSSE DI NOTEVOLE INTENSITÀ SI SONO AVVERTITE ALLE ORE 11:13, 15:18 E 15:21 RISPETTIVAMENTE DI 4.2, 5.1 E 4.1 A FINALE EMILIA, VIGARANO MAINARDA

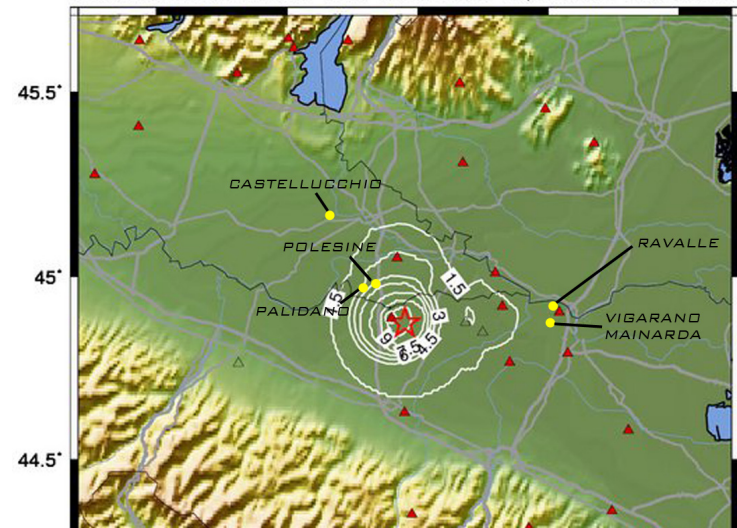


E BONDENO. ALLE 19:37 DELLO STESSO GIORNO SI È VERIFICATA INOLTRE UNA NUOVA SCOSSA DI MAGNITUDO 4.5 CON EPICENTRO NEI PRESSI DI BONDENO. UN’ALTRA SCOSSA DI 4.1 SI È VERIFICATA IL 21 MAGGIO ALLE 16:37 CON EPICENTRO FINALE EMILIA. IL 23 MAGGIO ALLE 23:41 UN’ALTRA SCOSSA MODERATA DI MAGNITUDO 4.3 FA TORNARE IL PANICO TRA LA GENTE. IL 25 MAGGIO ALLE 15:14 UN’ALTRA SCOSSA PIÙ DEBOLE, DI 4.0 GRADI DELLA SCA-LA RICHTER È STATA AVVERTITA DALLA POPOLAZIONE.

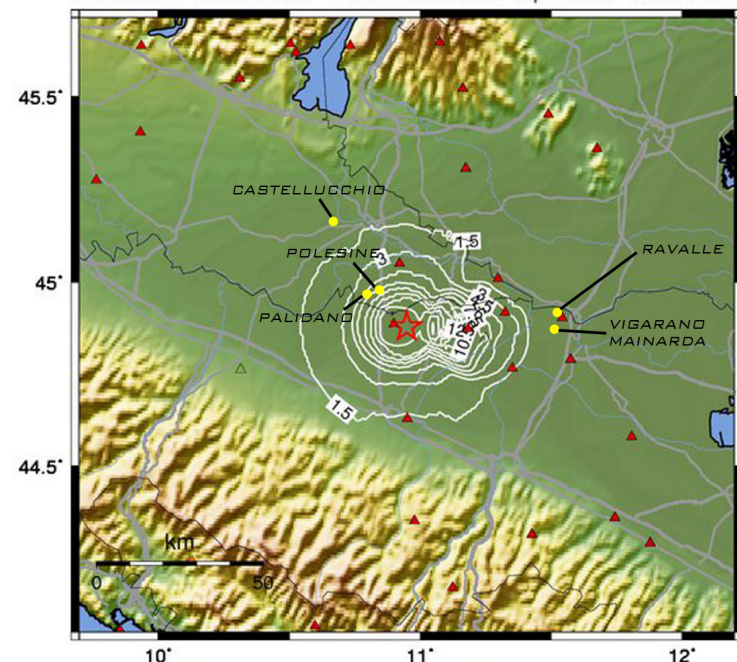
### 3.2. SISMA 29 MAGGIO 2012

UNA PRIMA FORTE SCOSSA DELLA DURATA DI 30 SE-CONDI, DI MAGNITUDO 5.8, DEFINITA SUPERFICIALE (PRO-FONDITÀ IPOCENTRO: 9.6 KM), È STATA REGISTRATA ALLE 09:00:03 DEL 29 MAGGIO 2012. L’EPICENTRO ERA SI-TUATO NELLA ZONA DI MEDOLLA E CAVEZZO IN PROVINCIA DI MODENA. UN PRIMO BILANCIO PROVVISORIO RIPORTA: CROLLI IN EDIFICI ANCHE DI INTERESSE STORICO-ARTISTICO, TRA QUELLI GIÀ DANNEGGIATI DALL’EVENTO SISMICO DEL 20 MAGGIO, 20 VITTIME (DUE DECESSI AVVENUTI IN DATA 5 GIUGNO ED UNO IL 12 GIUGNO) E ALMENO 350 FERITI. GLI SFOLLATI SALGONO A CIRCA 15.000. SUCCESSIVAMENTE SI SONO VERIFICATE ALTRE DUE SCOSSE DI ENTITÀ RILEVANTE: ALLE 12:55 DI INTENSITÀ 5.3 E ALLE 13:00 DI INTENSITÀ 5.2. QUESTE DUE SCOSSE HANNO PROVOCATO I DANNI PIÙ INGENTI NELLE ZONE COMPRESSE TRA CARPI, ROVERETO SUL SECCHIA, NOVI DI MODENA E MOGLIA. A MANTOVA È STATO CHIUSO IL PALAZZO DUCALE E A PISA È STATO CHIUSO PER INAGIBILITÀ IL PALAZZO DELLA SAPIENZA. SUCCESSIVAMENTE, UNA SESSANTINA DI SCOSSE SI SONO REGISTRATE NELLA NOTTE FRA IL 29 E IL 30 MAGGIO. IL TERREMOTO È STATO AVVERTITO IN QUASI TUTTA LA SLOVENIA, IN PARTICOLARE NELLE REGIONI OCCIDENTALI DEL PAESE, IN SVIZZERA, NEL CANTON TICINO E NELL’ISTRIA, IN CROAZIA, MA SENZA PROVOCARE NÉ FERITI, NÉ DANNI.

INGV Peak Accel. Map (in %) : Pianura\_padana\_emiliana  
MAY 29 2012 11:00:02 AM GMT M 4.9 N44.87 E10.95 Depth: 11.0km ID:7223048200

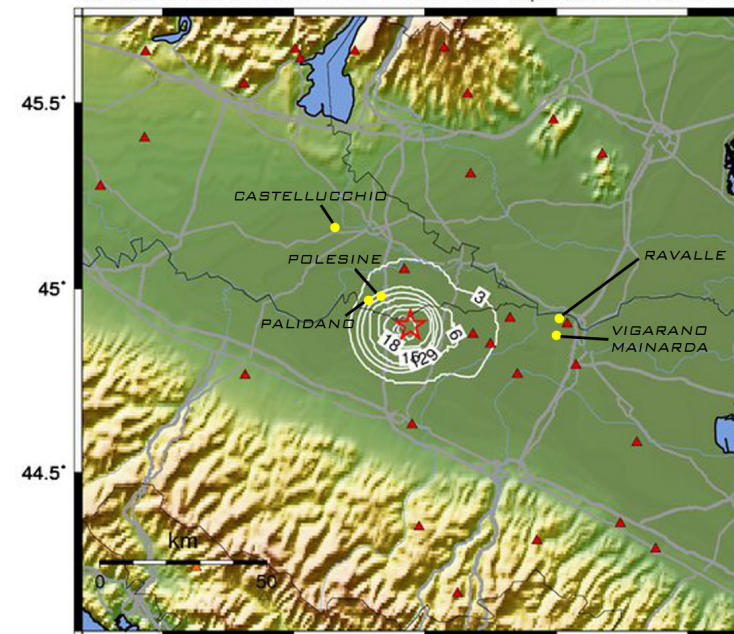


MAY 29 2012 11:00:25 AM GMT M 5.2 N44.88 E10.95 Depth: 5.4km ID:8222913230



Map Veralon 29 Processed Fri Jun 1, 2012 03:17:29 PM GMT

INGV Peak Accel. Map (in %) : Pianura\_padana\_emiliana  
JUN 3 2012 07:20:43 PM GMT M 5.1 N44.90 E10.94 Depth: 9.2km ID:7223125200



Map Veralon 1 Processed Sun Jun 3, 2012 08:11:26 PM GMT

### 3.3. SISMA 3 GIUGNO 2012

UNA NUOVA FORTE SCOSSA DI MAGNITUDO 5.1 ALLE 21:20 CON EPICENTRO A NOVI DI MO-DENA E AVVERTITA IN TUTTO IL NORD ITALIA HA NUOVAMENTE COLPITO TUTTA LA ZONA DELLA BASSA MODENESE E DELL’OLTREPO MANTOVA-NO. LA TORRE DELL’OROLOGIO DI NOVI DI MO-DENA È CROLLATA DURANTE LA SCOSSA.

### 3.4. CASTELLUCCHIO

DALLA TABELLA ESTRAPOLATA DALLE BANCHE DATI DELL'INGV È POSSIBILE NOTARE LO STORICO DEI TERREMOTI AVVENUTI NEGLI ANNI A PARTIRE DAL 1800 FINO AL 2002. SI PUÒ COMUNQUE NOTARE UN NUMERO LIMITATO DI EVENTI SISMICI CHE SI SONO CONCENTRATI MAGGIORMENTE TRA LA FINE DEL '900 E L'INIZIO DEL 2000, ANCHE SE DI LIMITATA INTENSITÀ.

#### Seismic history of Castellucchio

[45.150, 10.647]

Total number of earthquakes: 7						
Effects	Earthquake occurred:					
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
2	1802 05 12 09:00	VALLE DELL'OGLIO	85	8	5.64 ±0.22	
4-5	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09	
4	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	802	6	4.74 ±0.09	
NF	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	160	6	4.66 ±0.12	
NF	1998 02 21 02:21:13	Reggiano	104	5	4.34 ±0.17	
NF	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 ±0.09	
NF	2002 11 13 10:48:03	Franciacorta	770	5-6	4.29 ±0.09	

TAB 1. STORICO DEI TERREMOTI DI CASTELLUCCHIO. DATI ESTRAPOLATI DA I.N.G.V.

NELL'ULTIMO SCIAME SISMICO DEL 2012, LOCALIZZATO NEL DISTRETTO SISMICO DELLA PIANURA PADANA EMILIANA, LA CITTÀ HA AVUTO PREVALENTEMENTE DANNI AGLI EDIFICI STORICI E RELIGIOSI.

### 3.5. GONZAGA

DALLA TABELLA ESTRAPOLATA DALLE BANCHE DATI DELL'INGV È POSSIBILE NOTARE LO STORICO DEI TERREMOTI AVVENUTI NEGLI ANNI A PARTIRE DAL 1800 FINO AL 2002. SI PUÒ NOTARE CHE IN UN SECOLO CIRCA SONO STATI REGISTRATI 30 EVENTI SISMICI RILEVANTI. SI PUÒ QUINDI CONSIDERARE UN'AREA ABBASTANZA INTERESSATA AI MOVIMENTI DELLA GROSTA TERRESTRE.

#### Seismic history of Gonzaga

[44.954, 10.821]

Total number of earthquakes: 30						
Effects	Earthquake occurred:					
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
4	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41 ±0.09	
NF	1904 02 25 18:47:50	Reggiano	62	6	5.05 ±0.18	
NF	1908 06 28 03:19:58	Finale Emilia	15	5	4.27 ±0.53	
NF	1908 07 10 02:13	Carnia	120	7-8	5.38 ±0.13	
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09	
NF	1910 03 22 23:29	Bassa modenese	15	5	4.30 ±0.34	
NF	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 ±0.11	
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20	
4-5	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09	
3-4	1919 06 29 15:06:12	Mugello	566	10	6.29 ±0.09	
5-6	1928 06 13 08:00	CARPI	35	6	4.78 ±0.23	
3	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	87	7	5.03 ±0.13	
4-5	1929 04 19 04:15:22	Bolognese	82			
4	1929 04 20 01:09:46	Bolognese	109	7	5.34 ±0.13	
5	1929 04 22 08:25:33	Bolognese	41			

Effects	Earthquake occurred:					
	I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
3	1929 04 29 18:35:59	Bolognese	45			
5	1929 05 11 19:22:48	Bolognese	64			
4	1967 04 03 16:36:18	Reggiano	47	5-6	4.69 $\hat{A}\pm 0.19$	
6	1971 07 15 01:33:23	Parmense	229	8	5.64 $\hat{A}\pm 0.09$	
3-4	1971 09 11 23:18:12	Correggio	15	5	4.23 $\hat{A}\pm 0.31$	
5	1978 12 25 22:53:42	Bassa mantovana	28	5	4.22 $\hat{A}\pm 0.22$	
4-5	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 $\hat{A}\pm 0.09$	
NF	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 $\hat{A}\pm 0.10$	
5	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	802	6	4.74 $\hat{A}\pm 0.09$	
4	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	160	6	4.66 $\hat{A}\pm 0.12$	
5	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 $\hat{A}\pm 0.09$	
3	1997 05 12 22:13:51	Reggiano	56	4-5	4.22 $\hat{A}\pm 0.27$	
3	1998 02 21 02:21:13	Reggiano	104	5	4.34 $\hat{A}\pm 0.17$	
3-4	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 $\hat{A}\pm 0.09$	
NF	2002 11 13 10:48:03	Franciacorta	770	5-6	4.29 $\hat{A}\pm 0.09$	

TAB 2. STORICO DEI TERREMOTI DI GONZAGA. DATI ESTRAPOLATI DA I.N.G.V.

NELL'ULTIMO SCIAME SISMICO DEL 2012, LOCALIZZATO NEL DISTRETTO SISMICO DELLA PIANURA PADANA EMILIANA, LA CITTÀ HA AVUTO GRAVI DANNI A:

- **EDIFICI PUBBLICI E RELIGIOSI** (IL MUNICIPIO È RISULTATO ESSERE INAGIBILE; TRA GLI EDIFICI DI CULTO LA CHIESA DEL COMUNE DI BONDENO RISULTA ESSERE LA PIÙ DANNEGGIATA, INFATTI, È CROLLATA TUTTA LA PARTE SUPERIORE NELLA PIAZZA ANTISTANTE)
- **ABITAZIONI** (295 ABITAZIONI SONO RISULTATE INAGIBILI PER UN TOTALE DI CIRCA 400 SFOLLATI. PER QUESTI ULTIMI È STATO APERTO UN CAMPO OSPITANTE UN MASSIMO DI 150 PERSONE)
- **COMPARTO INDUSTRIALE E AGRICOLO** (IL CASEIFICIO "VENERA VECCHIA" HA PERSO MIGLIAIA DI FORME DI PARMIGIANO E MILIONI DI EURO DI DANNI SONO STATI REGISTRATI NELLE DECINE DI AZIENDE DANNEGGIATE DAL SISMA)

### 3.6. PEGOGNAGA

DALLA TABELLA ESTRAPOLATA DALLE BANCHE DATI DELL'INGV È POSSIBILE NOTARE LO STORICO DEI TERREMOTI AVVENUTI NEGLI ANNI A PARTIRE DAL 1800 FINO AL 2002. NELL'800 NON SONO STATI SEGNALATI TERREMOTI, MA SI PUÒ NOTARE UN NUMERO LIMITATO DI EVENTI SISMICI RILEVANTI CHE SI SONO CONCENTRATI MAGGIORMENTE ALLA FINE DEL '900, CON EPICENTRO NELL'AREA REGGIANA.

#### Seismic history of Pegognaga

[44.997, 10.859]

Total number of earthquakes: 6						
Effects	Earthquake occurred:					
	I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5	1928 06 13 08:00	CARPI	35	6	4.78 $\hat{A}\pm 0.23$	
4-5	1978 12 25 22:53:42	Bassa mantovana	28	5	4.22 $\hat{A}\pm 0.22$	
5	1987 05 02 20:43:53	Reggiano	802	6	4.74 $\hat{A}\pm 0.09$	
4-5	1988 03 15 12:03:18	Reggiano	160	6	4.66 $\hat{A}\pm 0.12$	
NF	1998 02 21 02:21:13	Reggiano	104	5	4.34 $\hat{A}\pm 0.17$	
NF	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 $\hat{A}\pm 0.09$	

TAB 3. STORICO DEI TERREMOTI DI PEGOGNAGA. DATI ESTRAPOLATI DA I.N.G.V.

NELL'ULTIMO SCIAME SISMICO DEL 2012, LOCALIZZATO NEL DISTRETTO SISMICO DELLA PIANURA PADANA EMILIANA, LA CITTÀ HA AVUTO GRAVI DANNI A:

- **ABITAZIONI** (SONO STATE DICHIARATE INAGIBILI CIRCA 72 UNITÀ ABITATIVE PER UN TOTALE DI 220 SFOLLATI)
- **EDIFICI PUBBLICI** (TRA CUI IL TEATRO ANSELMI)
- **ATTIVITÀ PRODUTTIVE** (SOPRATTUTTO NEL SETTORE LATTIERO-CASEARIO)
- **EDIFICI RELIGIOSI** (TRA CUI LA CHIESA PARROCCHIALE DI SAN LORENZO)
- **SCUOLE** (IN PARTICOLARE ALLE ELEMENTARI, CHE IL COMUNE HA DECISO DI RICOSTRUIRE CON STRUTTURA IN PREFABBRICATO ANTISISMICO)

I DANNI MAGGIORI DEL SISMA RIGUARDANO PERÒ IL SETTORE AGRICOLO (NELLA LATTERIA "VO' GRANDE" SONO CROLLATE AL SUOLO MIGLIAIA DI FORME DI PARMIGIANO REGGIANO CHE HANNO COMPORTATO DANNI PER MIGLIAIA DI EURO, INOLTRE, ALTRI MILIONI DI EURO DI DANNI SONO STATI REGISTRATI NELLE DECINE DI AZIENDE DANNEGGIATE DAL SISMA)

### 3.7. VIGARANO MAINARDA

DALLA TABELLA ESTRAPOLATA DALLE BANCHE DATI DELL'INGV È POSSIBILE NOTARE LO STORICO DEI TERREMOTI AVVENUTI NEGLI ANNI A PARTIRE DAL 1800 FINO AL 2002. SI PUÒ NOTARE UN NUMERO LIMITATO DI EVENTI SISMICI DI LIMITATA INTENSITÀ CHE SI SONO CONCENTRATI MAGGIORMENTE TRA LA FINE DEL '900 E L'INIZIO DEL 2000.

#### Seismic history of Vigarano Mainarda

[44.842, 11.498]

Total number of earthquakes: 7					
Effects	Earthquake occurred:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
3-4	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 $\hat{A}\pm 0.10$
3	1963 04 05 13:49:42	Finale Emilia	6	4-5	4.09 $\hat{A}\pm 0.34$
4	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 $\hat{A}\pm 0.09$
4	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 $\hat{A}\pm 0.10$
3	1989 09 13 21:54:01	PASUBIO	779	6-7	4.88 $\hat{A}\pm 0.09$
NF	2000 06 18 07:42:08	Parmense	300	5-6	4.43 $\hat{A}\pm 0.09$
NF	2002 11 13 10:48:03	Franciacorta	770	5-6	4.29 $\hat{A}\pm 0.09$

TAB. 4. STORICO DEI TERREMOTI DI VIGARANO MAINARDA. DATI ESTRAPOLATI DA I.N.G.V.

NELL'ULTIMO SCIAME SISMICO DEL 2012, LOCALIZZATO NEL DISTRETTO SISMICO DELLA PIANURA PADANA EMILIANA, SONO STATI RILEVATI INGENTI DANNI SOPRATTUTTO AL COMPARTO INDUSTRIALE DEL PAESE.

### 3.8. FERRARA

DALLA TABELLA ESTRAPOLATA DALLE BANCHE DATI DELL'INGV È POSSIBILE NOTARE LO STORICO DEI TERREMOTI AVVENUTI NEGLI ANNI A PARTIRE DAL 1100 FINO AL 2002. SI PUÒ NOTARE CHE IN UN SECOLO CIRCA SONO STATI REGISTRATI 30 EVENTI SISMICI RILEVANTI. SI PUÒ QUINDI CONSIDERARE UN'AREA ABBASTANZA INTERESSATA AI MOVIMENTI DELLA GROSTA TERRESTRE.

#### Seismic history of Ferrara

[44.836, 11.618]

Total number of earthquakes: 124					
Effects	Earthquake occurred:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5-6	1117 01 03 15:15	Veronese	55	9-10	6.69 $\hat{A}\pm 0.20$
F	1174 08 17 18:00	Val Padana	3	4-5	4.09 $\hat{A}\pm 0.34$
6	1222 12 25 12:30	Basso Bresciano	18	7-8	5.84 $\hat{A}\pm 0.56$
7	1234 03 20	FERRARA	5	7	5.14 $\hat{A}\pm 0.34$
7	1285 12 13	FERRARA	2	7	5.14 $\hat{A}\pm 0.34$
5	1304 10 23 00:45	Pianura Padana	4	5	5.11 $\hat{A}\pm 0.72$
NR	1323 02 25 19:00	Bologna	5	5	4.30 $\hat{A}\pm 0.34$
NR	1334 12 04	Verona	4	6-7	4.93 $\hat{A}\pm 0.34$
6	1339 11 16 14:10	Ferrara	1	6	4.72 $\hat{A}\pm 0.34$
7-8	1346 02 22 11:00	Ferrara	5	6-7	4.93 $\hat{A}\pm 0.34$
5	1348 01 25 15:30	Carinzia	58	9-10	7.02 $\hat{A}\pm 0.18$
5	1365 03 04	Ferrara	4	5	4.79 $\hat{A}\pm 0.72$
NR	1383 07 24 20:00	PARMA	7	4-5	4.09 $\hat{A}\pm 0.34$
F	1399 07 20 23:00	Modenese	6	7	5.14 $\hat{A}\pm 0.34$

Effects	Earthquake occurred:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
NR	1403 01 12 05:30	Belluno	3	6	4.72 $\hat{A}\pm 0.34$
6	1409 08 17 00:35	Ferrara	1	6	4.72 $\hat{A}\pm 0.34$
6-7	1410 05 09 22:30	FERRARA	3	6-7	4.93 $\hat{A}\pm 0.34$
F	1410 06 10 21:00	Verona	9		
7	1411 01 09 02:00	Ferrara	1	7	5.14 $\hat{A}\pm 0.34$
NR	1455 12 20 20:45	Media valle del Reno	6		
NR	1474 03 11 20:30	MODENA	12	5	4.30 $\hat{A}\pm 0.34$
5-6	1483 03 03 22:00	FERRARA	1	5-6	4.51 $\hat{A}\pm 0.34$
5	1483 08 11 19:40	Romagna meridionale	14	8	5.68 $\hat{A}\pm 0.40$
F	1501 06 05 10:00	Appennino modenese	20	9	5.98 $\hat{A}\pm 0.32$
5	1504 12 31 04:00	Bolognese	15		
6	1505 01 03 02:00	Bolognese	31	8	5.57 $\hat{A}\pm 0.25$
5	1505 01 20 23:50	Bolognese	11		
6	1511 03 26 14:40	Slovenia	66	9	6.98 $\hat{A}\pm 0.17$
5-6	1511 03 28 12:15	Slovenia	8		
4	1512 02 08 09:15	Venezia	4	4	3.87 $\hat{A}\pm 0.34$
6	1536 08 17 00:05	Appennino tosco-emiliano?	10	6-7	5.29 $\hat{A}\pm 0.56$
NR	1547 02 10 13:20	Reggio Emilia	13	7	5.14 $\hat{A}\pm 0.34$
6-7	1561 11 24 01:25	Ferrara	5	5-6	4.51 $\hat{A}\pm 0.34$
8	1570 11 17 19:10	Ferrara	60	7-8	5.46 $\hat{A}\pm 0.25$
4	1572 06 04 22:00	PARMA	8	6	4.72 $\hat{A}\pm 0.34$
F	1574 03 17 03:40	FINALE EMILIA	4	6	4.72 $\hat{A}\pm 0.34$
5	1591 07 10	FORLI'	6	6-7	5.19 $\hat{A}\pm 0.79$
6	1624 03 19 19:45	Argenta	18	7-8	5.47 $\hat{A}\pm 0.49$
5	1661 03 22 12:50	Appennino romagnolo	79	9	6.09 $\hat{A}\pm 0.16$
3	1666 04 14 18:58	Bolognese	3	5	4.30 $\hat{A}\pm 0.34$
5	1672 04 14 15:45	Riminese	92	8	5.61 $\hat{A}\pm 0.21$
5	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78 $\hat{A}\pm 0.35$
4-5	1693 07 06 09:15	GOITO	13	7	5.22 $\hat{A}\pm 0.72$
6-7	1695 02 25 05:30	Asolano	82	10	6.48 $\hat{A}\pm 0.18$

Effects	Earthquake occurred:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5-6	1695 02 28	FERRARA	1	5-6	4.51 $\hat{A}\pm 0.34$
4	1741 04 24 09:00	FABRIANESE	145	9	6.21 $\hat{A}\pm 0.13$
6-7	1743 05 29	FERRARA	1	6-7	4.93 $\hat{A}\pm 0.34$
F	1779 11 23 18:30	Bolognese	14	5	4.99 $\hat{A}\pm 0.31$
4-5	1781 04 04 21:20	Romagna	96	9-10	5.94 $\hat{A}\pm 0.17$
5	1781 07 17 09:40	Romagna	46	8	5.58 $\hat{A}\pm 0.26$
3	1786 12 25 01:00	Riminese	91	8	5.62 $\hat{A}\pm 0.17$
6-7	1787 07 16 10:00	Ferrara	3	5-6	4.51 $\hat{A}\pm 0.34$
6-7	1787 07 26 07:15	Ferrara	1		
7	1796 10 22 04:00	Emilia orientale	27	7	5.61 $\hat{A}\pm 0.36$
4	1806 02 12	NOVELLARA	28	7	5.19 $\hat{A}\pm 0.39$
4-5	1812 10 25 07:00	SEQUALS	34	7-8	5.71 $\hat{A}\pm 0.35$
4	1813 09 21 07:45	Romagna centrale	12	7	5.27 $\hat{A}\pm 0.94$
F	1831 09 11 18:15	Reggiano	25	7-8	5.54 $\hat{A}\pm 0.32$
F	1832 01 13 13:00	Valle del Topino	102	10	6.33 $\hat{A}\pm 0.14$
5	1832 03 13 03:30	Reggiano	98	7-8	5.53 $\hat{A}\pm 0.18$
3	1834 07 04 00:45	Lunigiana-Parmense	24		
3	1834 10 04 19:00	Bolognese	12	6	4.85 $\hat{A}\pm 0.43$
3	1836 06 12 02:30	BASSANO	26	8	5.50 $\hat{A}\pm 0.32$
3	1850 09 18 06:20	Modenese	7	5	4.30 $\hat{A}\pm 0.34$
3	1851 08 03	GIUDICARIE	15	6	5.12 $\hat{A}\pm 0.47$
F	1857 02 01	PARMENSE	22	6-7	5.09 $\hat{A}\pm 0.25$
5	1870 10 30 18:34	Romagna	41	8	5.58 $\hat{A}\pm 0.27$
3-4	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 $\hat{A}\pm 0.10$
4	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 $\hat{A}\pm 0.11$
NF	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 $\hat{A}\pm 0.18$
5-6	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 $\hat{A}\pm 0.16$
4	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 $\hat{A}\pm 0.30$
3	1881 01 24 16:14	Bolognese	38	7	5.16 $\hat{A}\pm 0.30$
F	1881 01 25 07:06	Bolognese	18		

Effects	Earthquake occurred:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
RS	1885 02 26 20:48	SCANDIANO	78	6	5.19 $\hat{A}\pm 0.15$
3-4	1887 02 23 05:21:50	Liguria occidentale	1516		6.97 $\hat{A}\pm 0.15$
3	1889 03 08 02:57:04	Bolognese	38	5	4.73 $\hat{A}\pm 0.22$
4	1891 06 07 01:06:14	Valle d'Illasi	403	8-9	5.86 $\hat{A}\pm 0.06$
3-4	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91 $\hat{A}\pm 0.11$
3-4	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	183	6	5.07 $\hat{A}\pm 0.10$
3	1895 03 23	COMACCHIO	37	6	4.74 $\hat{A}\pm 0.31$
5	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8	6.23 $\hat{A}\pm 0.08$
NF	1895 05 18 19:55:12	Fiorentino	401	8	5.43 $\hat{A}\pm 0.08$
NF	1897 07 15 05:57	Slovenia	53	6-7	5.25 $\hat{A}\pm 0.23$
NF	1897 12 18 07:24:20	Appennino umbro-marchigiano	132	7	5.13 $\hat{A}\pm 0.14$
4	1898 01 16 12:10:05	Romagna settentrionale	73	6-7	4.79 $\hat{A}\pm 0.33$
3	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41 $\hat{A}\pm 0.09$
4	1901 10 30 14:49:58	SalÃ²	190	8	5.70 $\hat{A}\pm 0.10$
3	1902 03 05 07:06	Garfagnana	83	7	4.96 $\hat{A}\pm 0.17$
2	1903 07 27 03:46	LUNIGIANA	79	7-8	5.25 $\hat{A}\pm 0.17$
3	1904 02 25 18:47:50	Reggiano	62	6	5.05 $\hat{A}\pm 0.18$
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.15 $\hat{A}\pm 0.14$
3	1907 04 25 04:52	Veronese	122	6	4.91 $\hat{A}\pm 0.15$
2	1908 07 10 02:13	Carnia	120	7-8	5.38 $\hat{A}\pm 0.13$
6	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 $\hat{A}\pm 0.09$
RS	1909 08 25 00:22	MURLO	283	7-8	5.37 $\hat{A}\pm 0.10$
4	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28 $\hat{A}\pm 0.11$
3	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 $\hat{A}\pm 0.20$
5	1914 10 27 09:22:36	Garfagnana	618	7	5.76 $\hat{A}\pm 0.09$
2	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00 $\hat{A}\pm 0.09$
5	1915 10 10 23:08	REGGIO EMILIA	30	6	5.02 $\hat{A}\pm 0.22$
4	1916 05 17 12:49:50	Alto Adriatico	132		5.95 $\hat{A}\pm 0.14$
4	1916 08 16 07:06	Alto Adriatico	257		6.14 $\hat{A}\pm 0.14$
3	1918 11 10 15:12:28	Appennino romagnolo	187	9	5.88 $\hat{A}\pm 0.11$

Effects	Earthquake occurred:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
3	1919 06 29 15:06:12	Mugello	566	10	6.29 $\hat{A}\pm 0.09$
5	1920 09 07 05:55:40	Garfagnana	756	10	6.48 $\hat{A}\pm 0.09$
4-5	1922 05 24 21:17:25	Ferrarese	7	4	4.34 $\hat{A}\pm 0.25$
4-5	1926 01 01 18:04:06	Slovenia	63	7-8	5.85 $\hat{A}\pm 0.18$
4	1929 04 10 05:43:12	Bolognese	87	7	5.03 $\hat{A}\pm 0.13$
4	1929 04 19 04:15:22	Bolognese	82		
4	1929 04 20 01:09:46	Bolognese	109	7	5.34 $\hat{A}\pm 0.13$
3	1929 04 22 08:25:33	Bolognese	41		
4-5	1929 05 11 19:22:48	Bolognese	64		
4	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7	5.39 $\hat{A}\pm 0.14$
3	1963 07 19 05:45:28	Mar Ligure	463		6.02 $\hat{A}\pm 0.14$
4-5	1967 12 30 04:19:20	BASSA PADANA	40	6	5.24 $\hat{A}\pm 0.19$
5	1971 07 15 01:33:23	Parmense	229	8	5.64 $\hat{A}\pm 0.09$
3	1980 11 23 18:34:52	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 $\hat{A}\pm 0.09$
5	1983 11 09 16:29:52	Parmense	850	6-7	5.06 $\hat{A}\pm 0.09$
NF	1984 04 29 05:02:60	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 $\hat{A}\pm 0.09$
4	1986 12 06 17:07:20	BONDENO	604	6	4.61 $\hat{A}\pm 0.10$
4-5	1989 09 13 21:54:01	PASUBIO	779	6-7	4.88 $\hat{A}\pm 0.09$
4-5	1996 10 15 09:56:02	Correggio	135	7	5.41 $\hat{A}\pm 0.09$
4	2003 09 14 21:42:53	Appennino bolognese	133	6	5.29 $\hat{A}\pm 0.09$

TAB 5. STORICO DEI TERREMOTI DI FERRARA. DATI ESTRAPOLATI DA I.N.G.V.

NELL'ULTIMO SCIAME SISMICO DEL 2012, LOCALIZZATO NEL DISTRETTO SISMICO DELLA PIANURA PADANA EMILIANA, LA ZONA HA RISCOINTRATO DANNI SUPERFICIALI A DIVERSE STRUTTURE. MA I DANNI PIÙ GRAVI SONO STATI RILEVATI A:

- EDIFICI STORICI E ABITAZIONI DEL CENTRO STORICO (I FORTI DANNI AL PATRIMONIO ARTISTICO E STORICO DELLA CITTÀ SONO QUANTIFICABILI IN SVARIATE DECINE DI MILIONI DI EURO)
- NUMEROSE STRUTTURE PUBBLICHE (COMPLETAMENTE INAGIBILI)

### 3.9. ANALISI GEOSISMOLOGICA

L'AREA INTERESSATA È CLASSIFICATA A LIVELLO 3 DELLA SCALA DI RIFERIMENTO DEL RISCHIO SISMICO, È UNA DELLE NUMEROSE AREE SISMOGENICHE PROSSIME ALLE ZONE DELL'APPENNINO. IL COMPLESSO SISTEMA DI FAGLIE CHE SI DIRAMANO NELLA BASSA PIANURA EMILIANA È QUELLO DELLA DORSALE DI FERRARA, CHE SI RACCORDA A OVEST CON QUELLA DI MIRANDOLA. L'ISTITUTO NAZIONALE DI GEOFISICA E VULCANOLOGIA (INGV) NON HA ESCLUSO CHE LA SECONDA SCOSSA SIGNIFICATIVA DI MAGNITUDO 5.8 DEL 29 MAGGIO, AVVENUTA A DISTANZA DI NOVE GIORNI DAL PRIMO EVENTO CHE FU DI MAGNITUDO 5.9, POSSA ESSERE SCATURITA DALL'APERTURA DI UNA NUOVA FAGLIA. SECONDO QUESTA IPOTESI NON SI TRATTEREBBE DI UNA FORTE SCOSSA DI ASSESTAMENTO DEL PRIMO TERREMOTO, BENSÌ DI UN SECONDO TERREMOTO.

DA UN'ANALISI DEL MECCANISMO FOCALE DELLE SCOSSE DI TERREMOTO, RISULTEREBBE CHE I PROCESSI CINEMATICI DI TUTTE LE SCOSSE REGISTRATE SIANO CONCORDANTI E CHE NON CI SIANO STATE ATTIVAZIONI DI FAGLIE DISCORDANTI. I TERREMOTI SONO AVVENUTI LUNGO PIANI DI FAGLIA ORIENTATI ALL'INCIRCA IN DIREZIONE EST-OVEST E CON MOVIMENTO COMPRESSIVO CON UNA SIGNIFICATIVA COMPONENTE TRASCORRENTE IN DIREZIONE NORD-SUD. IN PARTICOLARE LA SISMICITÀ DELLA SEQUENZA DEI TERREMOTI DELL'EMILIA HA INTERESSATO I FRONTI COMPRESSIVI PIÙ ESTERNI, QUALI IL FRONTE FERRARESE ED IL FRONTE DI MIRANDOLA. QUEST'ULTIMO È CARATTERIZZATO DALLA PRESENZA DI UNA STRUTTURA ANTICLINALE, DETTA APPUNTO ANTICLINALE DI MIRANDOLA. IL MOVIMENTO DELLE FAGLIE DURANTE IL TERREMOTO HA PROVOCATO L'ACCAVALLAMEN-

TO DELLE FALDE APPENINICHE SEPOLTE, AL DI SOPRA DELLA PLACCA ADRIATICA, CAUSANDO SOLLEVAMENTO DEL TERRENO E RACCORDIAMENTO CROSTALE. GRAZIE ALLE IMMAGINI RADAR ACQUISITE E UTILIZZANDO L'INTERFEROMETRIA DIFFERENZIALE, È STATO POSSIBILE VALUTARE LA DEFORMAZIONE DEL TERRENO DOPO LE SCOSSE DEL 29 MAGGIO. CON QUESTI DATI È STATO POSSIBILE MISURARE CHE IL SUOLO SI È SOLLEVATO DI MASSIMO 12 CENTIMETRI NELL'AREA EPICENTRALE, MENTRE SI È ABBASSATO DI CIRCA 2-3 CENTIMETRI NELLA ZONA DI FINALE EMILIA. QUESTE ULTIME DEFORMAZIONI SONO PROBABILMENTE IMPUTABILI A MOVIMENTI SUPERFICIALI DI ACQUA NEL SOTTOSUOLO.

PER LO STUDIO DELLE SORGENTI SISMOGENETICHE I GEOLOGI DELL'INGV HANNO UTILIZZATO DATI GEOMORFOLOGICI E GEOLOGICO-GEOFISICI CON PARTICOLARE ATTENZIONE ALLO STUDIO DELL'IDROGRAFIA DELLA REGIONE, QUEST'ULTIMA IN QUANTO ELEMENTO SENSIBILE AI PIÙ PICCOLI CAMBIAMENTI INDOTTI DALL'ATTIVITÀ TETTONICA. ATTRAVERSO LO STUDIO DEL RETICOLO IDROGRAFICO SONO STATE RILEVATE ANOMALIE DEL DRENAGGIO DI ORIGINE CERTAMENTE NON ANTROPICA. DALL'ULTERIORE CONFRONTO CON LE SERIE STORICHE RELATIVE AI TERREMOTI AVVENUTI NELL'AREA INTERESSATA SI PUÒ CONCLUDERE CHE QUESTE STRUTTURE SONO SISMOGENETICHE, OSSIA CAPACI DI GENERARE TERREMOTI. IN DIVERSI CASI È STATO POSSIBILE OSSERVARE LA COINCIDENZA TRA LA POSIZIONE DI UNA ANOMALIA DEL DRENAGGIO, LA PRESENZA DI UNA ANTICLINALE SEPOLTA E LA LOCALIZZAZIONE DI ALCUNI TERREMOTI RIPORTATI NEI CATALOGHI. UNA NOTEVOLE ANOMALIA DEL DRENAGGIO IN UN'AREA PRIVA DI SISMICITÀ STORICA NEI PRESSI DI MIRANDOLA FU MESSA IN EVIDENZA GIÀ DAL 2000 RILEVANDONE LA CORRELAZIONE CON UNA IMPOR-

TANTE FAGLIA ATTIVA SEPOLTA. LA SEQUENZA SISMICA CON I FORTI TERREMOTI DEL 20 E DEL 29 MAGGIO 2012 HA RIATTIVATO PORZIONI DELLE SORGENTI IDENTIFICATE COME ITCS050-POGGIO RUSCO-MIGLIARINO E ITCS051-NOVI-POGGIO RENATICO. SI IPOTIZZA CHE QUESTE SORGENTI SIANO ALL'ORIGINE DEI TERREMOTI E CHE SIANO STATE LA CAUSA IN PASSATO DEL SOLLEVAMENTO DELLE DORSALI DI

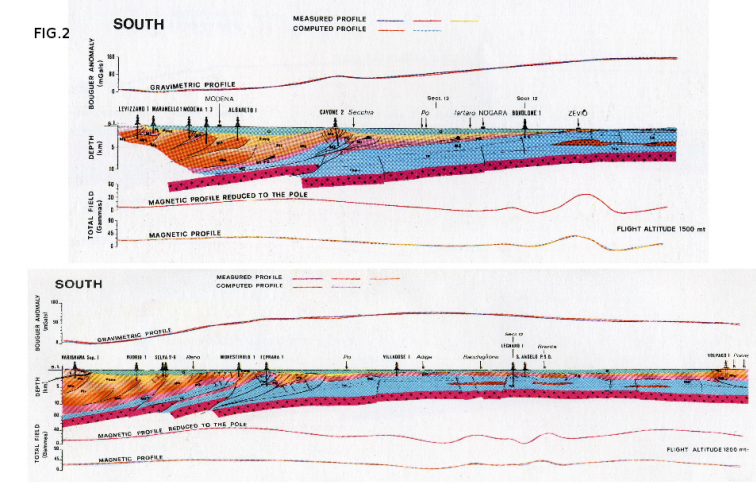
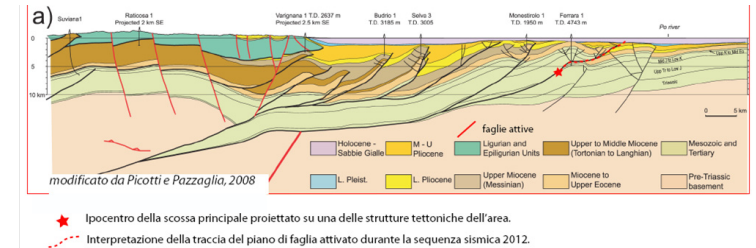
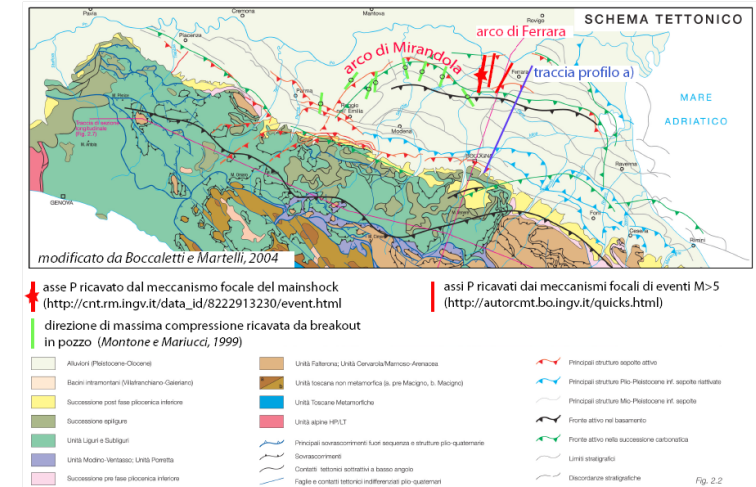


FIG. 80 - SEZIONI GEOLOGICHE SCHEMATICHE DELLA PIANURA PADANA LUNGO LA TRASVERSALE MODENESE (SOPRA) E BOLOGNESE E FERRARESE (SOTTO) (DA AGIR, 1966). LE STRUTTURE TETTONICHE (SISTEMI DI PIEGHE E FAGLIE INVERSE) PIÙ SETTENTRIONALI (A DESTRA NELLE SEZIONI) IN CORRISPONDENZA DELLE PERFORAZIONI CAVONE E FERRARA 1, RAPPRESENTANO IL FRONTE PIÙ AVANZATO DELLA CATENA APPENNINICA SEPOLTA SOTTO LE ALLUVIONI (IN VERDE/AZZURRO). LE FIGURE MOSTRANO L'ACCAVALLAMENTO DELLA CATENA APPENNINICA (IN MARRONE E IN GIALLO) SULLE ROCCE PIÙ PROFONDE DEL SOTTOSUOLO DELLA PIANURA PADANA (IN ROSSO E IN AZZURRO).



# PROCEDIMENTO DI ANALISI DELLE CHIESE IN ESAME

LA PROCEDURA CON CUI SONO STATI ANALIZZATI GLI EDIFICI SEGUE, ANCHE SE IN MODO SEMPLIFICATO, L'APPROCCIO INDICATO DALLE LINEE GUIDA DETTATE DAL MINISTERO DEI BENI CULTURALI.

COME PRIMA COSA È STATO FATTO UN BREVE INQUADRAMENTO STORICO NEL QUALE SONO STATE MESSE IN EVIDENZA LE FASI COSTRUTTIVE DELL'EDIFICIO.

IN SEGUITO È STATA REDATTA UNA DESCRIZIONE DETTAGLIATA DELLO STATO ATTUALE DELLE CHIESE DA PUNTO DI VISTA ARCHITETTONICO E DECORATIVO. QUESTE DESCRIZIONI SONO CORREDATE DA DISEGNI ARCHITETTONICI E DA UN INQUADRAMENTO TERRITORIALE.

SI È PROCEDUTO NELLA DESCRIZIONE DEL RILIEVO DEL DANNO IN MANIERA ABBASTANZA DETTAGLIATA ALLEGANDO I DISEGNI DEI QUADRI FESSURATIVI E LE SCHEDE DI RILIEVO DEI DANNI<sup>9</sup>.

ATTRAVERSO UN PROGRAMMA DI CALCOLO, SONO STATI ELABORATI DEI MODELLI TRIDIMENSIONALI DELLE CHIESE PRESE IN ANALISI. QUESTO PROGRAMMA PERMETTE DI DEFINIRE, OLTRE ALLE GEOMETRIE E AI MATERIALI, ANCHE L'INDIVIDUAZIONE DI ELEMENTI STRUTTURALI, E LE FORZE PERMANENTI AGENTI SULLA STRUTTURA.

COME MATERIALE SI È PRESO UN TIPO DI MURATURA COSTITUITA DA MATTONE PIENO CON CORSI DI MALTA. LE CARATTERISTICHE MECCANICHE INSERITE SONO<sup>10</sup>:

- RESISTENZA CARATTERISTICA ( $f_k$ ) = 24 DAN/CMQ
- RESISTENZA A TAGLIO ( $f_{vk}$ ) = 0.6 DAN/CMQ
- PESO SPECIFICO = 0.002 KG/MC

- MODULO ELASTICO ( $E_1 = E_2$ ) = 16000 DAN/CMQ
- MODULO  $G$  = 5000 DAN/CMQ

SONO STATI INSERITI ANCHE I CARICHI DELLE COPERTURE E ALTRI PARAMETRI RIGUARDANTI LE AZIONI SISMICHE. SONO STATI INDIVIDUATI 10 CASI DI CARICO DI CUI:

- GYK COMPRENSIVO DEL PESO PROPIO DELLA STRUTTURA
- EDK CHE COMPRENDE 4 CASI DI CARICO SISMICO ALLO STATO LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA CON ANALISI DINAMICA E ANGOLI DI INGRESSO 0 E 90 ED ECCENTRICITÀ POSITIVA E NEGATIVA
- EDK CHE COMPRENDE 4 CASI DI CARICO SISMICO ALLO STATO LIMITE DI DANNO CON ANALISI DINAMICA E ANGOLI DI INGRESSO 0 E 90 ED ECCENTRICITÀ POSITIVA E NEGATIVA
- GK CHE TIENE CONTO DELLE AZIONI PERMANENTI

IL PROGRAMMA CI HA PERMESSO DI ESEGUIRE ANALISI DINAMICHE MODALI CON SPETTRO DI RISPOSTA. PER PRIMA COSA ABBIAMO IMPOSTATO DEI PARAMETRI DETTATI DALLA NORMATIVA QUALI:

- CLASSE D'USO III (PER EDIFICI IMPORTANTI IN RELAZIONE AD UN EVENTUALE COLLASSO)
- FATTORE DI CONFIDENZA  $LC_1$  ( $f_c = 1.35$ )
- PERICOLOSITÀ SISMICA E ZONIZZAZIONE (PER OGNI SITO, SECONDO LE NTC 2008, SI UTILIZZANO SPETTRI DI RISPOSTA DIVERSI IN BASE AL POSIZIONAMENTO SUL TERRITORIO NAZIONALE)
- SUOLO DI FONDAZIONE "E"<sup>11</sup> (PER PROFILI DI TERRENO

COSTITUITI DA STRATI SUPERFICIALI ALLUVIONALI)

- CATEGORIA TOPOGRAFICA T1<sup>12</sup>
- SMORZAMENTO DEL SUOLO PARI AL 5% COME DA NTC 2008

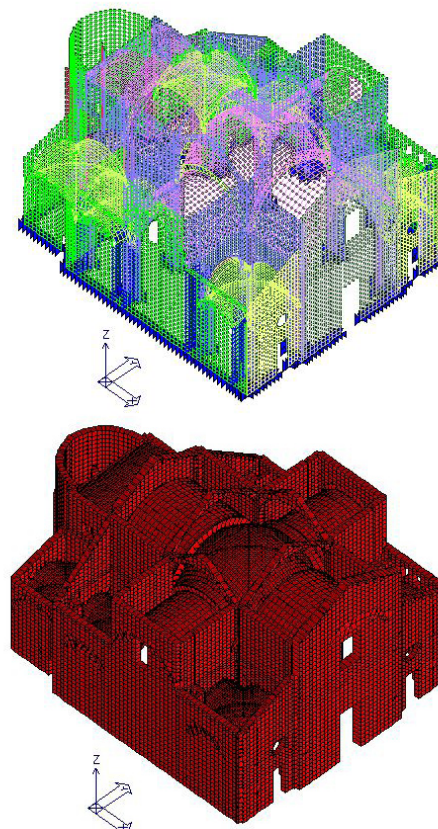


FIG. 81-82 - ESEMPIO DI MODELLAZIONE DELLA CHIESA DI CASTELLUCHHIO COL PROGRAMMA PRO\_SAP

- FATTORE DI STRUTTURA  $q = 2.25$  (LEGATO ALLA BASSA CLASSE DI DUTTILITÀ DELL'EDIFICIO E ALLA NON REGOLARITÀ SIA IN ALTEZZA CHE IN PIANTA)

SONO STATE POI DEFINITE LE COMBINAZIONI DI CARICO SISMICHE PER IL CALCOLO STRUTTURALE AGLI STATI LIMITE ULTIMI<sup>13</sup>:

- DI SALVAGUARDIA DELLA VITA SLV
- DI PREVENZIONE AL COLLASSO SLC

SONO STATE ESEGUITE LE ANALISI CON UN NUMERO DI MODI, DIFFERENTE PER OGNI CASO, CHE PERMETTESSE DI ECCITARE ALMENO L'85% DELLA MASSA (LIMITE MINIMO FISSATO DA NORMATIVA).

IN SEGUITO È STATO REALIZZATO UN GRAFICO, PER OGNI STRUTTURA, CHE METTE IN RELAZIONE LE PERCENTUALI DI MASSA ECCITATA E IL LORO PERIODO CORRISPONDENTE. TALE GRAFICO È POI STATO CONFRONTATO CON LO SPETTRO DI RISPOSTA DEL SITO IN CUI È COLLOCATA LA CHIESA, METTENDO IN EVIDENZA I MODI CON MAGGIOR PERCENTUALE DI MASSA ECCITATA.

SUCCESSIVAMENTE SONO STATE REALIZZATE LE VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI PER EDIFICI ESISTENTI.

## NOTE

9. REDATTE SULLA BASE DEI MECCANISMI DI COLLASSO DELLE CHIESE INDIVIDUATI DALL'ALLEGATO "C" DEL D.P.C.M. DEL 9 FEBBRAIO 2011

10. TABELLA C8B.1 CIRCOLARE C.S.LL.PP. N° 617

11. TABELLA 3.2.II NTC 2008

12. TABELLA 3.2.IV NTC 2008

13. CAP. 3.2.1 NTC 2008

# CHIESA SAN GIACOMO MAGGIORE A POLESINE



## 5.1. CENNI STORICI

LA PARROCCHIA DI POLESINE, FU COSTITUITA NEL XV SECOLO PER VOLERE DEI GONZAGA, DUCHI DI MANTOVA. GIÀ DA QUEL TEMPO LA PARROCCHIA FU CONSAGRATA A SAN GIACOMO MAGGIORE APOSTOLO, TUTTAVIA FINO AL 1500 NON FU AUTONOMA MA SUBORDINATA ALLA VICINA BRUSATASSO.

NONOSTANTE CHE NEL CORSO DEI SECOLI FURONO ESEGUITI DIVERSI LAVORI DI MANUTENZIONE, BISOGNA ASPETTARE IL XVIII SECOLO PER VEDERE LE PRIME IMPORTANTI MODIFICHE ALLA FABBRICA. INFATTI NEL CORSO DEL 1746, FURONO ESEGUITE OPERE DI NOTEVOLE INTERESSE, CHE INTERESSARONO ALCUNE PARTI DELL'ORATORIO; DALLE CRONACHE SI APPRENDE CHE VENNE RIFATTO IL CORO E RESTAURATA LA CAPPELLA MAGGIORE, SI APPRENDE ANCHE CHE QUESTI AMBIENTI VENNERO MANTENUTI ANCHE DURANTE LE PRIME FASI DEI LAVORI DELLA NUOVA CHIESA.

NELLA SECONDA METÀ DEL '700 L'ORATORIO DIVENNE IMPRATICABILE E I GONZAGA ORMAI CADUTI IN ROVINA NON POTERONO FINANZIARE NUOVI INTERVENTI. PERTANTO IL PARROCO, UNITAMENTE ALLA COMUNITÀ DI POLESINE CHIESE ALLA CURIA MANTOVANA DI POTER DEMOLIRE IL VECCHIO ORATORIO E CONSEGUENTEMENTE EDIFICARE UN NUOVO EDIFICIO.

LA COSTRUZIONE DEL NUOVO EDIFICIO DI

CULTO INIZIÒ IL 13 NOVEMBRE 1775, COME CONFERMATO DAI DOCUMENTI REDATTI DA DON GIROLAMO SALVI E NEI QUALI SONO RIPORTATE PREZIOSE INFORMAZIONI RIGUARDANTI LE FASI DI COSTRUZIONE DELLA CHIESA.

I LAVORI PER LA COSTRUZIONE DELLA NUOVA CHIESA INIZIARONO IL 13 NOVEMBRE DEL 1775, DATA PIÙ VOLTE CONFERMATO NEGLI SCRITTI DI DON GIROLAMO SAVI: NELLE RACCOLTE INTITOLATE "MEMORIA DI POLESINE", DEPOSITATE PRESSO L'ARCHIVIO PARROCCHIALE, EGLI RIPORTA PROGRESIVAMENTE, DIVERSE NOTE DI CRONACA RELATIVE ALLE VICENDE COSTRUTTIVE DELLA CHIESA E DEGLI EDIFICI ANNESSI.

IL PROGETTO DEL NUOVO EDIFICIO FU ATTRIBUITO ALL'ARCHITETTO VILLA. LA PRIMA CAMPAGNA DI LAVORI FU MOLTO RAPIDA E DURÒ CIRCA DIECI MESI, INFATTI ALLA FINE FURONO GIÀ ULTIMATI: LA NAVATA CENTRALE, LE CAPPELLE LATERALI E LA NUOVA COPERTURA. DEL VECCHIO CORPO DI FABBRICA FURONO MANTENUTI IL CORO E LA CAPPELLA MAGGIORE REALIZZATI DURANTE I LAVORI DEL 1746.

A METÀ DEL 1776 I LAVORI SUBIRONO UN ARRESTO DOVUTO ALLA MANGANZA DI FONDI. I REGISTRI DELLA PARROCCHIA, INDICANO CHE IN QUESTI ANNI ARRIVARONO CONTRIBUTI ECONOMICI DALLA CURIA DI MANTOVA E DALLA RACCOLTA DI OFFERTE

DELLA POPOLAZIONE DI POLESINE, INOLTRE ALCUNE PERSONE SI OFFRIRONO NEL PARTECIPARE ATTIVAMENTE ALLA COSTRUZIONE DELLA CHIESA, LAVORANDO NEL CANTIERE COME CARPENTIERI E MURATORI.

FU COSÌ CHE DOPO DUE ANNI CIRCA, NEL GENNAIO DEL 1779, INIZIÒ LA SECONDA CAMPAGNA DI LAVORI. I LAVORI RIGUARDARONO IL VECCHIO CORO, ORMAI RITENUTO INADEGUATO E TROPPO PICCOLO, IL QUALE FU DEMOLITO E POI RICOSTRUITO SULLE MEDESIME FONDAZIONI. IN QUESTA FASE FURONO FINITI ANCHE IL PRESBITERIO, LA SACRESTIA E L'ALTARE MAGGIORE.

DUE ANNI DOPO LA REALIZZAZIONE DELLA CHIESA, QUINDI NEL 1781, INIZIÒ LA COSTRUZIONE DEL CAMPANILE COSTRUITO A FIANCO DELL'EDIFICIO DI CULTO.

L'ESECUZIONE DELL'IMPIANTO DECORATIVO INTERNO, SEGUÌ LA COSTRUZIONE DELL'EDIFICIO. UTILIZZANDO COME MATERIALE LA SCAGLIOLA, VENNERO ESEGUITI GLI STUCCHI, I CAPITELLI, IL PULPITO, COSÌ COME GLI ALTARI DELLE CAPPELLE LATERALI, LO STESSO ALTARE MAGGIORE, ED ALTRI ELEMENTI DECORATIVI. IL LAVORO FU COMMISSIONATO A QUATTRO DIVERSI STUCCATORI, MOLTO IMPORTANTI ALL'EPOCA, GIÀ CONOSCIUTI PER AVER LAVORATO ANCHE IN ALTRE CHIESE DELLA ZONA, LAVORANDO CONTEMPORANEAMENTE NELLA CHIESA PROBABILMENTE TRA LA FINE DEL '700 E L'INIZIO DEL '800.



FIG. 83. CARTOLINA DEL 1918. CHIESA E CAMPANILE VISTI DALLA PIAZZA  
FIG. 84. PARTICOLARE DEL DISEGNO RIPORTATO SU UNA MAPPA DEL 1605. PALAZZO DEI GONZAGA E ORATORIO DI POLESINE (ASMN)

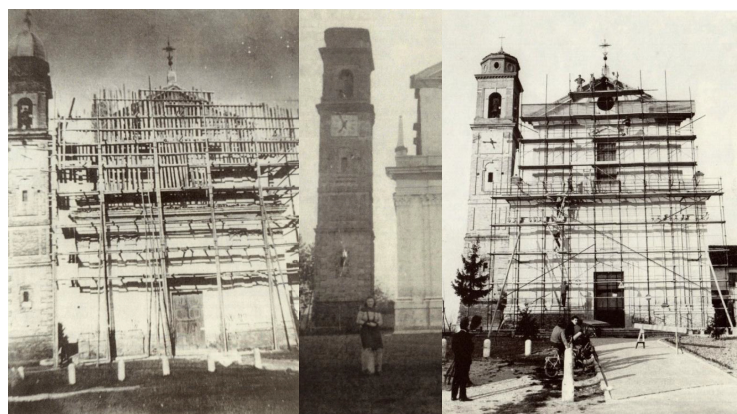


FIG. 85. FACCIATA DELLA CHIESA, CON IMPALCATURA IN LEGNO, DURANTE IL RESTAURO DEL 1930. , IL CAMPANILE HA ANCORA LA CUPOLA ORIGINALE  
FIG. 86. CAMPANILE DOPO L'INCENDIO DEL 1943 CHE DISTRUSSE LA CUPOLA  
FIG. 87. FACCIATA IN OCCASIONE DEL RESTAURO DEL 1960



FIG. 88. VEDUTA INTERNA DELLA CHIESA

## 5.2. DESCRIZIONE

LA CHIESA DI POLESINE PRESENTA UN'UNICA NAVATA CON UNA LUNGHEZZA INTERNA COMPLESSIVA DI CIRCA 28,70M. L'AULA CENTRALE HA DIMENSIONI INTERNE DI 9,30M IN LARGHEZZA E DI CIRCA 18,13M IN LUNGHEZZA; IL PRESBITERIO, LUNGO 5,80M, È SEGUITO DAL CORO PROFONDO 4,60M. REGOLARMENTE DISPOSTE AI LATI DELLA NAVATA VI SONO QUATTRO CAPPELLE LATERALI, CON QUOTA DI PAVIMENTO RIALZATA DI DUE GRADINI, E AVENTI DIMENSIONI INTERNE CIRCA 1,80M DI PROFONDITÀ PER 4,75M DI LARGHEZZA.

INTERNAMENTE LO SPAZIO È SCANDITO DA UN ORDINE DI PARASTE PSEUDO CORINZIE CHE SOSTENGONO UNA TRABEAZIONE SUPERIORE AVENTE FREGIO AGGETTANTE VERSO L'INTERNO DELL'AULA. AL DI SOPRA DEL FREGIO SI TROVA L'IMPOSTA DELLE VOLTE. IN CORRISPONDENZA DEGLI SFONDATI, RAPPRESENTATI DAGLI ALTARI LATERALI, PRESENTI SU ENTRAMBI I LATI MAGGIORI DELLA NAVATA, SONO PRESENTI DELLE APERTURE CHE SORMONTANO GLI ARCHI E CHE PERMETTONO L'INGRESSO DELLA LUCE. GLI SFONDATI SONO RESI POSSIBILI DALL'INTRODUZIONE DI ARCHI NELLA MURATURA PORTANTE, I QUALI DANNO VITA ALLE CAPPELLE SOPRA CITATE. QUESTI ARCHI A TUTTO SESTO COPRONO UNA LUCE DI 3,30M ED HANNO UNA QUOTA DI IMPOSTA DI 4,90M E SCARICANO IL PESO SU DUE COLONNE IN MATTONI. QUESTO SISTEMA SI

RIPEDE ANCHE NEL PRESBITERIO CON LA SOLA DIFFERENZA, CHE IN QUESTO CASO, NON TROVIAMO UNO SFONDATO, MA SOLO UNA PORTA AL DI SOTTO DELL'ARCO, ASSUMENDO IN QUESTA PARTE DELLA CHIESA LA SOLA FUNZIONE DI ORNAMENTO.

A SORMONTARE L'AMBIENTE TROVIAMO LE VOLTE. ANCH'ESSE SCANDISCONO LO SPAZIO CON LO STESSO RITMO CHE TROVIAMO NELLE PARETI LONGITUDINALI DELLA NAVATA APPENA DESCRITTE. INFATTI, TROVIAMO L'ALTERNANZA DI PICCOLE VOLTE A BOTTE E DI VOLTE A BOTTE LUNETTATE. OVVIAMENTE LE LUNETTE SERVONO PER DARE SPAZIO ALLE FINESTRE E QUINDI DI TROVANO ESATTAMENTE SOPRA AGLI ARCHI. TUTTE LE VOLTE SONO IN CAMORCANNIA, QUINDI PRESENTANO UNA CENTINATURA LIGNEA ALL'ESTRADOSSO, ALLA QUALE È APPLICATO UNO STRATO DI ARELLE E AL DI SOTTO DI QUESTE L'INTONACO. QUESTO SISTEMA È MOLTO UTILIZZATO NELLA ZONA PER QUESTO TIPO DI CHIESE. LE VOLTE REALIZZATE CON QUESTA TECNICA HANNO UN PESO FORTEMENTE RIDOTTO RISPETTO ALLE LORO OMOLOGHE IN MURATURA, MA NON SONO PORTANTI, INFATTI ESSE NON SONO IN GRADO DI SOSTENERE IL PESO DI UNA PERSONA, IN QUANTO RIESCONO A PORTARE SOLAMENTE IL LORO PESO, RENDENDO IL SOTTOTETTO NON PRATICABILE. QUESTE VOLTE COPRONO L'INTERA NAVATA E HANNO UNA QUOTA DI IMPOSTA DI 10,10M E RAGGIUNGONO IN SOMMITÀ LA QUOTA DI 15,00M. IN CONCOMITANZA DELLE PARASTE TROVIAMO DELLE COSTOLATURE, ANCH'ESSE LI-



FIG. 89. VEDUTA DEL SOTTOTETTO SOSTENUTO DA CAPRIATE LIGNEE

GNEE ED INTONACATE. NEL PRESBITERIO, AL DI SOPRA DELL'ALTARE MAGGIORE TROVIAMO UNA VOLTA A VELA ANCH'ESSA IN INCANNUCCIATO.

IL TETTO A CAPANNA È RETTO DA CAPRIATE LIGNEE COMPOSTE SOPRA LA NAVATE, MENTRE DA CAPRIATE SEMPLICI SOPRA IL PRESBITERIO, IN QUANTO LA LUCE SOTTOSTANTE È MINORE. L'INTERASSE DELLE CAPRIATE COMPOSTE È UGUALE TRA TUTTE E SEI, E PER PERMETTERE QUESTO TROVIAMO IN OPERA DUE DI QUESTE ESATTAMENTE SOPRA LE FINESTRE DELLA NAVATA. IL TETTO È FORMATO QUINDI DA CAPRIATE, ARCARECCI E TRAVICELLI CHE SOSTENGONO UNO STRATO DI MATTONI E IL MANTO DI COPERTURA.

LA FACCIATA DELLE DIMENSIONI DI 14,30M DI LARGHEZZA E DI 19,20M ALTEZZA È STATA DISEGNATA SU DUE ORDINI SOVRAPPosti. L'ORDINE SOTTOSTANTE, ALL'INTERNO DEL QUALE È PRESENTE LA

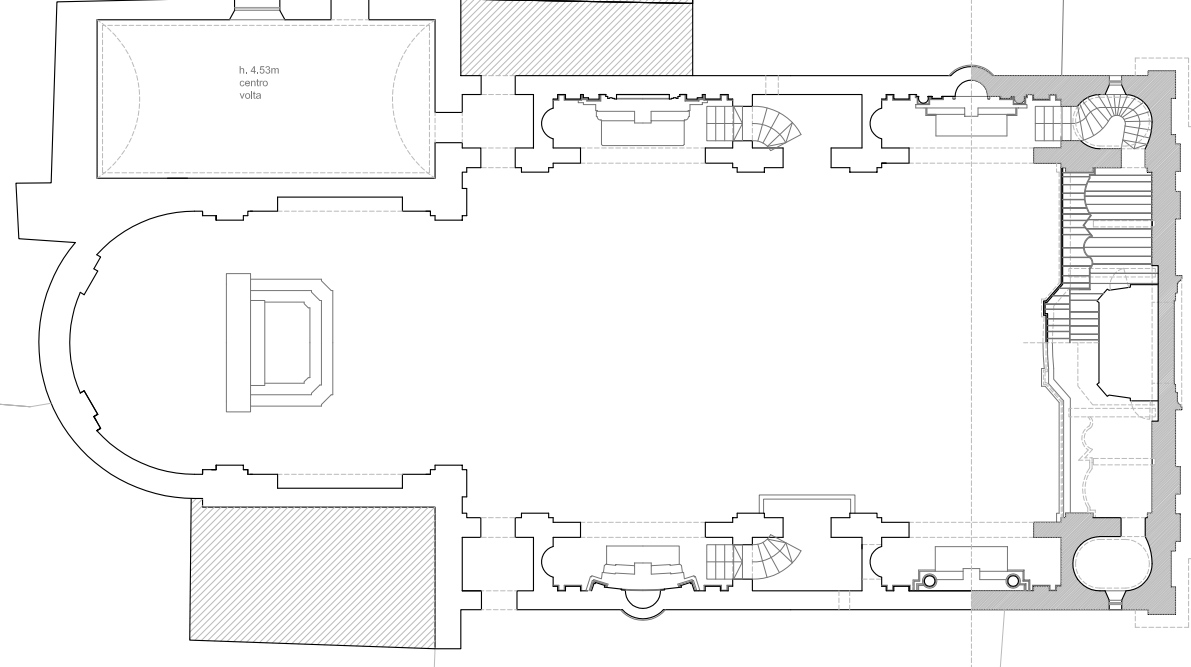
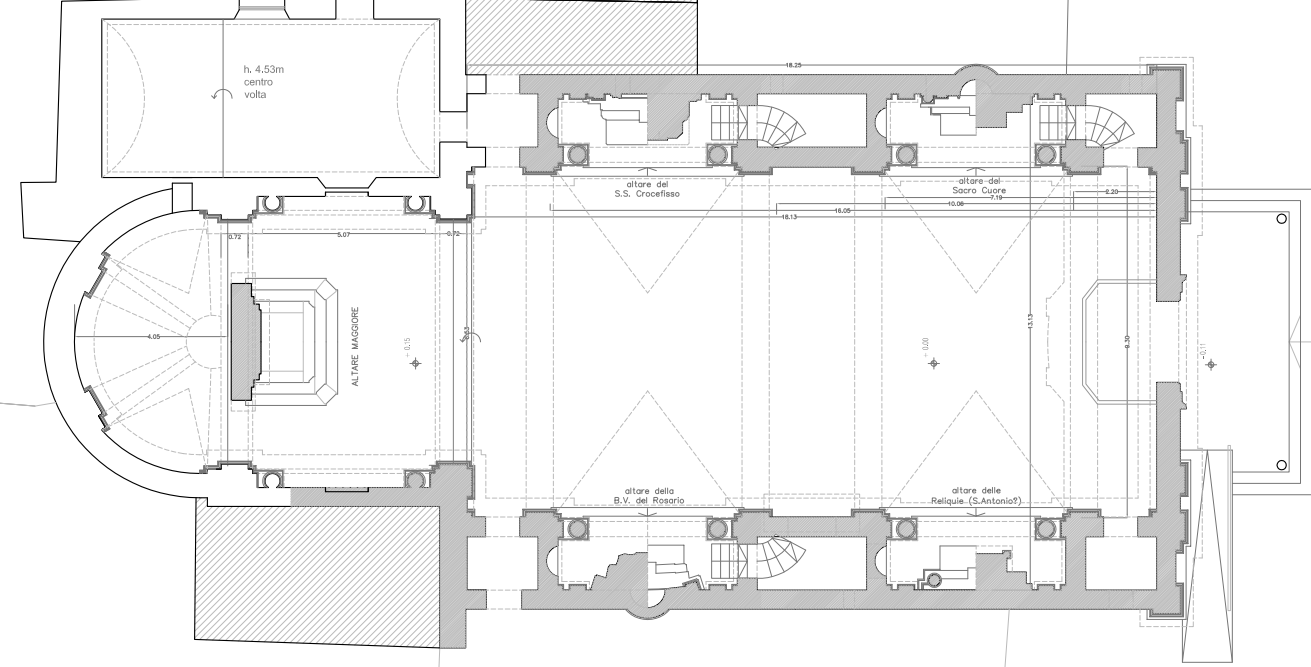


FIG. 90. FACCIATA DELLA CHIESA

PORTA D'INGRESSO, PRESENTA UN ALTO BASAMENTO SOPRA IL QUALE PARTONO DUE COPPIE DI LESENE CORINZIE CHE SOSTENGONO LA TRABEAZIONE E SOPRA IL QUALE PARTE UN SECONDO ORDINE. L'ORDINE SUPERIORE È SIMILE A QUELLO SOTTOSTANTE MA È PIÙ SEMPLIFICATO E MENO SLANGIATO: ALL'INTERNO TROVIAMO UNA GRANDE FINESTRA, SOPRA I CAPITELLI ABBIAMO UNA TRABEAZIONE E IL TIMPANO. LA CONTRO FACCIATA INTERNA SOSTIENE MEDIANTE TRAVI LIGNEE INCASTRATE NELLA MURATURA, L'ORGANO E LA CANTORIA. L'INSERIMENTO DI UNA BUSSOLA D'INGRESSO HA CAUSATO LA RIMOZIONE DI DUE PILASTRI DI SOSTEGNO DELLA CANTORIA, RENDENDO COSÌ L'IMPALCATO PRATICABILE DA UN RISTRETTO NUMERO DI PERSONE.

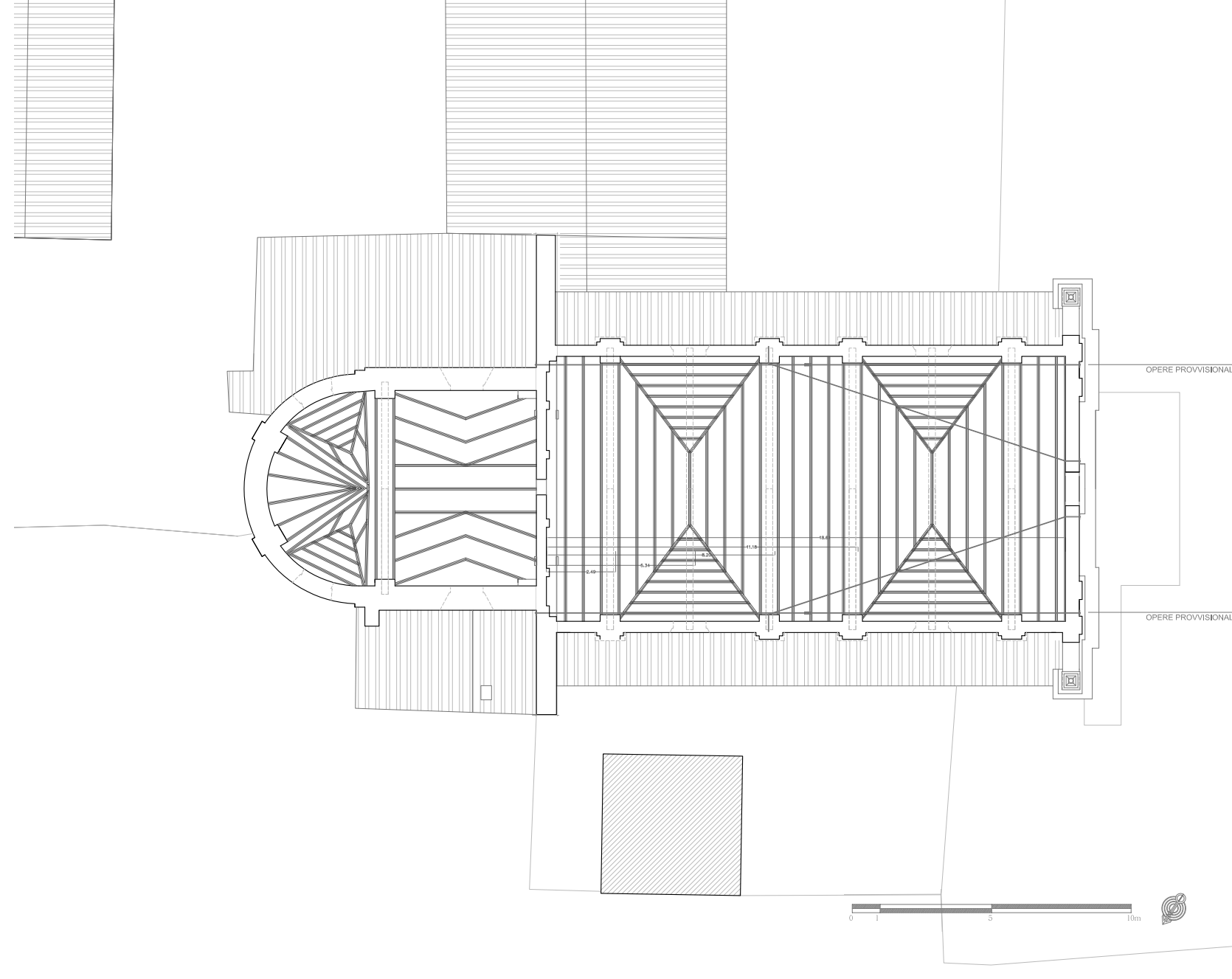
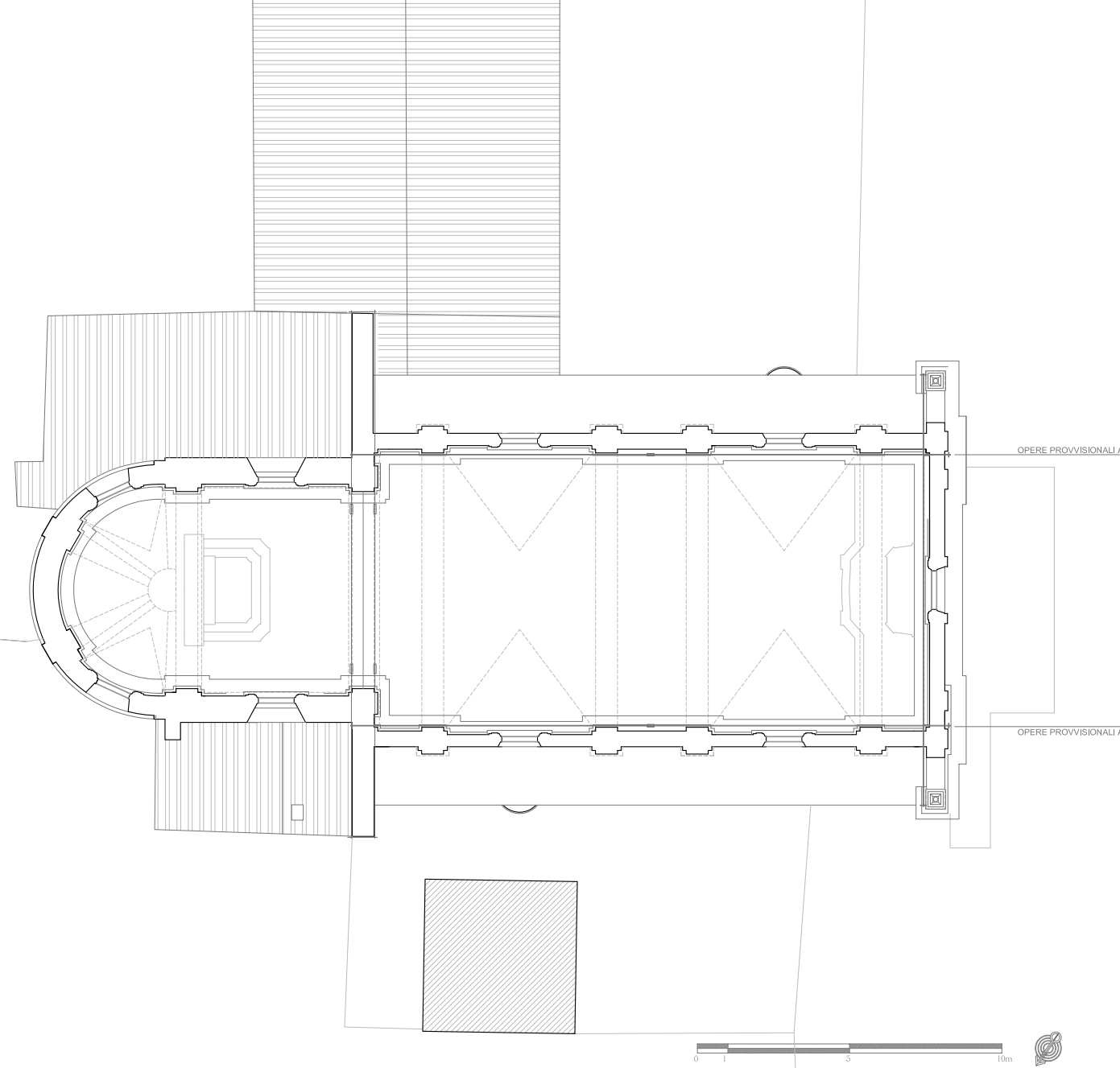
STRUTTURALMENTE LE CAPRIATE SCARICANO IL PESO SULLA MURATURA PORTANTE AVENTE LO SPESORE COSTANTE DI 40CM. QUESTI MURI SOSTENGONO ANCHE IL PESO DELLE VOLTE E SONO BUCATI DA 3 APERTURE POSTE AD UGUALE DISTANZA TRA LORO, E DALLE CAPPELLE LATERALI, MA QUESTI VUOTI SONO COLMATI DA ARCHI CHE SCARICANO IL PESO SU COLONNE IN MURATURA. IN CONCOMITANZA DELLE PARASTE INTERNE IL MURO HA LO SPESSORE DI 52CM. A DISTANZA DI 1,40M TROVIAMO UN MURO DELLO SPESSORE DI 50 CENTIMETRI CHE HA LA FUNZIONE DI SOSTENERE UNA PICCOLA VOLTA IN MURATURA E UNA PICCOLA FALDA DI COPERTURA CHE RACCHIUDE LE CAPPELLE LATERALI. LE PARETI DEL PRESBITERIO E DELL'ABSIDE SONO PIÙ MASSICCE E HANNO LO SPESSORE DI 80CM. LA FACCIATA HA UNO SPESSORE DI 58CM E OLTRE A PORTARE IL PROPRIO PESO SOSTIENE L'ORGANO E LA CANTORIA.

# PIANTA DELL'ATTACCO A TERRA



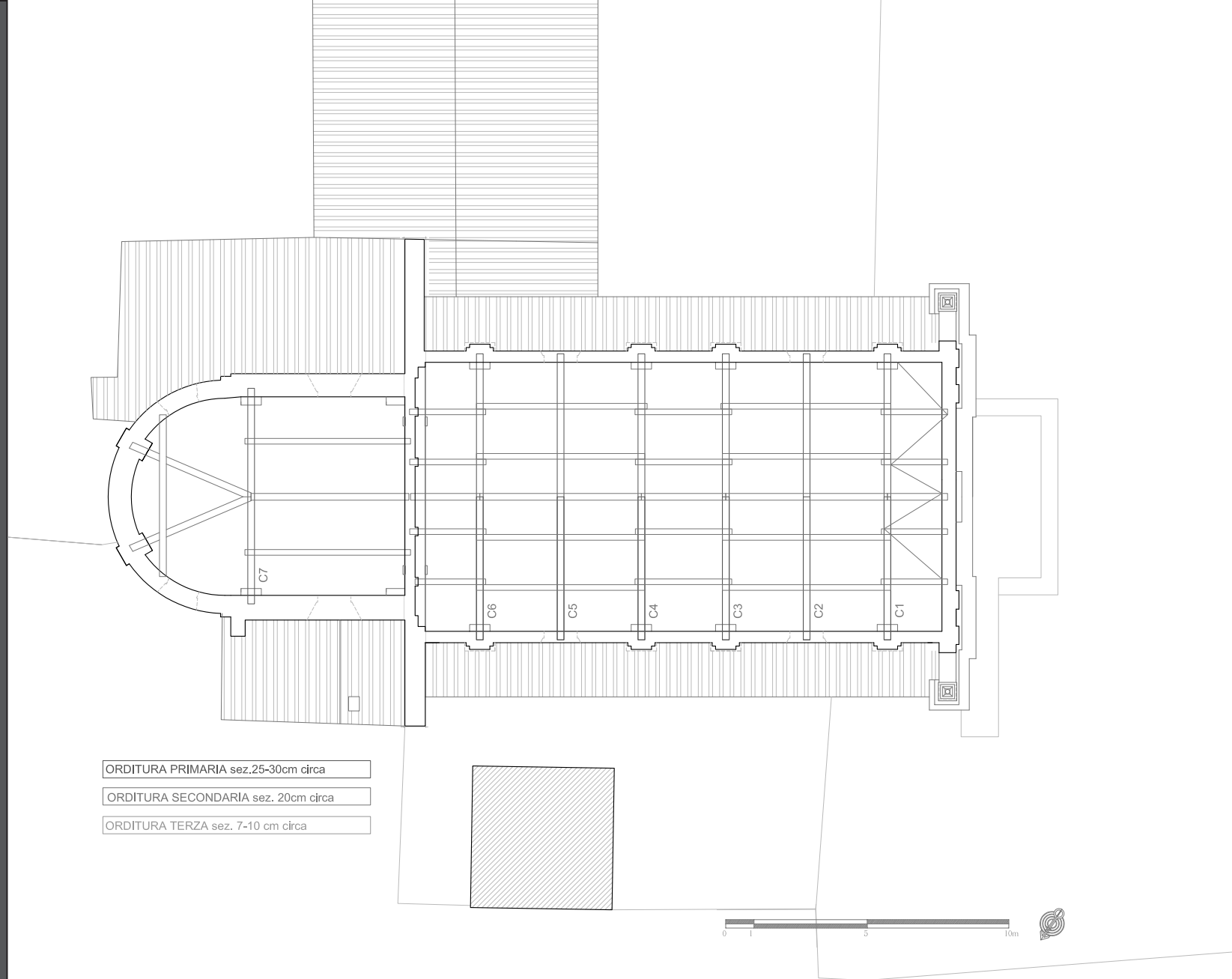
# PIANTA ALLA QUOTA DELL'IMPALCATO, ORGANO, MATRONEI E PULPITI

PIANTA DELLE VOLTE E DEI FINESTRONI



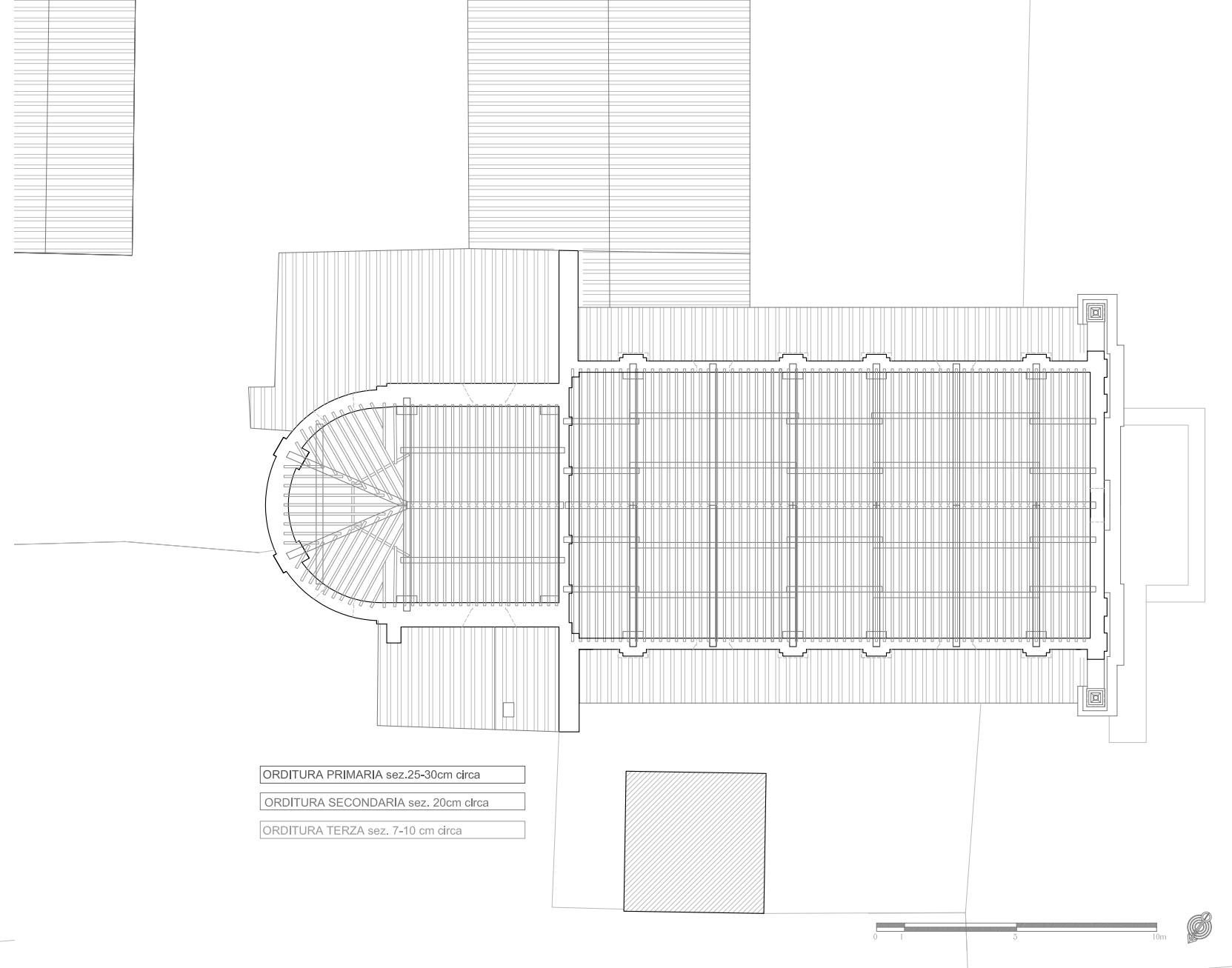
PIANTA DEL SOTTOTETTO E DELLA STRUTTURA VOLTATA

# PIANTA DELL'ORDITURA PRINCIPALE DEL TETTO



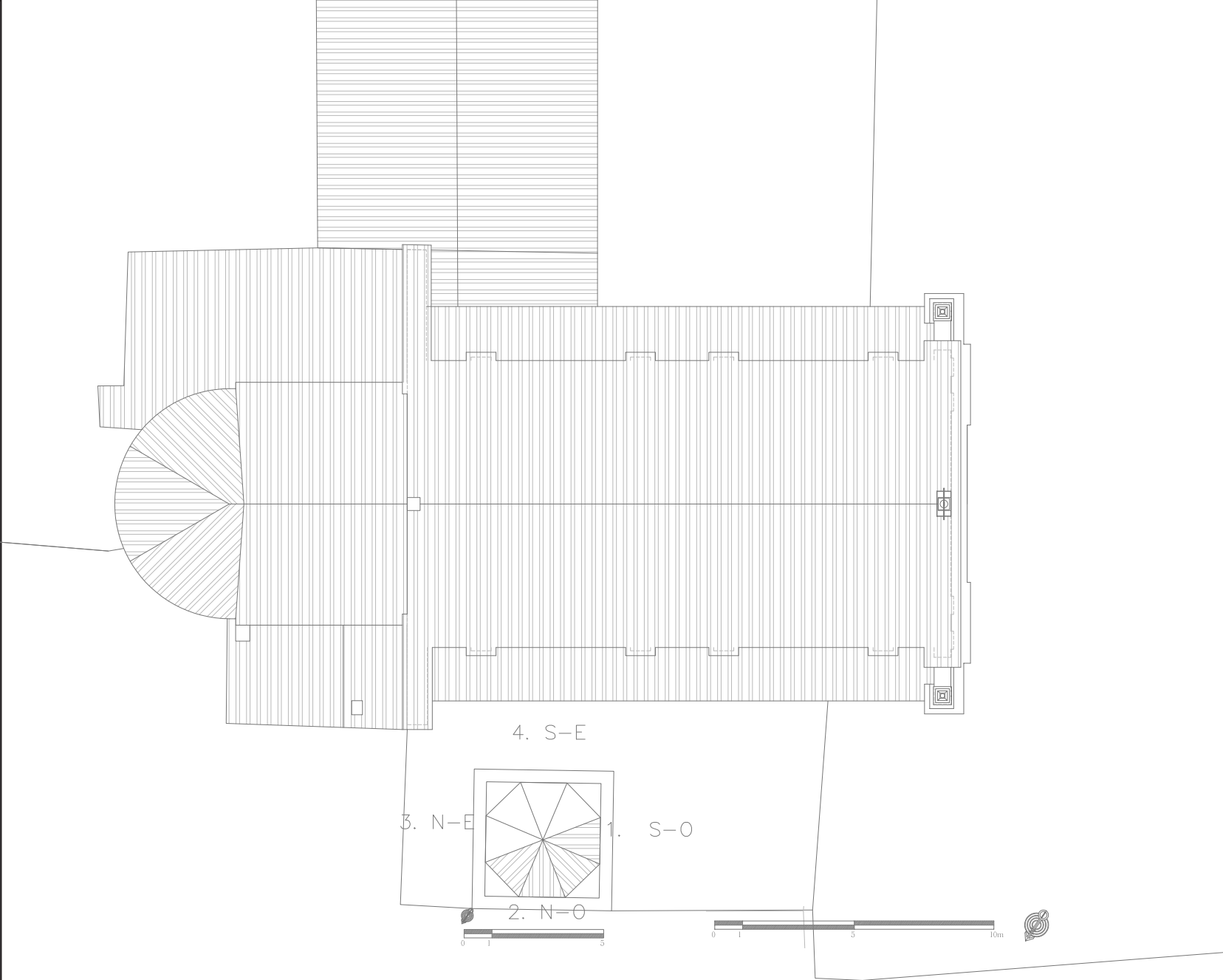
- ORDITURA PRIMARIA sez. 25-30cm circa
- ORDITURA SECONDARIA sez. 20cm circa
- ORDITURA TERZA sez. 7-10 cm circa

# PIANTA DELL'ORDITURA COMPLETA DEL TETTO



- ORDITURA PRIMARIA sez. 25-30cm circa
- ORDITURA SECONDARIA sez. 20cm circa
- ORDITURA TERZA sez. 7-10 cm circa

PIANTA DELLA CO-  
PERTURA



ALLEGATO 1



### 5.3. RILIEVO DEI DANNI

L'ONDA SISMICA HA COLPITO IL PAESE DI POLESINE E HA INTERESSATO, OLTRE ALLE ABITAZIONE, LA CHIESA PARROCCHIALE E L'ATTIGUO CAMPANILE IN MANIERA IMPORTANTE, TANTO CHE SI È RESO NECESSARIO DICHIARARE INAGIBILE ENTRAMBE LE STRUTTURE CON ORDINANZA EMANATA DAL SINDACO DEL COMUNE DI PEGOGNAGA.

#### 5.3.1. CAMPANILE

LE LESIONI CONSEGUENTI IL SISMA SI SVILUPPANO SUI FRONTI NORD-OVEST E SUD-EST, PARTENDO DAL BASAMENTO E GIUNGENDO FINO ALLA CORNICE MARCAPIANO SOTTO LA CELLA CAMPANARIA, INTERESSANDO IN MODO RILEVANTE TUTTE LE PIATTABANDE E GLI ARCHI DELLE APERTURE. SE NE DEDUCE CHE LA FORMAZIONE DELLE LESIONI È AVVENUTA NEL TRATTO PIÙ DEBOLE DELLE DUE FACCIATE, DOVE SONO PRESENTI VARIE APERTURE SOVRAPPOSTE (PORTA, FINESTRELLI RESIDUI O TAMPONATI), PERTANTO IN ZONE DOVE IL CARICO VERTICALE RISULTA ESSERE DISOMOGENEO RISPETTO LE PARTI ATTIGUE. LA SITUAZIONE CHE SI È DETERMINATA EVIDENZIA LA DISCONTINUITÀ DELLA MURATURA LUNGO L'ASSE CENTRALE DELLE FACCIATE CONTRAPPOSTE, CHE DI FATTO SUDDIVIDE IL CAMPANILE IN DUE BLOCCHI MURARI DALLA BASE FINO ALLA CELLA CAMPANARIA.

#### 5.3.2. MURATURE DELLA CHIESA

LE LESIONI PIÙ ECLATANTI SI NOTANO DALLE FESSURE CHE INTERESSANO TUTTO LO SPESSORE DELLA MURATURA, RICONTRABILI NEI MURI PERIMETRALI DELLA CHIESA, CHE NE RISULTANO COSÌ DANNEGGIATI DALLA CORNICE DEL TETTO AGLI ARCHI DI SCARICO DELLE FINESTRE, PER RIPRENDERE SUL DAVANZALE E GIUNGERE FINO IN CHIAVE ALLE ARCATI DELLE CAPPELLE LATERALI SOTTOSTANTI.

ANCHE IL VOLTO DELLE CAPPELLE DE-



FIG. 91. LESIONI ALLA PARETE LATERALE LA NAVATA, CHE DA LA FINESTRA SOVRASTANTE ARRIVA FINO ALL'ARCO DI SCARICO SOTTOSTANTE



FIG. 92. LESIONI SULLE PARETI LATERALI IN CORRISPONDENZA DELL'INNESTO DELLA FACCIATA

GLI ALTARI LATERALI RISULTA LESIONATO IN CHIAVE PER TUTTA LA SUA LARGHEZZA. ALL'INTERNO DELLA CHIESA LE LESIONI CORRISPETTIVE HANNO PRODOTTO, DISTACCHI DI PORZIONI DI STUCCO IN CORRISPONDENZA DELLE CORNICI DELLA TRABEAZIONE.

TRA LE FESSURE PIÙ EVIDENTI, SI RICONTRANO ANCHE LE LESIONI ESTERNE SULLE PARETI LATERALI IN PROSSIMITÀ DELLA FACCIATA, CONSEGUENTI ALL'INNESCO DEL MOVIMENTO DI RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA STESSA.

ANCHE LA FACCIATA È INTERESSATA DA UNA LESIONE PASSANTE, RICONTRABILE ANCHE DIETRO L'ORGANO, RIMASTA A LIVELLO DI CAVILLATURA, CHE SI SVILUPPA DA CIMA A FONDO NELLA SUA MEZZERIA LUNGO L'ASSE PIÙ DEBOLE FORMATO DALLE BUCATURE DEL PORTALE, DEL FINESTRONE CENTRALE E DELL'OCULO AL CENTRO DEL TIMPANO. ANCHE IN QUESTO CASO QUESTO TIPO DI LESIONE SORGE IN UNA POSIZIONE DOVE ABBIAMO POCO CARICO VERTICALE E STRUTTURALMENTE PIÙ DEBOLE.

ESTERNAMENTE NON SONO EVIDENTI LESIONI NELLA ZONA DEL PRESBITERIO-ABSIDE, LESIONI INVECE RICONTRABILI ALL'INTERNO DELLA CHIESA A LIVELLO DI CAVILLATURE.

### 5.3.3. COPERTURA DELLA CHIESA

LA COPERTURA È COSTITUITA DA COPPI, QUESTI IN PIÙ ZONE SONO SCIVOLATI, MENTRE LA CADUTA DELLA GROCE HA LESIONATO UNA ZONA DEL COLMO A RIDOSSO DELLA FACCIATA.

IN SEGUITO ALLE SOLLECITAZIONI DEL SISMA IL TETTO HA CONTRIBUITO, MEDIANTE UNA AZIONE DI MARTELLAMENTO, A INNESCARE IL MOVIMENTO DI RIBALTAMENTO DELLA PARTE ALTA DELLA FACCIATA, IN PROSSIMITÀ DELLA QUALE TROVIAMO INFATTI ALCUNE TAVELLE DEL TETTO ROTTE, MENTRE LE TERZERE SI SONO SFILATE DALLA SEDE NEL MURO DI FACCIATA, TORNANDO SOLO PARZIALMENTE NELLA LORO POSIZIONE INIZIALE. SI NOTA LO “SFILAMENTO” DALLA MURATURA PERIMETRALE, PER CIRCA 2 METRI DI ALTEZZA, DEL PILASTRO DI DESTRA CHE SOSTIENE L’ULTIMA CAPRIATA DELLA NAVATA A RIDOSSO DEL PRESBITERIO.

### 5.3.4. VOLTE IN CAMORCANNA DELLA CHIESA

LE VOLTE DELLA NAVATA E DEL PRESBITERIO-ABSIDE SONO REALIZZATE IN CANNICCIO INTONACATO E DIPINTO ALL’INTRADOSSO, MENTRE SI PRESENTA PURE INTONACATO ALL’ESTRADOSSO; LE VOLTE COSÌ REALIZZATE SONO SOSTENUTE DA UN SISTEMA DI CENTINE TRASVERSA-



FIG. 93. SFILAMENTO DALLA MURATURA PERIMETRALE DEL PILASTRO DI DESTRA CHE SOSTIENE L’ULTIMA CAPRIATA



FIG. 94. LESIONI SULLA VOLTA A VELA DELL’ABSIDE



FIG. 95. LESIONI SULLE VOLTE DELLE CAPPELLE LATERALI

LI COSTITUITE DA TAVOLE IN LEGNO DI PIOPPO ACCOPPIATE E CHIODATE. QUESTO SISTEMA SCARICA LE PROPRIE AZIONI SULLE MURATURE LATERALI. IL SISMA HA PORTATO A LESIONI DIFFUSE A LIVELLO DI CAVILLATURE SUL MANTO DI INTONACO, MENTRE IN CORRISPONDENZA DEGLI ARCHI TRASVERSALI, DELL’APPOGGIO ALLE MURATURE E LUNGO LE LINEE DELLE LUNETTE DELLE FINESTRE SI SONO VERIFICATI DEI DISTACCHI DELL’INTONACO DI INTRADOSSO DAL SUPPORTO DI ARELLE, IN ALCUNI CASI L’INTONACO È CADUTO.



FIG. 96. LESIONI SULLE LUNETTE DELLE FINESTRE

SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI  
N° 3 MECCANISMI NEL PIANO DELLA FACCIATA

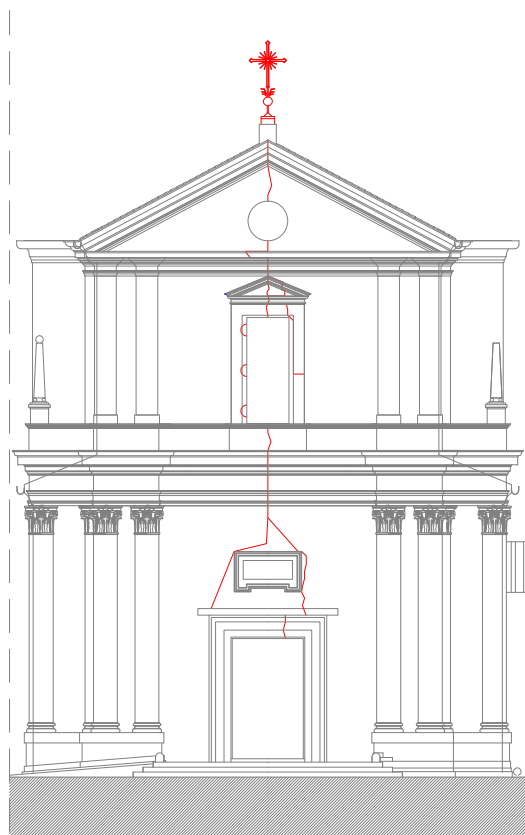
LE LESIONI PRESENTI IN FACCIATA INDICANO CHIARAMENTE LA FORMAZIONE DI MECCANISMI DI COLASSO NEL PIANO DELLA FACCIATA. SONO INFATTI PRESENTI DELLE FESSURAZIONI CHE INTERESSANO IL CENTRO DELLA FACCIATA IN DIREZIONE VERTICALE ED INTERCETTANO LE APERTURE PRESENTI. LA FESSURA PIÙ GRAVE PARTE AL CENTRO DEL TIMPANO DEL SECONDO ORDINE, ALL'ALTEZZA DEL CORNICIONE E SCENDE INTERCETTANDO PRIMA IL FINESTRONE, POI LA TRABEAZIONE E IL FREGIO DEL PRIMO ORDINE ED INFINE IL PORTONE DI INGRESSO. QUESTA LESIONE SEMBRA DIVIDERE IN DUE PARTI SIMMETRICHE IL FRONTE PRINCIPALE. SONO PRESENTI DELLE PICCOLE LESIONI AL LATO DEL FINESTRONE, INOLTRE È PRESENTE UNA FESSURA PARALLELA A QUELLA SOPRA DESCRITTA CHE PARTE DAL TIMPANO SOPRASTANTE L'APERTURA E SCENDE FINO ALL'ARCHITRAVE.

UN FATTORE IMPORTANTE CHE HA INNESCATO QUESTO MECCANISMO, È RAPPRESENTATO DALLA SNELLEZZA DELLA SEZIONE MURARIA, IN QUANTO LO SPESSORE IN RELAZIONE ALL'ALTEZZA RISULTA ESSERE TROPPO PICCOLO. L'ELEVATA RIGIDEZZA DELLE PORZIONI DI FACCIATA AI LATI HA CONCENTRATO IN QUESTA PARTE PIÙ FRAGILE LE TENSIONI, PORTANDO COSÌ A ROTTURA L'ELEMENTO MURARIO.

**PRESIDI ANTISISMICI:**

**INDICATORI DI VULNERABILITÀ:**

PRESENZA DI APERTURE DI GRANDI DIMENSIONI O IN NUMERO ELEVATO.  
ELEVATA SNELLEZZA.

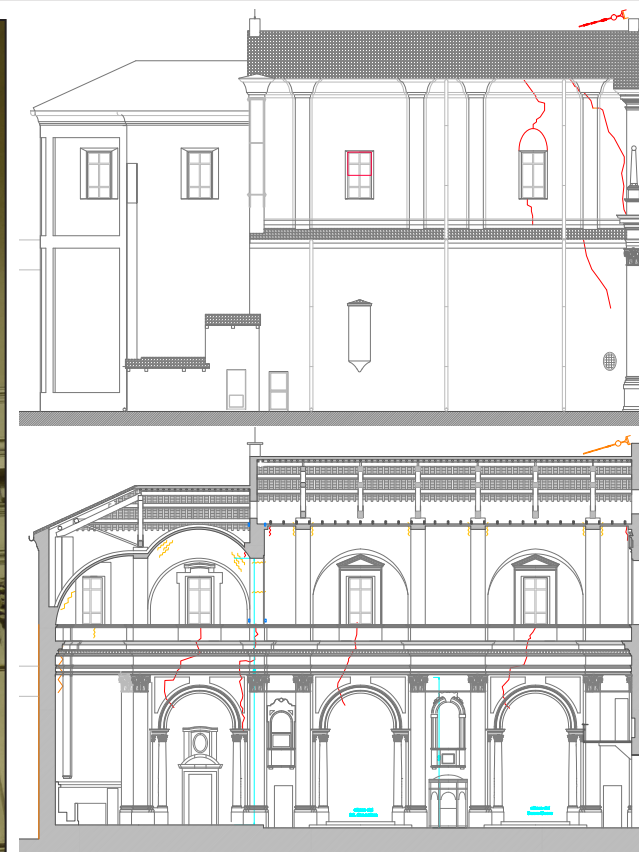
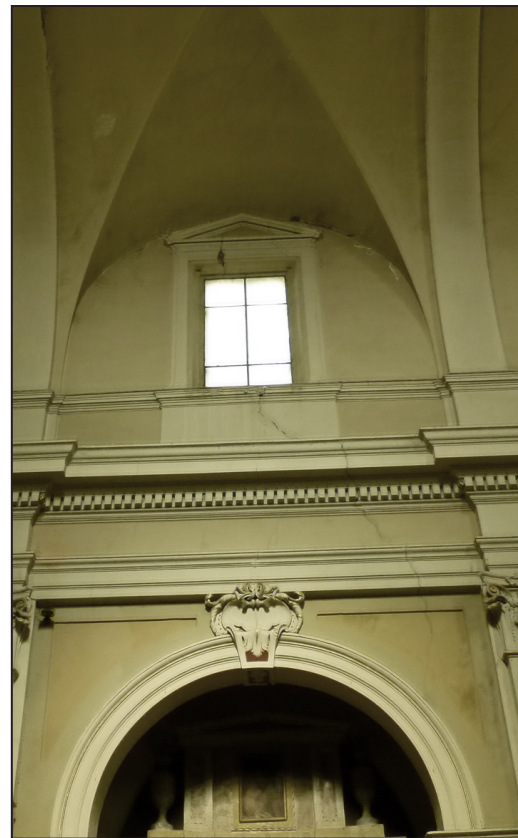


SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI  
N° 6 MECCANISMI DI TAGLIO NELLE PARETI LATERALI (RISPOSTA LONGITUDINALE)

**PRESIDI ANTISISMICI:**

**INDICATORI DI VULNERABILITÀ:**

PRESENZA DI GRANDI APERTURE O DI AMPIE ZONE CON MURATURA DI LIMITATO SPESSORE.



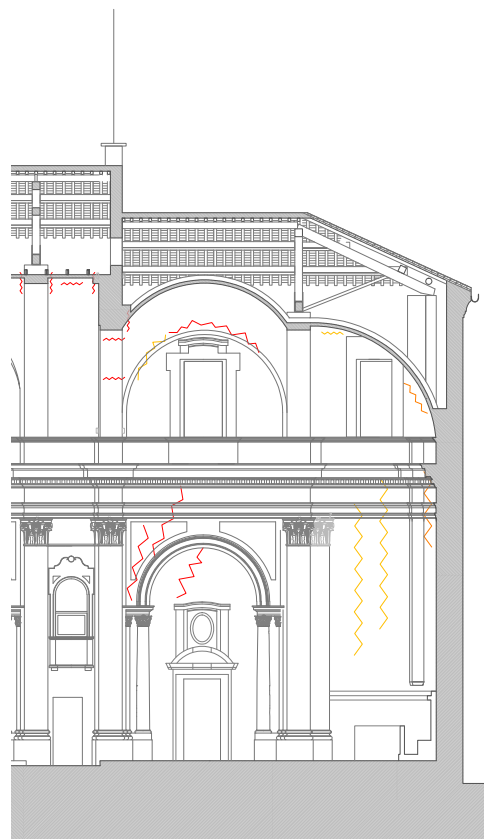
LA CHIESA DURANTE L'EVENTO SISMICO HA SUBITO NOTEVOLI DANNI NELLE PARETI LATERALI DELL'AULA. SI NOTA MOLTO CHIARAMENTE NELLE FOTO E NEI DISEGNI LA PRESENZA DI FESSURAZIONI A 45 GRADI NELLE DUE PARETI LATERALI, SIA NEI SETTI MURARI CHE IN CORRISPONDENZA DELLE APERTURE. LA PARETE È CONDIZIONATA DALLA PRESENZA DEGLI ARCHI SOTTOSTANTI, CHE IMPEDISCONO LA TRASMISSIONE DIRETTA DEI CARICHI ALLE FONDAZIONI, SE NON NELLA PARTE CENTRALE.

SI NOTA MOLTO BENE COME LE LESIONI PIÙ GRANDI PARTANO DAL CENTRO DELLA PARETE SOTTO LE APERTURE, PER TERMINARE NELL'ARCO SOTTOSTANTE, QUESTA È UNA PARTE DI PARETE CON POCO CARICO VERTICALE, PERTANTO LE AZIONI ORIZZONTALI NON SONO ADEGUATAMENTE BILANCIATE DA QUELLE GRAVITAZIONALI. LA MURATURA VIENE PORTATA A ROTTURA PER AZIONI DI TAGLIO, FORMANDO FESSURAZIONI DIAGONALI NELLA PARETE. QUESTI DANNI SI RISCOVTRANO OLTRE CHE NELLE PARETI CANTENENTI L'AULA, ANCHE IN QUELLE DELL'ABSIDE, CON LE MODALITÀ SOPRA DESCITTE.

LA CHIESA PARROCCHIALE DI POLESINE DURANTE IL SISMA HA SUBITO DANNI, ANCHE SE LIMITATI, NELL'ARCO TRIONFALE. CIÒ INDICA CHIARAMENTE COME SI SIANO MESSI IN MOTO DEI MECCANISMI DI TAGLIO NELL'ELEMENTO STRUTTURALE, CON LA FORMAZIONE DI ALCUNE CERNIERE ALL'INTRADOSSO DELL'ARCO. QUESTE LESIONI A TAGLIO SONO LEGATE A TENSIONI DI PRESOLFLESSIONE NEL PIANO CORRELATE AD UNA SCARSA RESISTENZA DEL MATERIALE. SI NOTANO PERTANTO, DALLE FOTOGRAFIE SCATTATE DURANTE I SOPRALLUOGHI, DELLE FESSURE DI MODESTA ENTITÀ SULL'ARCO TRIONFALE. PURTROPPO NON AVENDO POTUTO ISPEZIONARE IL SOTTOTETTO NON È POSSIBILE SAPERE SE LE LESIONI OSSERVABILI ALL'INTERNO DELL'AULA PROSEGUANO ANCHE NEL MURO SOPRASTANTE L'ARCO.

**PRESIDI ANTISISMICI:**

**INDICATORI DI VULNERABILITÀ:**



**PRESIDI ANTISISMICI:**

**INDICATORI DI VULNERABILITÀ:**



LA CHIESA DI S.GIACOMO APOSTOLO DI POLESINE PRESENTA QUATTRO PICCOLE CAPPELLE LATERALI, LE QUALI BUCANO IL MURO DELLA NAVATA CENTRALE, USCENDO DI CIRCA UN METRO. GLI ALTARI MINORI CONTENUTI NELLE CAPPELLE POGGIANO DIRETTAMENTE SUL MURO PERIMETRALE DELLA CHIESA. IL SOFFITTO DI QUESTI QUATTRO SPAZI È COMPOSTO DA VOLTE A BOTTE IN MURATURA DI MODESTE DIMENSIONI. TUTTE E QUATTRO LE CAPPELLE PRESENTANO FESSURE TRASVERSALI IN CHIAVE, CIÒ INDICA CHIARAMENTE CHE DURANTE IL SISMA SI SONO VERIFICATE TRAZIONI AVVENUTE ALL'IMPOSTA DELLA VOLTA E TRASMESSESI IN TUTTO IL MANUFATTO. LE VOLTE, PRIVE DI CATENE HANNO QUINDI ASSUNTO IL COMPORTAMENTO STATICO DI UN ARCHI A TRE CERNIERE, IL CHE HA PERMESSO DI DISSIPARE L'ENERGIA ACCUMULATA. LE MURATURE RETROSTANTI NON RIPORTANO PARTICOLARI DANNI, SEGNO DI UNA BUONA RESISTENZA. IN TUTTE E QUATTRO LE CAPPELLE, OLTRE ALLE LESIONI SOPRA DESCRITTE, SONO PRESENTI DELLE FESSURE LONGITUDINALI POSIZIONATE TRA LE VOLTE E LE LORO COSTOLATURE. PERTANTO IN QUEI PUNTI È AVVENUTA UNA DISCONTINUITÀ STRUTTURALE TRA GLI ELEMENTI VOLTATI E GLI ARCHI DI RINFORZO SITUATI A RIDOSSO DEL MURO PERIMETRALE.

SCHEDA PER LA VALUTAZIONE DELLO STATO DI DANNO - LINEE GUIDA BENI CULTURALI  
N° 27 MECCANISMI NELLA TORRE CAMPANARIA

IL CAMPANILE DELLA CHIESA DI POLESINE È STACCATO DALL'EDIFICIO DI CULTO DI ALCUNI METRI, PERTANTO RISULTA ESSERE UNA TORRE ISOLATA. QUESTO FATTORE HA ESCLUSO L'INSORGENZA DI INTERAZIONI TRA I MANUFATTI. I DANNI PERTANTO SONO DIPESI ESCLUSIVAMENTE DALL'AZIONE SISMICA CHE HA INVESTITO IL MANUFATTO.

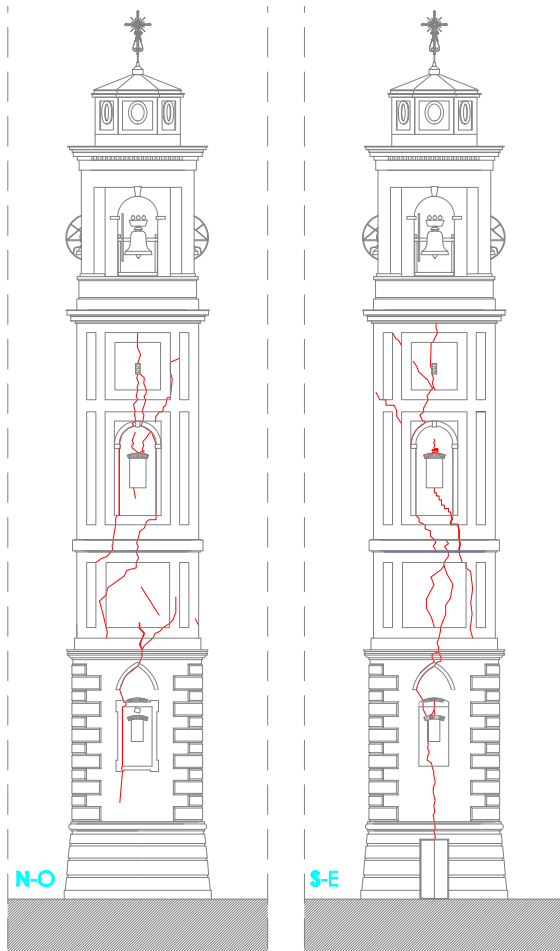
I DANNI RIPORTATI DALLA TORRE SONO AVVENUTI ESCLUSIVAMENTE LUNGO LA LINEA DI DEBOLEZZA RAPPRESENTATA DALLE APERTURE, INFATTI QUESTE SONO DISPOSTE AL CENTRO DEL MURO ED ALLINEATE VERTICALMENTE. I DANNI MAGGIORI SONO PRESENTI NELLA FACCIATA DIREZIONATA A NORD-EST, E NELLA SUA PARALLELA, OVERO QUELLA SUD-OVEST. IN QUESTI AFFACCI SONO PRESENTI LE APERTURE E QUINDI SI HANNO AVUTI DANNI OMOLOGHI. LE MURATURE DEI QUATTRO LATI SONO STATE OTTIMAMENTE REALIZZATE, E GLI ANGOLI SONO STATI OTTIMAMENTE REALIZZATI, I QUALI HANNO PERMESSO UN COMPORTAMENTO SCATOLARE DELLA COSTRUZIONE. LE FORZE ACCUMULATE DAL SISMA HANNO AVUTO COME UNICO PUNTO DI DISSIPAZIONE LA LINEA DI DEBOLEZZA RAPPRESENTATA DALLE APERTURE. L'EDIFICIO RISULTA PERTANTO SEZIONE IN DUE PARTI QUASI SIMMETRICHE PER TUTTA L'ALTEZZA DELLA TORRE, FATTA ECCEZIONE PER LA CELLA CAMPANARIA CHE NON RISULTA DANNEGGIATA.

**PRESIDI ANTISISMICI:**

MURATURA UNIFORME E DI BUONA QUALITÀ.  
PRESENZA DI ADEGUATA DISTANZA DALLE PARETI DELLA CHIESA

**INDICATORI DI VULNERABILITÀ:**

PRESENZA DI APERTURE DI SIGNIFICATIVE SU PIÙ LIVELLI.



ALLEGATO 2

ALLEGATO 3

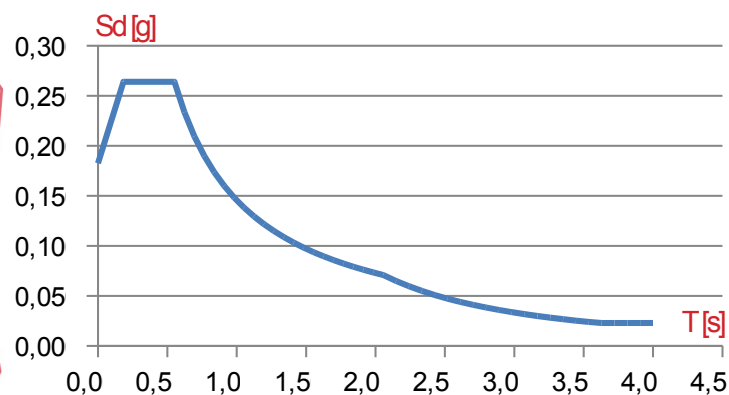
## 5.4. ANALISI MODALE CON SPETTRO DI RISPOSTA

L'ANALISI MODALE È STATA EFFETTUATA UTILIZZANDO LO SPETTRO DI PROGETTO DA NTC2008 DEL COMUNE DI PEGOGNAGA DI CUI POLESINE È UNA FRAZIONE. E' STATO QUINDI USATO IL MASSIMO SISMA CHE POTREBBE PRESENTARSI IN QUELL'AREA, SEMPRE CONSIDERANDO CHE LA NORMATIVA INDICA VALORI PER LA PROGETTAZIONE A FAVORE DI SICUREZZA. IN REALTÀ, NEL COMUNE DI PEGOGNAGA, LA SERIE DI EVENTI SISMICI AVVENUTI NEL MAGGIO DEL 2012 PRESENTANO VALORI DI ACCELERAZIONE DI PICCO

MINORI, A CAUSA DELLA DISTANZA DALL'EPICENTRO. QUINDI I DANNI REALMENTE AVVENUTI PRESENTANO CARATTERI QUALITATIVAMENTE CONFRONTABILI CON LE ANALISI, MA QUANTITATIVAMENTE ATTENUATI.

L'ANALISI MODALE PUÒ ESSERE UTILIZZATA PER STIMARE I MODI PRINCIPALI DI VIBRAZIONE DELLA STRUTTURA NELLE DUE DIREZIONI (X E Y) E LE CORRISPONDENTI MASSE PARTECIPANTI. GLI EFFETTI DI TALI MODI SARANNO POI SOVRAPPosti NEL CORSO DELL'ANALISI DINAMICA LINEARE. DATA LA GEOMETRIA DEI MANUFATTI, SI ESCLUDONO DALLE ANALISI I MODI DI VIBRAZIONE IN DIREZIONE VERTICALE.

SPETTRO DI RISPOSTA DI PROGETTO NTC2008 PEGOGNAGA



PARAMETRI INDIPENDENTI	
ag	0,114 g
Fo	2,605
Tc*	0,294
Ss	1,600
Cc	1,877
St	1,000
q	1,800

PARAMETRI DIPENDENTI	
S	1,600
$\eta$	0,556
Tb	0,184
Tc	0,551
Td	2,056

TAB. 6. SPETTRO DI RISPOSTA DI PROGETTO DA NTC2008 DEL COMUNE DI PEGOGNAGA DI CUI POLESINE È UNA FRAZIONE

NELLA FRAZIONE DI POLESINE DI PEGOGNAGA, DURANTE L'EVENTO SISMICO DEL 20/05/2012, È STATA REGISTRATA UN'ACCELERAZIONE DI PICCO PARI AL 5% DELL'ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ. IN QUELLO DEL 29/05/2012 INVECE ERA PARI AL 4% NEL PRIMO E 6% DELL'ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ NEL SECONDO EVENTO. MENTRE DURANTE L'EVENTO SISMICO DEL 03/06/2012 È STATA REGISTRATA UN'ACCELERAZIONE DI PICCO PARI AL 9% DELL'ACCELERAZIONE DI GRAVITÀ. LA GEOMETRIA PARTICOLARE E I MATERIALI SCADENTI FANNO SÌ CHE LE STRUTTURE COME LE CHIESE SIANO PARTICOLARMENTE SOLLECITATE IN CASO DI EVENTO SISMICO.



FIG. 97. SISMA DEL 20/05/2012

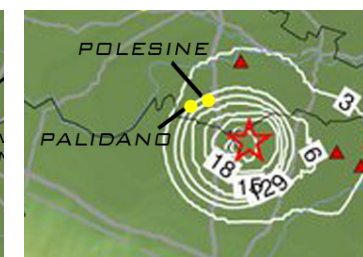


FIG. 98. SISMA DEL 03/06/2012



FIG. 99. SISMA DEL 29/05/2012 (EVENTO1)



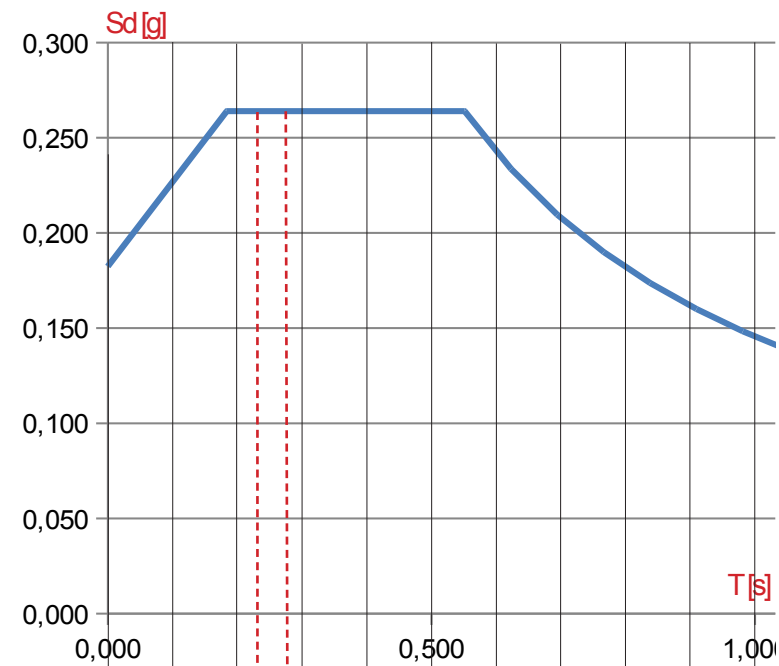
FIG. 100. SISMA DEL 29/05/2012 (EVENTO2)

### 5.4.1 VALUTAZIONE ANALISI

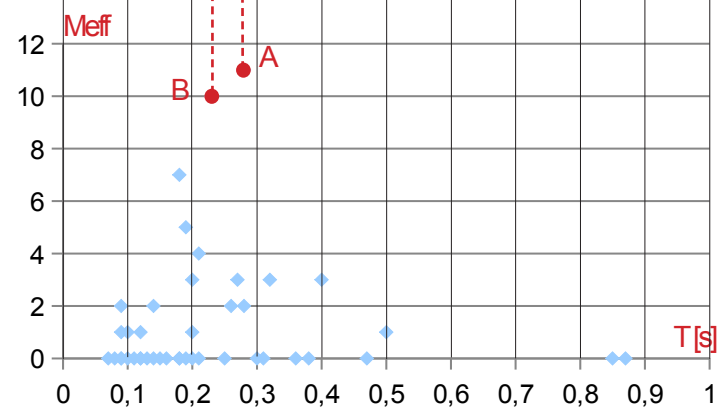
DALLE ANALISI EFFETTUATE A 100 MODI DI VIBRARE, LUNGO L'ASSE X SI NOTANO PICCHI DI MASSA ECCITATA CHE VANNO DAL 5 ALL' 11% CORRISPONDENTI AD UN PERIODO CHE VARIA TRA 0,19s E GLI 0,29s, CHE RICADONO NELLA PARTE DI SPETTRO DI RISPOSTA CON ACCELERAZIONE DI PICCO PARI A 0,26g. LA CHIESA DI POLESINE RISULTA QUINDI MAGGIORMENTE SOLLECITATA NELLA PARTE DI SPETTRO CON MAGGIORE ACCELERAZIONE. LA PARTE PIÙ SOLLECITATE SONO L'ARCO TRIONFALE COSÌ COME LA FACCIATA E L'ABSIDE. SI PUÒ NOTARE UN RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA E DELLA PARTE SOMMITALE DELL'ARCO TRIONFALE, ASSOCIATI A SPANCIAMENTI DELLE MURATURE PERIMETRALI DELL'ABSIDE E UNA DEFORMAZIONE DI TIPO SINUSOIDALE DEI MURI DELLA NAVATA CENTRALE.

LUNGO L'ASSE Y NOTIAMO PICCHI DI MASSA ECCITATA CHE VANNO DAL 5 ALL' 28% CORRISPONDENTI AD UN PERIODO CHE VARIA TRA 0,21s E GLI 0,4s, CHE RICADONO NELLA PARTE DI SPETTRO DI RISPOSTA CON ACCELERAZIONE DI PICCO PARI A 0,26g, SI NOTA UN 10% DI MASSA ECCITATA A 0,86s. ANCHE IN QUESTO CASO IL MAGGIOR QUANTITATIVO DI MASSA PARTECIPANTE RICADE NEL TRATTO DI PICCO DELLO SPETTRO DI RISPOSTA. IN DIREZIONE Y SI NOTANO SPANCIAMENTI CON ANDAMENTO PARABOLICO NELL'ABSIDE E NEI MURI PERIMETRALI DELLA NAVATA. ANCHE IN QUESTI CASI SI NOTA UN ANDAMENTO SINUSOIDALE DELLE MURATURE LATERALI E UN LEGGERO RIBALTAMENTO DELLA FACCIATA.

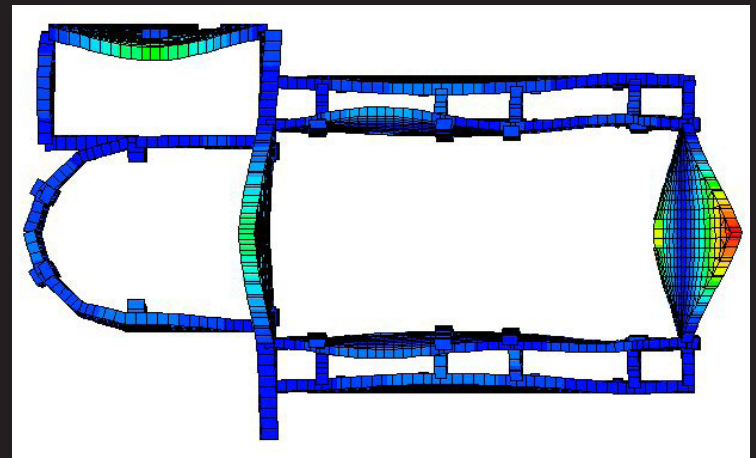
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



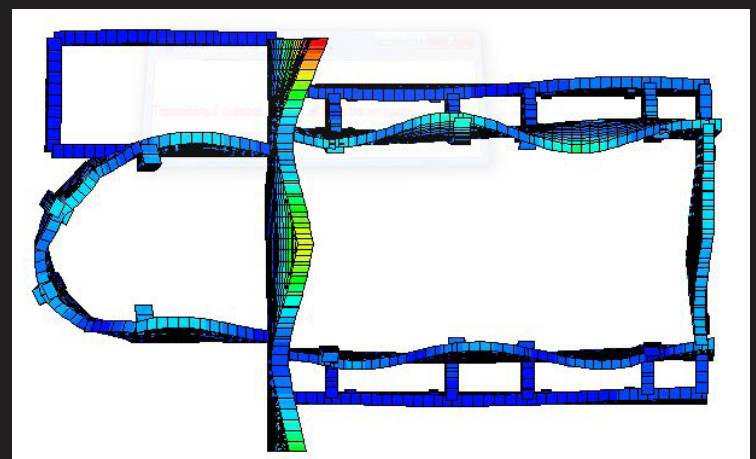
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE X



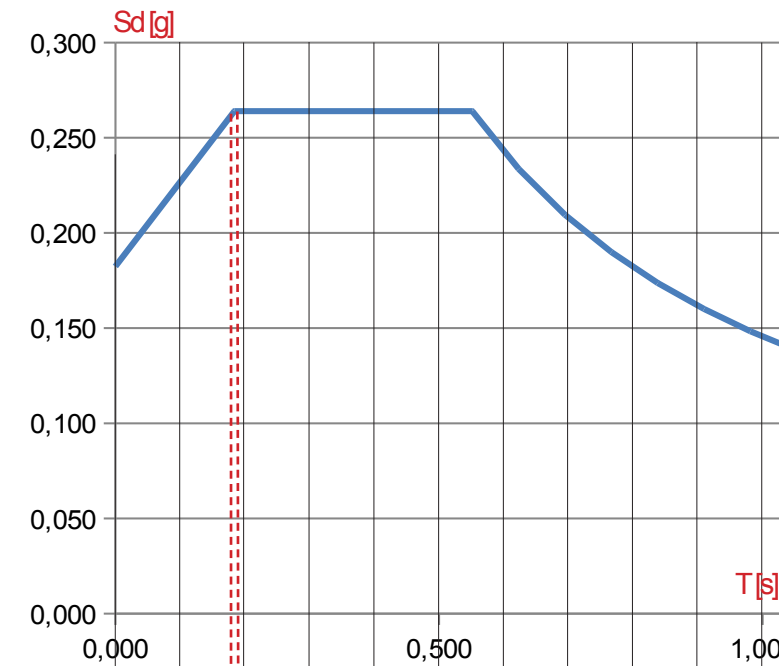
MODDO DI VIBRARE 12 (A)



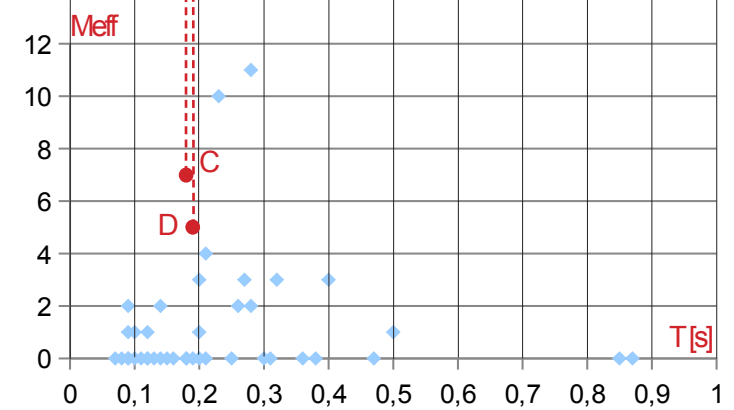
MODDO DI VIBRARE 17 (B)



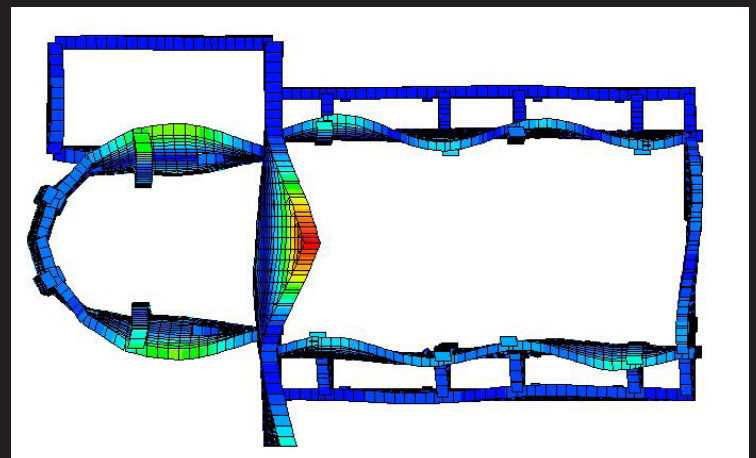
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



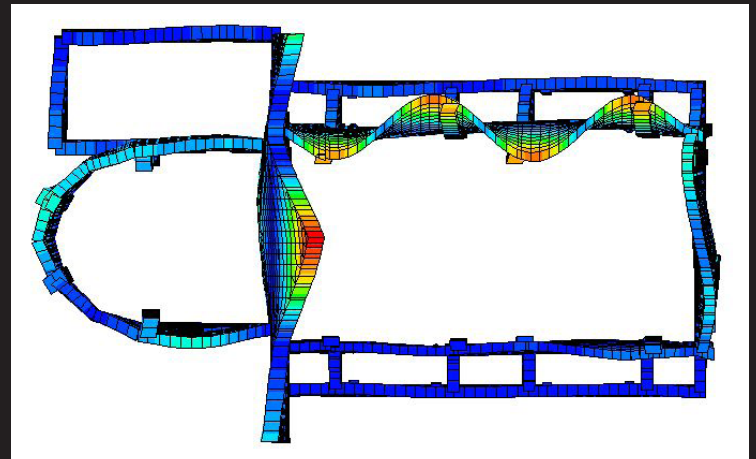
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE X



MODDO DI VIBRARE 24 (C)

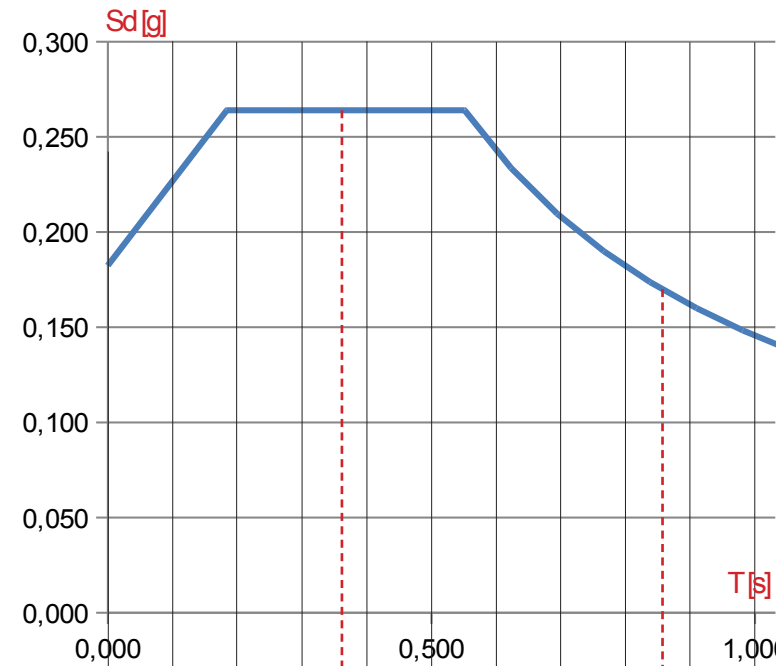


MODDO DI VIBRARE 26 (D)

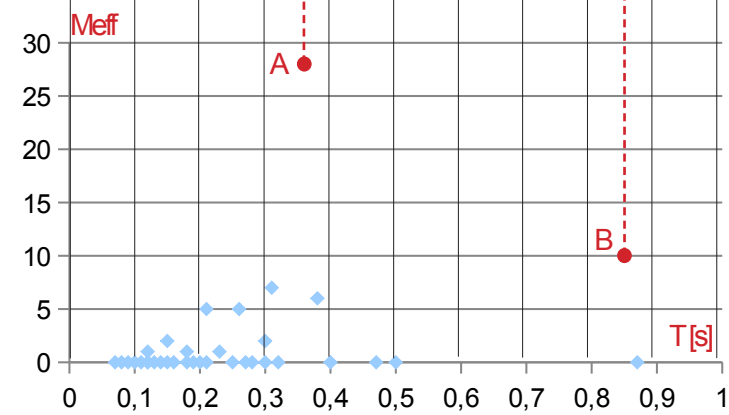




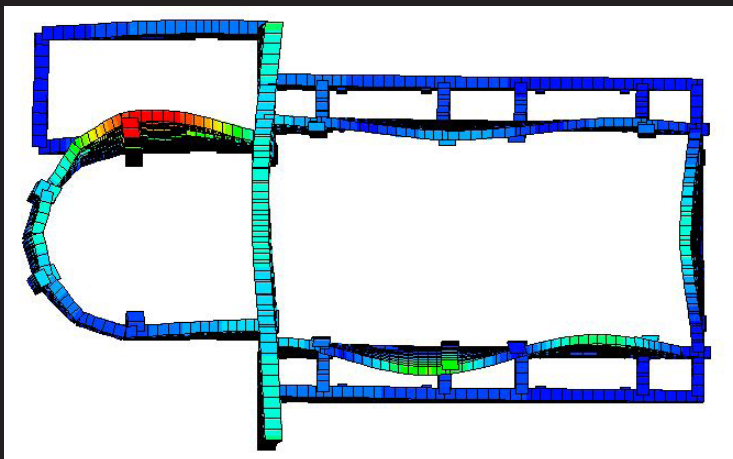
SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



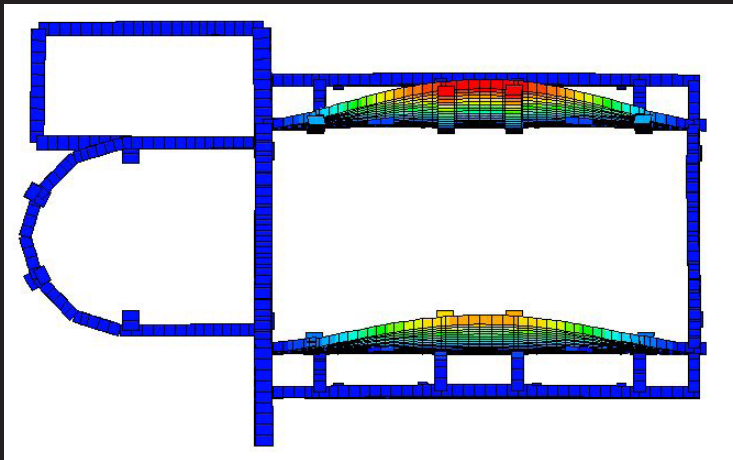
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



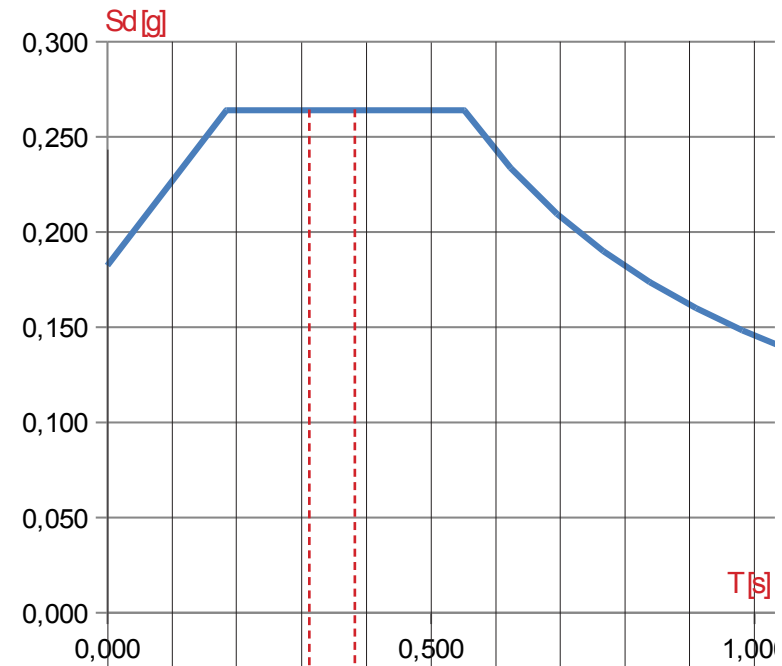
MODDO DI VIBRARE 7 (A)



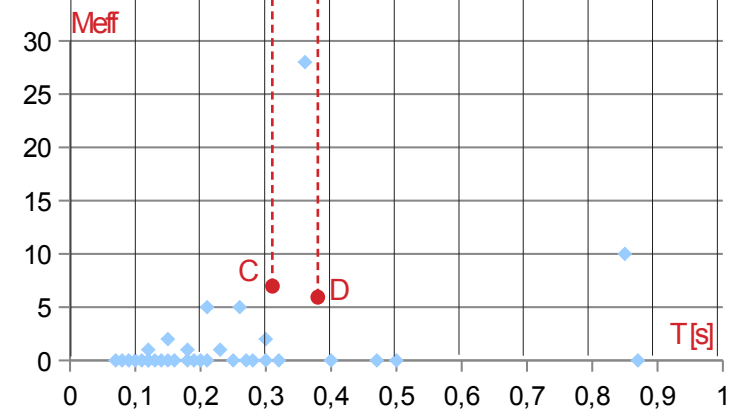
MODDO DI VIBRARE 2 (B)



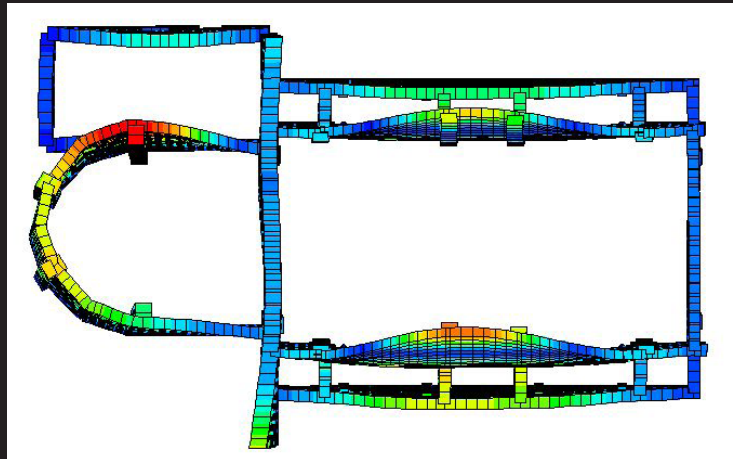
SPETTRO DI RISPOSTA NTC 2008



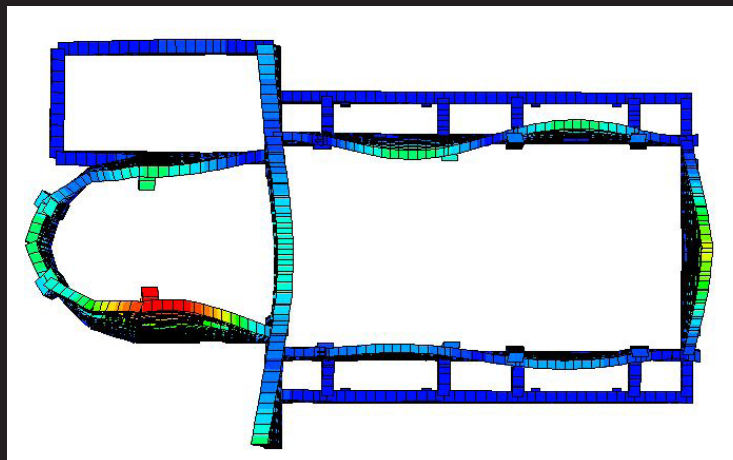
MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



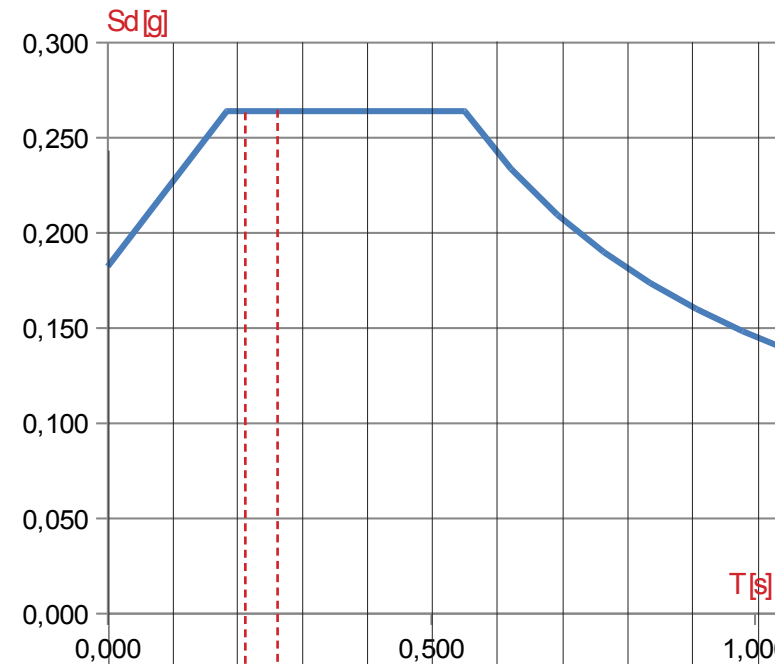
MODDO DI VIBRARE 9 (C)



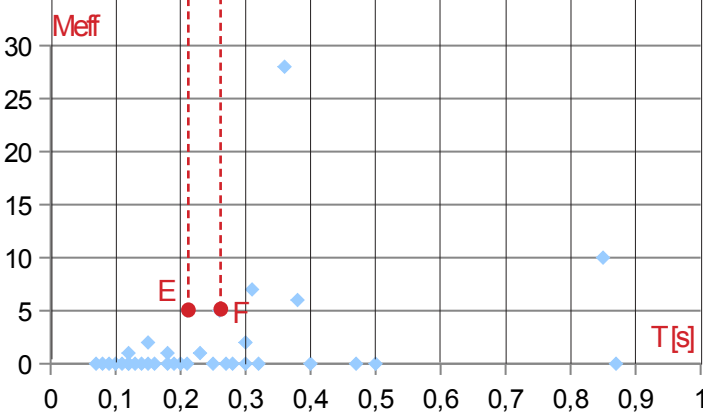
MODDO DI VIBRARE 6 (D)



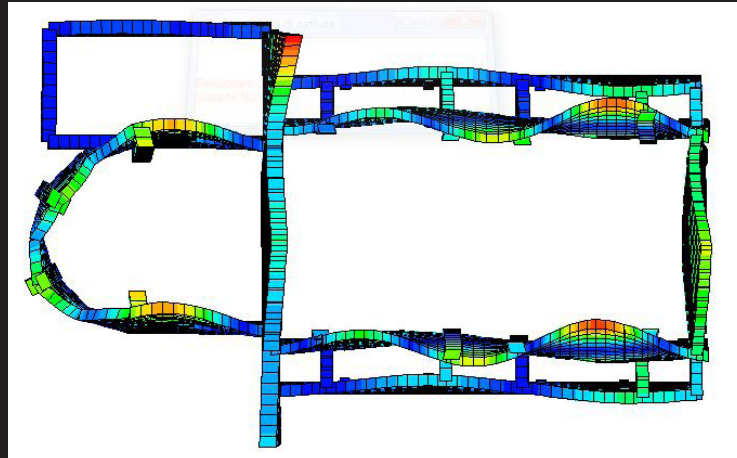
### SPETTRO DI RISPOSTA NTC2008



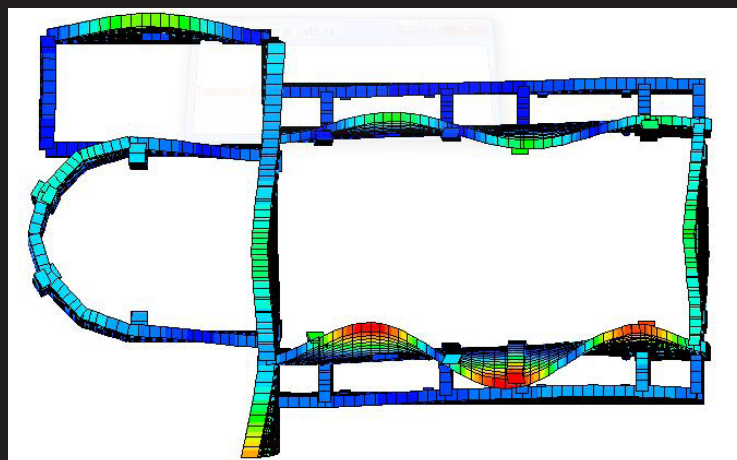
### MODI DI VIBRARE IN DIREZIONE Y



### MODO DI VIBRARE 18 (E)



### MODO DI VIBRARE 15 (F)



### 5.5. VALUTAZIONE VERIFICHE

LA VERIFICA PER PRESSOFLESSIONE NEL PIANO DI UNA SEZIONE DI UN ELEMENTO STRUTTURALE VIENE ESEGUITA CONFRONTANDO IL MOMENTO SOLLECITANTE CON IL MOMENTO RESISTENTE ULTIMO CALCOLATO CONSIDERANDO LA MURATURA NON REAGENTE A TRAZIONE. NEL CASO DI UNA SEZIONE RETTANGOLARE IL MOMENTO ULTIMO (MU) PUÒ ESSERE CALCOLATO COME:

$$M_u = (l^2 \cdot t \cdot \sigma_0 / 2) \cdot [1 - (\sigma_0 / 0.85 \cdot f_d)]$$

DOVE:

$l$  = LUNGHEZZA TOTALE DELLA PARETE, INCLUSA LA ZONA TESA;

$t$  = SPESSORE DELLA ZONA COMPRESA DELLA PARETE;

$\sigma_0$  = TENSIONE NORMALE MEDIA, RIFERITA ALL'AREA TOTALE DELLA SEZIONE

NELLE VERIFICHE A PRESSOFLESSIONE FUORI PIANO I VALORI DEI MOMENTI FLETTENTI DI COLLASSO PER AZIONI ORTOGONALI AL PIANO DELLA PARETE SONO CALCOLATI ASSUMENDO UN DIAGRAMMA RETTANGOLARE DELLE COMPRESIONI, TRASCURANDO LA RESISTENZA A TRAZIONE DELLA MURATURA E CONSIDERANDO UN VALORE DI RESISTENZA DI CALCOLO A COMPRESIONE PARI A:

$$0,85 \cdot f_d$$

LA RESISTENZA A TAGLIO DEI MASCHI MURARI HA UN RUOLO FONDAMENTALE PER IL COMPORTAMENTO SISMICO DEGLI EDIFICI IN MURATURA. INFATTI LA NORMATIVA ITALIANA FINO AL 1981 RIPORTAVA UN UNICO CRITERIO DI ROT-

TURA PER LA VERIFICA SISMICA DEGLI EDIFICI IN MURATURA E PREVEDEVA UN COLLASSO A TAGLIO PER FESSURAZIONE DIAGONALE. ORIGINARIAMENTE FORMULATO DA TURNSEK E CACOVIC VENIVA UTILIZZATO ALL'INTERNO DI UNO SCHEMA DI VERIFICA BASATO SULL'ANALISI NON LINEARE. CON QUESTO CRITERIO SI SUPPONEVA CHE LA PRIMA LESIONE SI ORIGINASSE NEL CENTRO DEL PANNELLO, IN CORRISPONDENZA DEL RAGGIUNGIMENTO DELLA RESISTENZA A TRAZIONE DELLA MURATURA E IN SEGUITO, CHE ESSA SI PROPAGASSE SEGUENDO LA DIAGONALE DEL PANNELLO STESSO.

LA NORMATIVA ATTUALE HA RAFFINATO IL CRITERIO ORIGINARIO E RIPISTA CHE CONSIDERATE LA NOTEVOLI VARIETÀ DI TIPOLOGIE E DI MECCANISMI DI ROTTURA DEL MATERIALE, LA RESISTENZA A TAGLIO DI CALCOLO PER AZIONI NEL PIANO DI UN PANNELLO IN MURATURA PUÒ ESSERE CALCOLATA CON UN CRITERIO DI ROTTURA PER FESSURAZIONE DIAGONALE O CON UN CRITERIO DI SCORRIMENTO. PERTANTO PER UNA COSTRUZIONE ESISTENTE LA RESISTENZA A TAGLIO PUÒ ESSERE CALCOLATA MEDIANTE LA FORMULA:

$$V_u = l \cdot t \cdot (1.5 \cdot \tau_{od} / b) \cdot \sqrt{1 + (\sigma_0 / 1.5 \cdot \tau_{od})}$$

DOVE:

$l$  = LUNGHEZZA DEL PANNELLO;

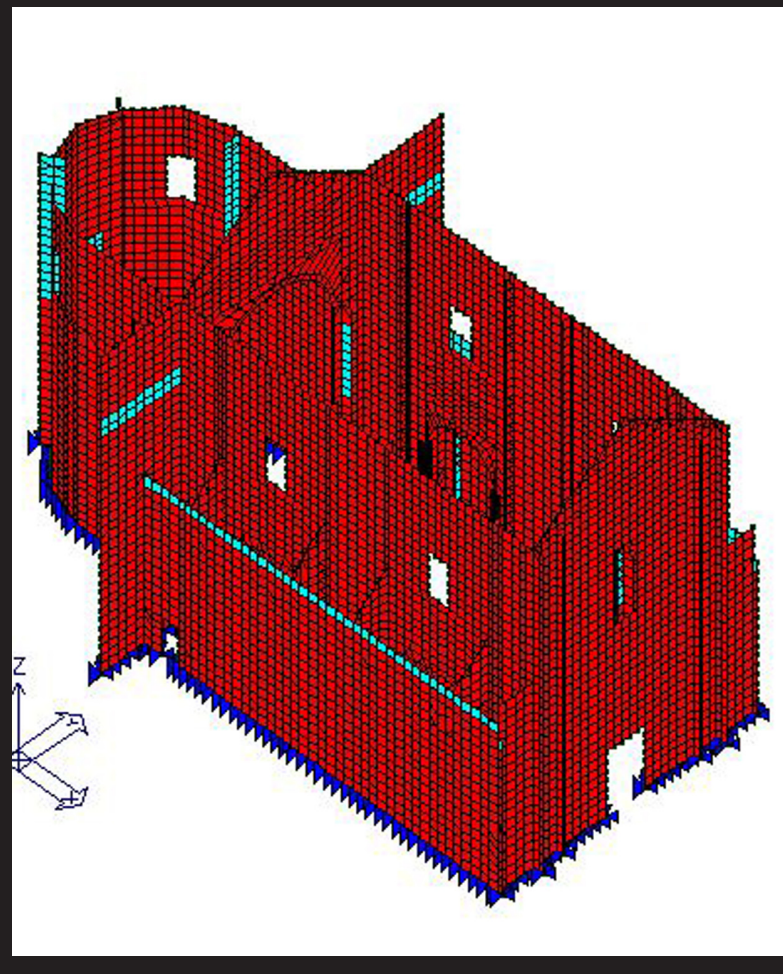
$t$  = SPESSORE DEL PANNELLO;

$\sigma_0$  = TENSIONE NORMALE MEDIA, RIFERITA ALL'AREA TOTALE DELLA SEZIONE;

$\tau_{od}$  = RESISTENZA A TAGLIO DI RIFERIMENTO DELLA MURATURA

$b$  = COEFFICIENTE DI FORMA LEGATO ALLA DISTRIBUZIONE DEGLI SFORZI SULLA SEZIONE, DIPENDENTE DALLA SNEL-

STATO GENERALE, COMPRENDE LE QUATTRO VERIFICHE EFFETTUATE.



LEZZA DELLA PARETE. LA NORMATIVA PROPONE DI UTILIZZARE VALORI DI  $b$  IN FUNZIONE DELLA SNELLEZZA  $\lambda = h/L$  DEI PANNELLI, SECONDO LA RELAZIONE PROPOSTA INIZIALMENTE DA:

$$b = \begin{cases} 1.0 & \text{CON } \lambda < 1 \\ \lambda & \text{CON } 1 < \lambda < 1.5 \\ 1.5 & \text{CON } \lambda > 1.5 \end{cases}$$

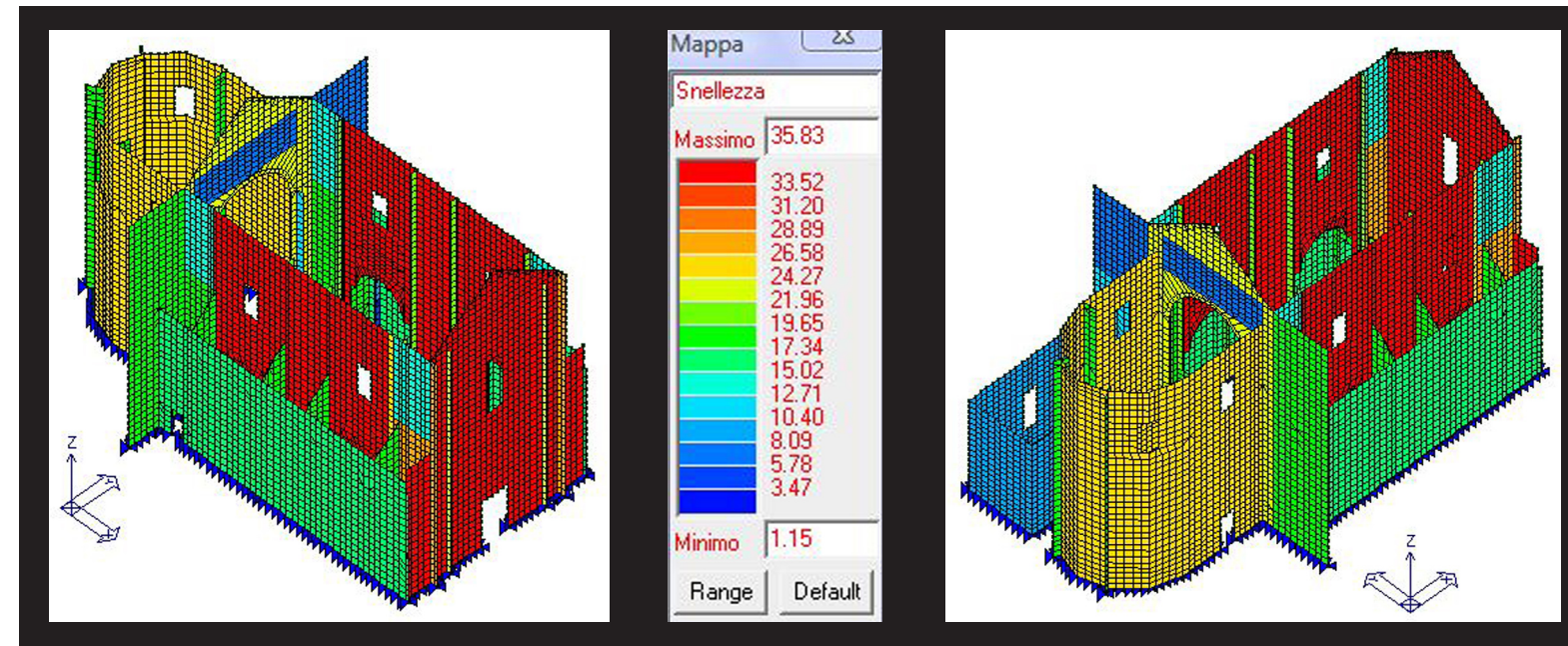
LE VERIFICHE RISULTANO QUINDI SODDISFATTE SE:

$$\begin{aligned} M_p/M_u &< 1 \\ M_o/M_u &< 1 \\ V/V_u &< 1 \end{aligned}$$

DALLE VERIFICHE EFFETTUATE SI POSSONO NOTARE GLI ELEMENTI MAGGIORMENTE SOLLECITATI. COME SI PUÒ VEDERE DALL'IMMAGINE A FIANCO L'INTERA STRUTTURA RISULTA NON VERIFICATA RISPETTO AI PARAMETRI CHE DETTA LA NORMATIVA. SOLO GLI ELEMENTI IN AZZURRO RISULTANO VERIFICATI DA TUTTI E QUATTRO I CASI CHE SI ANDRANNO AD ANALIZZARE. PER CAPIRE IL MECCANISMO CHE PORTA LA STRUTTURA AL COLLASSO, TUTTI GLI ELEMENTI VERRANNO POI ANALIZZATI NEL DETTAGLIO IN OGNI TIPOLOGIA DI VERIFICA.

LA STRUTTURA SARÀ VERIFICATA A:

- PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (S.L.U.)
- PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)
- PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)
- TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

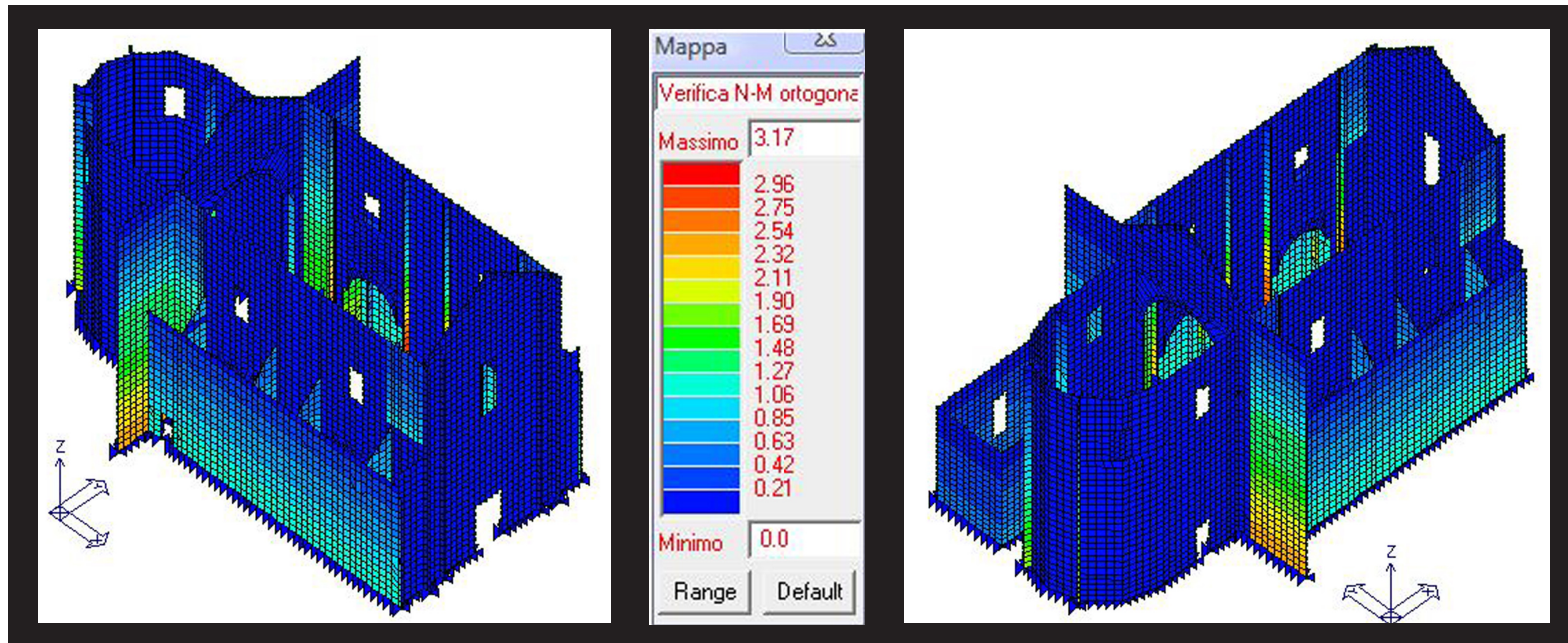


### 5.5.1. SNELLEZZA

LA SNELLEZZA PERMETTE DI VISUALIZZARE, TRAMITE MAPPA DI COLORE, I VALORI DI SNELLEZZA DELLE PARETI IN MURATURA; SE IL VALORE È SUPERIORE A 20 (COME DA NORMATIVA) LA PARETE RISULTA NON VERIFICATA.

SI OSSERVA COME LA MAGGIOR PARTE DELLE MURATURE RISULTINO SNELLE È NON VERIFICATE. QUESTI RISULTATI SONO CONSEGUENZA DEL FATTO CHE I SETTI MURARI RAGGIUNGONO ALTEZZE ELEVATE

IN RAPPORTO ALLO SPESSORE RELATIVAMENTE CONTENUTO DELLA SEZIONE MURARIA.

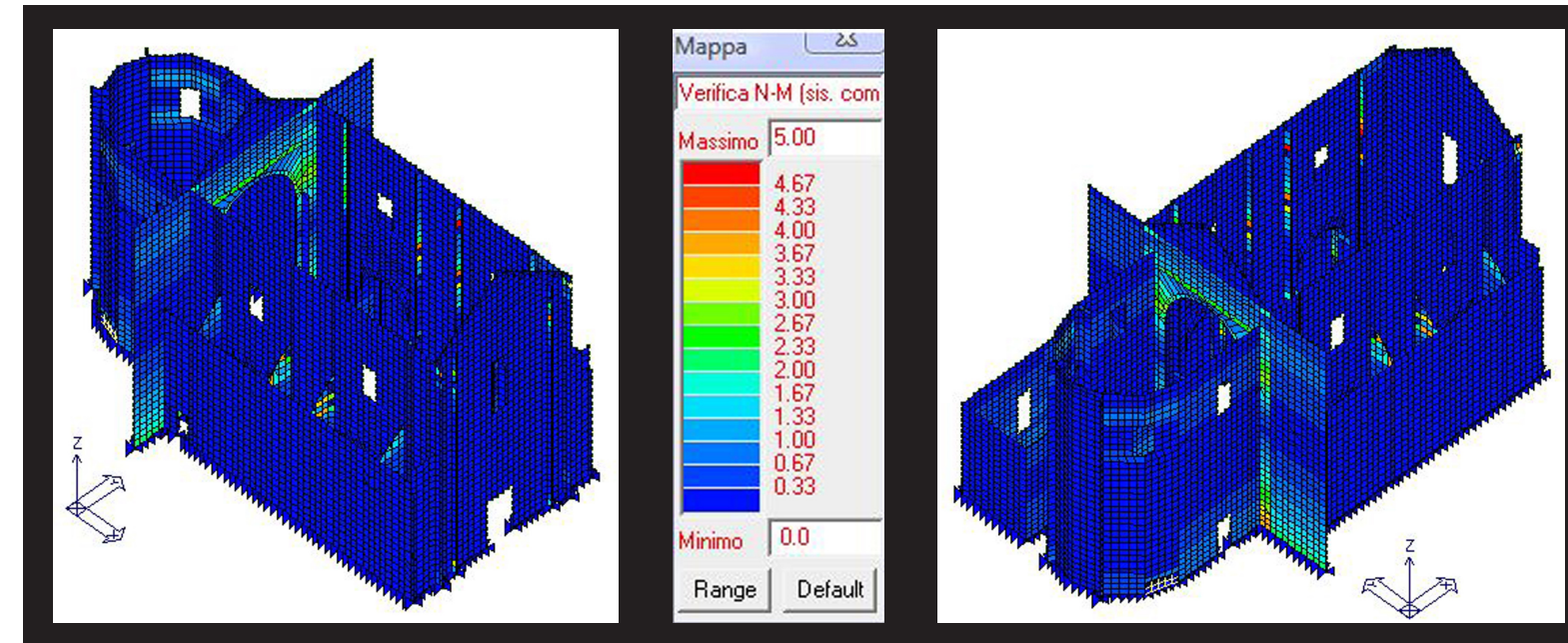


### 5.5.2. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO (S.L.U.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO ALLO STATO LIMITE ULTIMO, SENZA CONSIDERARE L'AZIONE SISMICA, PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE, MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL RAPPORTO TRA IL CARICO NORMALE AGENTE E IL CARICO LIMITE DELLA MURATURA. SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA RISULTA SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA COME I MA-

SCHI MURARI NON SIANO VERIFICATI ALLA BASE, IN QUANTO SOSTENGONO BUONA PARTE DEL PESO DELLA STRUTTURA. MENTRE LE PARETI LATERALI RISULTANO DI POCO NON VERIFICATE, I MASCHI MURARI CHE SORREGGONO L'ARCO TRIONFALE E LE PARASTE DELL'ABSIDE E DELLA NAVATA HANNO UNO STATO TENSIONALE CHE SUPERA PIÙ DEL DOPPIO IL LIMITE SOPPORTATO DALLE MURATURE.

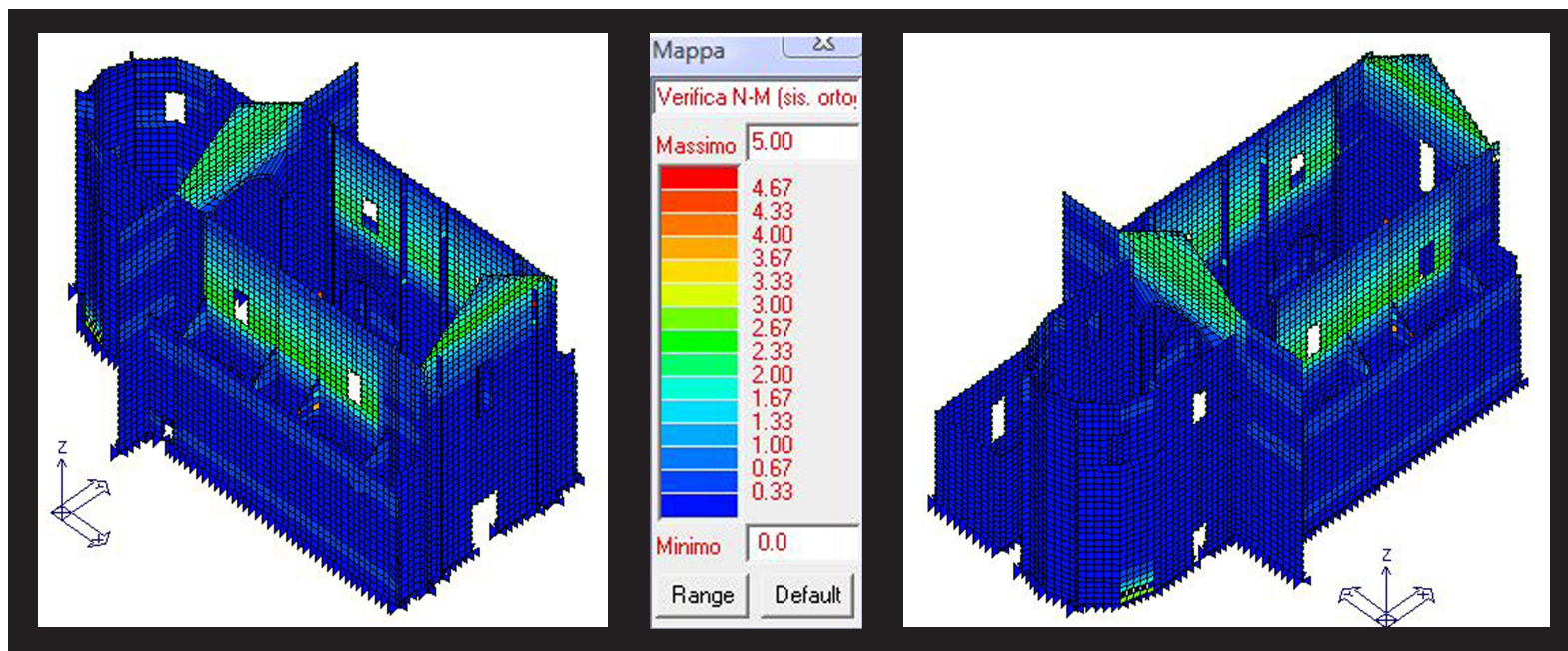


### 5.5.3. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE NEL PIANO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO VALORE DEL RAPPORTO TRA IL MOMENTO AGENTE NEL PIANO DEL MURO E IL MOMENTO CORRISPONDENTE AL COLLASSO PER FLESSIONE, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA; SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SOD-

DISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA CHE LE PARTI PIÙ SOLLECITATE RISULTANO L'ARCO TRIONFALE, LA PARTE SUPERIORE DELLE PARETI RACCHIUDENTI LE CAPELLE LATERALI E LE PARASTE INTERNE ALLA NAVATA.

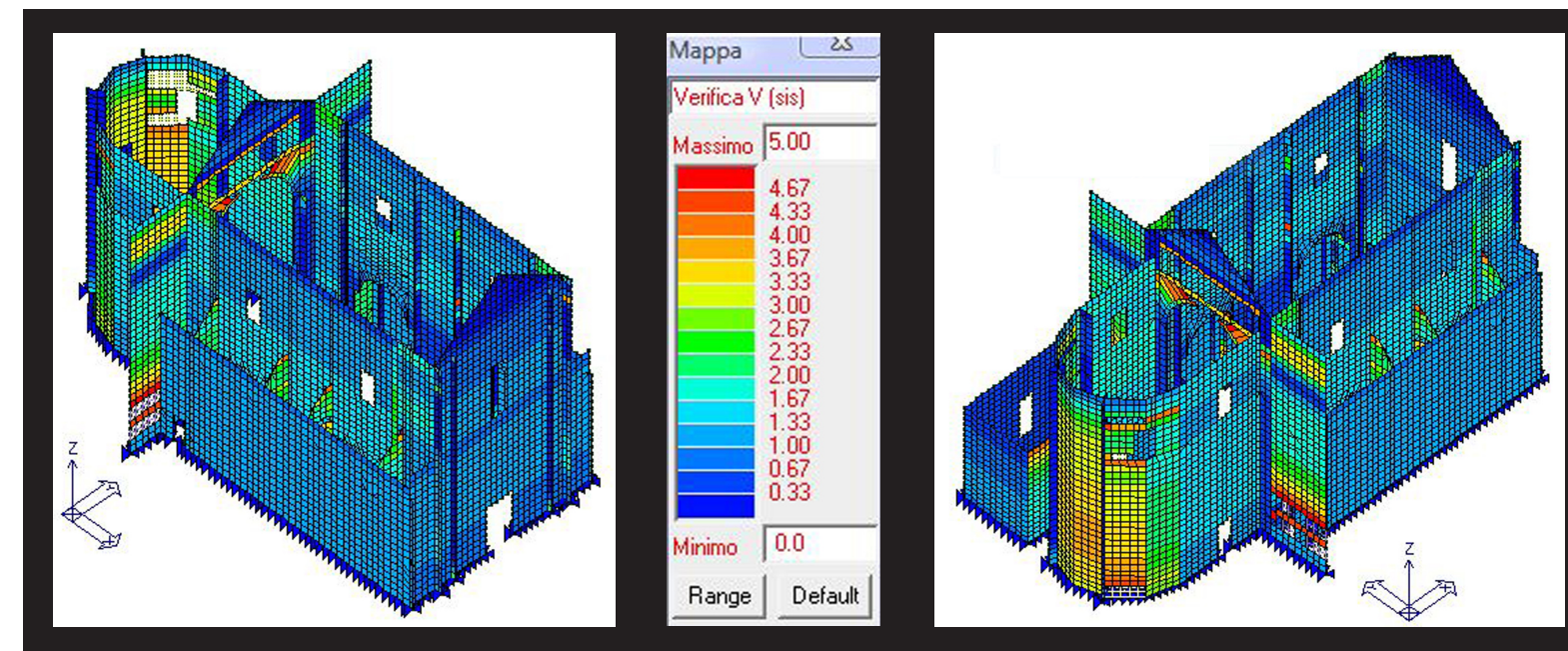


#### 5.5.4. VERIFICA A PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A PRESSOFLESSIONE FUORI DAL PIANO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO RAPPORTO TRA IL MOMENTO AGENTE PERPENDICOLARE AL PIANO DEL MURO E IL MOMENTO CORRISPONDENTE AL COLLASSO PER FLESSIONE, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA;

SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI NOTA CHE LE PARTI PIÙ SOLLECITATE SONO LE PARTI SUPERIORI DELL'ARCO TRIONFALE E DELLA FACCIATA E LA FASCIA A LIVELLO DELLE APERTURE NELLE MURATURE DELLA NAVATA. QUESTO TIPO DI SOLLECITAZIONE PRESUPPONE DEI RIBALTAMENTI FUORI DAL PIANO DEGLI ELEMENTI SOPRACITATI.



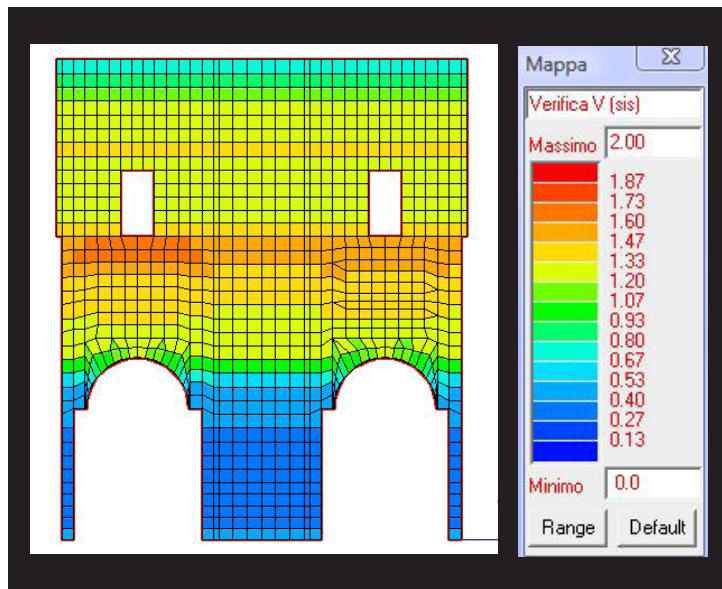
#### 5.5.5. VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA (S.L.V.)

LA VERIFICA A TAGLIO IN PRESENZA DI SISMA PERMETTE LA VISUALIZZAZIONE MEDIANTE MAPPA DI COLORE, DEL MASSIMO RAPPORTO TRA IL TAGLIO NEL PIANO DEL MURO E IL TAGLIO ULTIMO, EFFETTUATO PER LE COMBINAZIONI IN PRESENZA DI SISMA; SE IL VALORE RISULTA MINORE DI 1 LA VERIFICA È SODDISFATTA.

DALLE IMMAGINI SI PUÒ NOTARE CHE TUTTA LA CHIESA RISULTA NON VERIFI-

CATA AL TAGLIO, ESSENDO LA MURATURA POCO RESISTENTE A QUESTO TIPO DI SFORZO. IN PARTICOLARE SI NOTA CHE LE PARTI PIÙ SOLLECITATE RISULTANO L'ABSIDE E L'ARCO TRIONFALE CON VALORI SUPERIORI DI QUASI QUATTRO VOLTE IL VALORE LIMITE PER QUESTO TIPO DI MATERIALE. LE UNICHE PARTI VERIFICATE SONO IL TIMPANO DELLA FACCIATA E LA PARTE SUPERIORE DELL'ARCO TRIONFALE.

COMPARAZIONE TRA MODELLO E DANNO EFFETTIVO - PARETI LATERALI DELLA NAVATA



COME DA VERIFICHE EFFETTUATE SI POSSONO RICONTRARE DELLE FESSURAZIONI AVVENUTE PER SOLLECITAZIONE A TAGLIO NELLE PARETI LATERALI ALLA NAVATA, SOPRATTUTTO IN CORRISPONDENZA DELLE APERTURE SOPRA AGLI ARCHI.

COMPARAZIONE TRA MODELLO E DANNO EFFETTIVO - ARCO TRIONFALE

COME DA VERIFICHE EFFETTUATE SI POSSONO RICONTRARE DELLE FESSURAZIONI AVVENUTE PER SOLLECITAZIONE A TAGLIO NELL'ARCO TRIONFALE. NELLE ANALISI INFATTI L'ARCO RISULTAVA MOLTO SOLLECITATO SOPRATTUTTO IN CHIAVE.

