Nuovo Circondario Imolese

psc
piano strutturale comunale
circondario imolese
PROVINCIA DI BOLOGNA

BORGO TOSSIGNANO • CASALFIUMANESE • CASTEL DEL RIO • CASTEL GUELFO • CASTEL SAN PIETRO TERME • DOZZA • FONTANELICE • IMOLA • MEDICINA • MORDANO

COMUNE DI IMOLA

Sindaco	Daniele Manca
Segretario Comunale	Simonetta D'Amore
Assessore all'Urbanistica	Andrea Bondi
Dirigente di settore	Fulvio Bartoli

Adozione	Delibera C.C.
Controdeduzioni	Delibera C.C.
Approvazione	Delibera C.C.

PSC

MICROZONAZIONE SISMICA
Relazione

Elaborato
E1

RESPONSABILE DI PROGETTO
Arch. Ivano Serrantoni

UFFICIO DI PIANO FEDERATO
Arch. Ivano Serrantoni
Dott.ssa Raffaella Baroni
Dott. Lorenzo Diani

CONSULENTI DI PROGETTO
Arch. Franco Capra
Arch. Piergiorgio Mongioj
Arch. Mario Piccinini

COLLABORATORI E CONSULENTI ESTERNI
ARKIGEO: Geol. Giorgio Gasparini - Geol. Marco Capitani
SONGEO: Geol. Renato Sacchetti (prove penetrometriche)
FORGEO: Geol. Paolo Pallenti (indagini sismiche)

Nuovo Circondario Imolese

psc piano strutturale comunale circondario imolese PROVINCIA DI BOLOGNA

GRUPPO DI LAVORO PSC

COLLEGIO DEI FUNZIONARI AL 31.12.2012

Geom. Carlo Arcangeli, *Comune di Borgo Tossignano*
Arch. Alessandro Costa, *Comune di Casalfiumanese*
Geom. Maurizio Bruzzi, *Comune di Castel del Rio*
Arch. Vittorio Giogoli, *Comune di Castel Guelfo*
Arch. Ivano Serrantoni, *Comune di Castel San Pietro Terme*
Ing. Susanna Bettini, *Comune di Dozza*
Ing. Andrea Tommasoli, *Comune di Fontanelice*
Ing. Fulvio Bartoli, *Comune di Imola*
Ing. Giulia Angelelli, *Comune di Medicina*
Geom. Alfonso Calderoni, *Comune di Mordano*

COLLABORATORI E CONTRIBUTI

Arch. Nicola Cardinali, *Comune di Castel Guelfo*
Arch. Davide Antonio Pasquale Carluccio, *Ufficio di Piano Federato*
Dott.ssa Emanuela Casari, *Comune di Medicina*
Roberto Cenni, *Comune di Imola*
Arch. Manuela Mega, *Comune di Castel San Pietro Terme*
Geom. Stefania Mongardi, *Comune di Castel San Pietro Terme*
Saverio Orselli, *Comune di Imola*
Arch. Roberta Querzè, *Comune di Imola*
Ing. Morena Rabiti, *Comune di Castel Guelfo*
Ing. Laura Ricci, *Comune di Imola*
Arch. Serena Simone, *Ufficio di Piano Federato*
Dott.ssa Valeria Tarroni, *Comune di Imola*
Arch. Francesca Tomba, *Ufficio di Piano Federato*
Geom. Tiziano Trebbi, *Comune di Medicina*
Arch. Francesca Vassura, *Comune di Medicina*
Dott. Geol. Lucietta Villa, *Comune di Imola*
Arch. Fausto Zanetti, *Comune di Castel San Pietro Terme*

CONTRIBUTI SPECIALISTICI

Analisi della potenzialità archeologica:
Dott. Xabier Z. Gonzalez Muro
Dott. Giacomo Orofino

Classificazione acustica:
AIRIS:

ValSAT:
GEA Progetti:
A++ associati - Progetti Sostenibili

Geologia e Morfologia:
Studio Quintili e associati:

Sismica:
Studio geologico ambientale ARKIGEO di Gasparini Dott. Geol. Giorgio:

Si ringrazia per la collaborazione:

AITE – Associazione Indipendente Tecnici Edilizi
AREA BLU
ARPA - Sezione Provincia di Bologna - Distacco imolese
ASL di Imola – Dipartimento di Salute Pubblica (UOC Igiene e Sanità Pubblica; UOC Prevenzione e sicurezza ambienti di lavoro)
Dott. Paolo Mattiussi, Responsabile Servizi Programmazione Territoriale Regione Emilia-Romagna

INDICE

TITOLO 1 – INTRODUZIONE

1.1 INTRODUZIONE..... Pag. 2

TITOLO 2 – DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA..... Pag. 4
2.2 PERICOLOSITA' SISMICA..... Pag. 9
2.2.1 PERICOLOSITA' DI BASE..... Pag. 9
2.2.2 PERICOLOSITA' LOCALE..... Pag. 11

TITOLO 3 – ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 INQUADRAMENTO TETTONICO E STRUTTURALE..... Pag. 14
3.2 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO-LITOLOGICO..... Pag. 19
3.3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO..... Pag. 22

TITOLO 4 – DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

4.1 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI..... Pag. 23

TITOLO 5–MODELLO SOTTOSUOLO

5.1 MODELLO SOTTOSUOLO..... Pag. 25

TITOLO 6– INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

6.1 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE..... Pag. 28

TITOLO 7– METODOLOGIE DI ELABORAZIONI E RISULTATI

7.1 METODOLOGIE DI ELABORAZIONI E RISULTATI..... Pag. 30

TITOLO 8– ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1 ELABORATI CARTOGRAFICI..... Pag. 33

TITOLO 9– BIBLIOGRAFIA Pag. 37

ALLEGATI

ALLEGATO N. 1..... Pag. 42
ALLEGATO N. 2..... Pag. 55
ALLEGATO N. 3..... Pag. 61

TITOLO 1
INTRODUZIONE

1.1 INTRODUZIONE

Vengono qui descritti gli studi e gli elaborati prodotti nell'ambito dello studio finalizzato alla microzonazione sismica dei territori dei Comuni del Nuovo Circondario Imolese, nell'ambito dei lavori a supporto della progettazione del Piano Strutturale Comunale (PSC) in forma associata.

Le indagini e gli studi sono stati condotti conformemente ai contenuti e agli indirizzi della:

- Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 2 maggio 2007 (atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della LR 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica");
- Variante in materia di riduzione del rischio sismico (adeguamento alla LR19/2008) del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Bologna.

Tra le altre cose, si è inoltre fatto riferimento agli *Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica* approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle regioni e delle province autonome, nonché ai *Contributi per l'aggiornamento degli "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica"* (suppl. alla rivista Ingegneria Sismica, 2011).

Il territorio del Nuovo Circondario Imolese (Figura 1) è formato da 10 comuni (Figura 2 e Tabella 1) e costituisce la parte sud orientale della Provincia di Bologna al confine con le Provincie di Ferrara, a nord est, di Ravenna, a est, e di Firenze a Sud.

Il Nuovo Circondario si estende su una superficie complessiva pari a quasi 787 Km2, tra la bassa pianura dei Comuni di Medicina, di Mordano e di una porzione di Imola, fino all'alta montagna dei Comuni di Castel del Rio, Fontanelice e Casalfiumanese (Figure 1 e 2).

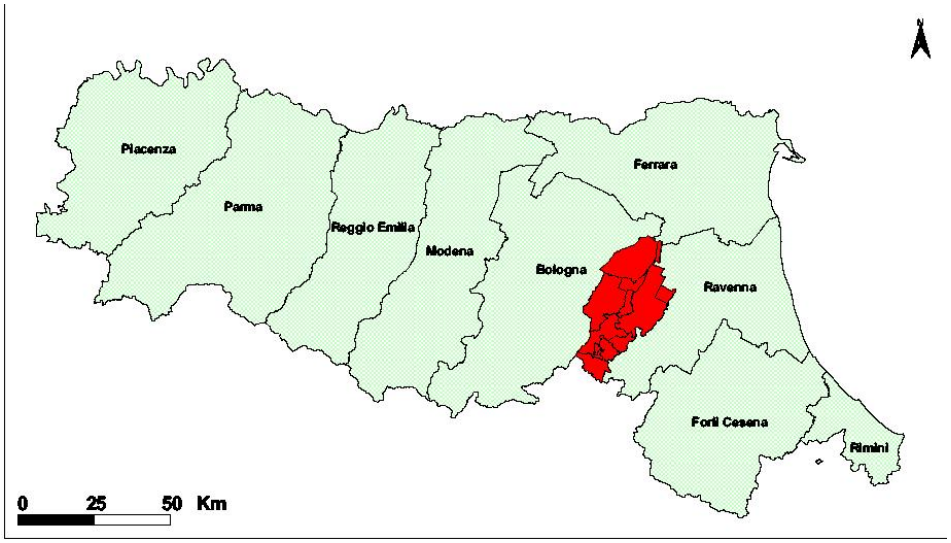


Figura 1 - Inquadramento regionale del Nuovo circondario Imolese

Figura 2 - Il Nuovo Circondario Imolese è formato dai 10 Comuni dell'area SE della Provincia di Bologna

TITOLO 2
DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITA' DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

2.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA

Come già trattato nella "Indagine geologico ambientale Relazione Tecnica" del Quadro Conoscitivo del PSC Intercomunale, che qui riportiamo per completezza, i Comuni che fanno parte del Nuovo Circondario Imolese sono compresi nell'elenco dei comuni sismici classificati in zona 2 dall'Allegato n. 1 all'Ordinanza del Presiden-te del Consiglio dei Ministri n. 3274 (s.m.i) del 20 marzo 2003 (Primi elementi in ma-teria di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica).

A seguito dell'entrata in vigore del DM 14.09.2005 (Norme tecniche per le co-struzioni), ora sostituito dal DM 14.01.2008 (Norme tecniche per le costruzioni), la validità di tale ordinanza è cessata; come tuttavia indicato nella Del. di GR 1677/2005, la classificazione sismica dei comuni italiani riportata nella citata OPCM 3274/2003 resta comunque valida.

Nell'aprile del 2006 è stata emanata l'Ordinanza PCM 3519/2006 dove sono indicati i Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. A detta Ordinanza è allegata la Mappa di Pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale (Figura 3) nella quale è possibile verificare che una parte del territorio del Nuovo Circondario Imolese (parte dei Comuni di Castel del Rio, Fontanelice, Casalfiumanese, Borgo Tossignano (tutto), Castel San Pietro Terme, Dozza e Imola) ricade nell'area per la quale sono indicati valori dell'accelerazione massima al suolo (amax) compresi tra 0,200 e 0,250 volte l'accelerazione di gravità g, ascritta ad una probabilità di eccedenza del 10% in 50 an-ni riferita ai suoli molto rigidi (Vs30 > 800 m/s; cat. A di cui al DM 14.01.2008) (Fi-gura 3), mentre per la porzione di territorio posta a ovest e di pianura (Comuni di Me-dicina, Mordano e Castel Guelfo) sono ascritti valori di (amax) compresi tra 0,175 e 0,200 volte l'accelerazione di gravità g.

Nella Figura 4 sono riportati i valori di amax determinati per i territori comunali del Nuovo Circondario Imolese; con la Deliberazione dell'Assemblea Legislativa n. 112/2007 la Regione Emilia-Romagna ha infatti approvato la "Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio", in merito a "Indirizzi per gli studi di microzonazio-ne sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"; tra i vari documenti allegati alla citata deliberazione regionale vi è anche l'elenco dei valo-ri di amax (PGA) per ciascun comune della regione. Come si evince dalla comparazio-ne con i dati precedentemente disponibili si tratta di valori che rientrano nel range del-la Zona 2 (0,15 0,25 Ag/g) ma lievemente inferiori ai massimi indicati nella cartogra-fia di cui all'Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n. 2374 da usare come ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Figure 3 e 4).

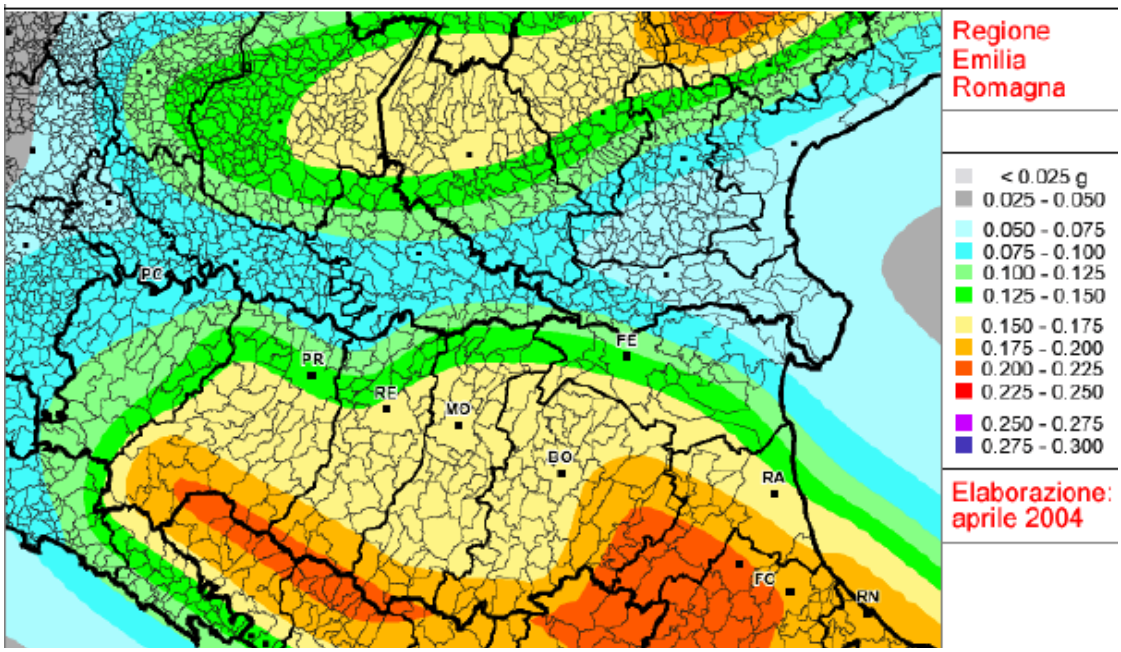


Figura 3 - Mappa di pericolosità sismica di riferimento (Ordinanza PCM del 20 marzo 2003 n. 2374 All. 1) espressa in termini di accelerazione massima al suolo (amax) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita ai suoli molto rigidi (Vs30> 800 m/s; cat. A, All. 2, 3.1) allegata all'Ordinanza PCM n. 3519 del 28 aprile 2006. (Fonte: Sito web della Regione Emilia-Romagna).

Comune	pga				pga (indirizzi regionali)
	cm/s²				*cm/s²*
Borgo Tossignano	0,200÷0,250				0,206
	Parte PREVALENTE del territorio		Parte MINORE del territorio		
Casalfiumanese	0,200	0,250	0,175	0,200	0,207
Castel del Rio	0,200	0,250	0,175	0,200	
Castel San Pietro Terme	0,200	0,250	0,175	0,200	0,199
Dozza	0,200	0,250	0,175	0,200	0,205
Fontanelice	0,200	0,250	0,175	0,200	0,207
Imola	0,200	0,250	0,175	0,200	0,205
Castel Guelfo di Bologna	0,175÷0,200				0,195
Medicina	0,175÷0,200				0,185
Mordano	0,175÷0,200				0,192

Figura 4 - Valori di PGA (accelerazione massima orizzontale al suolo) assegnati ai territori comunali del Nuovo Circondario Imolese. I dati sono ripresi dall'Allegato 1 all'OPCM 2374/2003 (colonna a sfondo bianco) e dall'Allegato A4 alla Deliberazione dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n. 112/20006.

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 Gennaio 2008), hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva solo ai fini progettuali: per ciascuna zona e quindi territorio comunale precedentemente veniva infatti fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costru-zioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferi-mento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di pro-getto e in funzione della vita nominale dell'opera.

Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini am-ministrativi comunali.

La classificazione sismica (zona sismica di appartenenza del Comune) rimane utile solo, ed è questo il caso della Microzonazione Sismica, per la gestione della pia-nificazione e per il controllo del territorio da parte degli Enti preposti (Regione, Genio Civile, ecc..).

Per quanto riguarda la classificazione sismica del Nuovo Circondario Imolese in riferimento agli effetti macrosismici osservati (Scala Mercalli Cacani

Sieberg) si riporta l'elenco delle massime intensità osservate Is di ogni Comune (Fig. 4Bis) e la carta, per l'Emilia Romagna, delle massime intensità attese (Fig. 4Ter) dove si può notare che per il Nuovo Circondario Imolese l'Imax varia tra il 7° e l'8° grado.

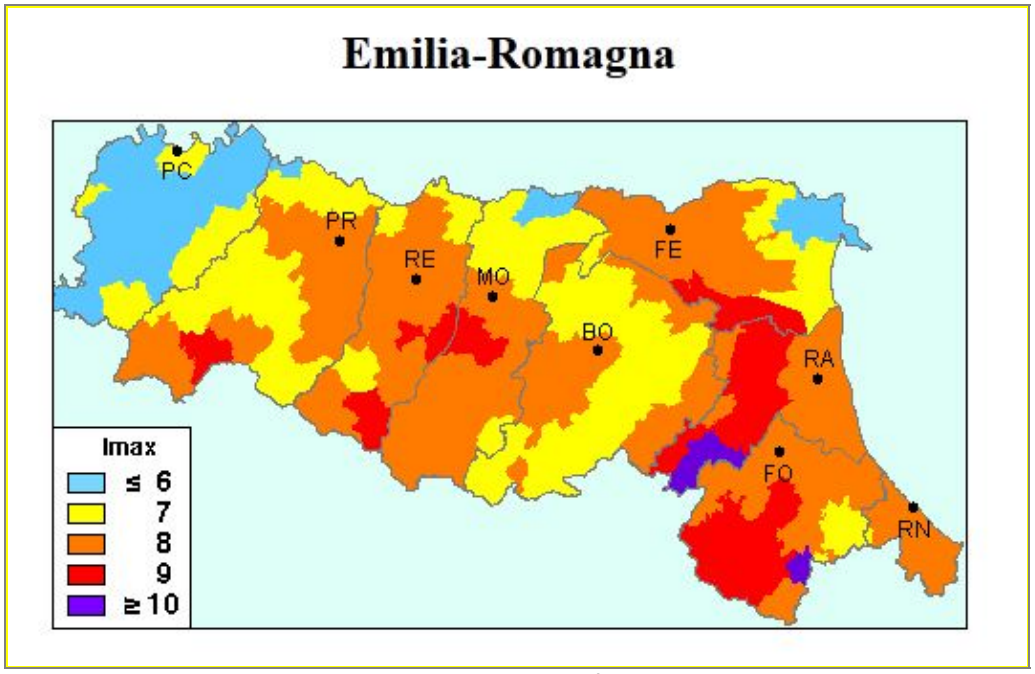


Figura 4Bis – Massime intensità macrosismiche.

Massime intensità macrosismiche osservate nella provincia di Bologna

Comune	Re	Pr	Com	Lat	Lon	Imax
ANZOLA DELL`EMILIA	8	37	1	44.54532	11.19556	7
ARGELATO	8	37	2	44.64229	11.34834	7
BARICELLA	8	37	3	44.64572	11.53456	8
BAZZANO	8	37	4	44.50495	11.08298	8
BENTIVOGLIO	8	37	5	44.63372	11.42262	7
BOLOGNA	8	37	6	44.49788	11.33981	8
BORGO TOSSIGNANO	8	37	7	44.27825	11.58780	8
BUDRIO	8	37	8	44.53658	11.53579	7
CALDERARA DI RENO	8	37	9	44.56607	11.27274	7
CAMUGNANO	8	37	10	44.16837	11.08890	7
CASALECCHIO DI RENO	8	37	11	44.47798	11.27689	8
CASALFIUMANESE	8	37	12	44.29803	11.61736	8
CASTEL D`AIANO	8	37	13	44.27928	11.00225	7
CASTEL DEL RIO	8	37	14	44.21158	11.50468	8
CASTEL DI CASIO	8	37	15	44.16154	11.03742	8
CASTEL GUELFO DI BOLOGNA	8	37	16	44.43208	11.67619	7
CASTELLO D`ARGILE	8	37	17	44.68104	11.29627	7
CASTELLO DI SERRAVALLE	8	37	18	44.44152	11.06457	8
CASTEL MAGGIORE	8	37	19	44.57481	11.36344	7
CASTEL SAN PIETRO TERME	8	37	20	44.39800	11.58996	7
CASTENASO	8	37	21	44.50817	11.46803	7
CASTIGLIONE DEI PEPOLI	8	37	22	44.14117	11.16101	7
CRESPELLANO	8	37	23	44.51406	11.12856	8
CREVALCORE	8	37	24	44.72214	11.14691	8
DOZZA	8	37	25	44.35920	11.62997	7
FONTANELICE	8	37	26	44.25913	11.55891	8
GAGGIO MONTANO	8	37	27	44.19592	10.93208	7
GALLIERA	8	37	28	44.74652	11.43519	8
GRANAGLIONE	8	37	29	44.09908	10.95995	7
GRANAROLO DELL`EMILIA	8	37	30	44.55140	11.44524	7
GRIZZANA MORANDI	8	37	31	44.25779	11.15372	7
IMOLA	8	37	32	44.35335	11.71390	8
LIZZANO IN BELVEDERE	8	37	33	44.16099	10.89352	7
LOIANO	8	37	34	44.26937	11.32286	7
MALALBERGO	8	37	35	44.71866	11.53190	8
MARZABOTTO	8	37	36	44.34108	11.20466	8
MEDICINA	8	37	37	44.47651	11.63916	7
MINERBIO	8	37	38	44.62106	11.48848	7
MOLINELLA	8	37	39	44.62068	11.66956	8
MONGHIDORO	8	37	40	44.21956	11.31882	7
MONTERENZIO	8	37	41	44.32492	11.40465	7
MONTE SAN PIETRO	8	37	42	44.45322	11.19522	8
MONTEVEGLIO	8	37	43	44.47009	11.10034	8
MONZUNO	8	37	44	44.27804	11.26917	7
MORDANO	8	37	45	44.39654	11.81268	8
OZZANO DELL`EMILIA	8	37	46	44.44412	11.47365	7
PIANORO	8	37	47	44.38000	11.34169	7
PIEVE DI CENTO	8	37	48	44.71259	11.30715	7
PORRETTA TERME	8	37	49	44.15581	10.97585	7
SALA BOLOGNESE	8	37	50	44.62957	11.27552	7
SAN BENEDETTO VAL DI SAMBRO	8	37	51	44.21529	11.23373	7
SAN GIORGIO DI PIANO	8	37	52	44.64617	11.37649	7
SAN GIOVANNI IN PERSICETO	8	37	53	44.63829	11.18723	7
SAN LAZZARO DI SAVENA	8	37	54	44.47022	11.40784	7
SAN PIETRO IN CASALE	8	37	55	44.70057	11.40462	7
SANT`AGATA BOLOGNESE	8	37	56	44.66344	11.13241	7

Figura 4Ter – Massime intensità macrosismiche della Provincia di Bologna.

2.2 PERICOLOSITA' SISMICA

Il concetto di pericolosità, non solo ristretto al campo sismico, viene grossolanamente definito come la probabilità che un evento "pericoloso" di una certa magnitudo colpisca un dato territorio durante uno specifico intervallo di tempo.

In coerenza con tale definizione, per definire la pericolosità sismica occorre:

- fissare un valore di determinato parametro sismico: magnitudo, scuotimento tellurico; 'accelerazione, ecc.
- delimitare il territorio per il quale si vuole definire la pericolosità;
- fissare un tempo di ritorno dell'evento per il quale si vuole determinare la probabilità di accadimento.

Le numerose ricerche, e soprattutto le osservazioni compiute in occasione di eventi tellurici che nel passato, anche recente, hanno colpito varie regioni del mondo, hanno evidenziato che non sempre esiste una relazione diretta tra i dissesti o i danni causati dal terremoto e l'energia sprigionata dal medesimo. Si è inoltre osservato che a parità di distanza dall'epicentro in alcune aree si riscontravano danni maggiori rispetto ad altre. Si sono poi verificati casi paradossali, per i quali il terremoto ha causato i maggiori danni a centinaia di chilometri di distanza dall'epicentro mentre le zone vici-ne sono state colpite con effetti meno marcati. Tale duplice natura della pericolosità sismica viene solitamente descritta considerandola come formata da due distinte componenti: la pericolosità di base e la pericolosità locale.

2.2.1 PERICOLOSITA' DI BASE

La pericolosità di base (o pericolosità regionale) prescinde dalle caratteristiche locali e dipende solamente dalla sismicità che si risente nella regione all'interno della quale si colloca il territorio preso in considerazione (in questo caso il territorio del Nuovo Circondario Imolese). Nel capitolo precedente di "Classificazione sismica" abbiamo già dato conto dell'attribuzione quantitativa della pericolosità sismica di base; si ricordano ora, visto il loro interesse, dati e mappe più significativi utilizzate nel procedimento probabilistico di analisi della pericolosità sismica (PSHA) per la costru-zione delle mappe di pericolosità. Per quanto riguarda la sismicità è stata caratterizza-ta la distribuzione

temporale (ricorrenza), spaziale e di magnitudo dei terremoti trami-te catalogo tenendo conto del periodo di completezza di quest'ultimo. Senza pretese di esaustività riteniamo interessante, in questa sede, riportare le "storie sismiche" di ogni Comune appartenente al Nuovo Circondario Imolese (All. n. 1).

Da queste ultime estraiamo ("Catalogue of Strong Hearth Quakes in Italy" - CFTI4med) e riportiamo la descrizione dei principali effetti dei terremoti storici più icativi del territorio in esame (All. n. 2). Per quanto riguarda le **sorgenti** sono state caratterizzare le faglie attive attraverso parametri che ne riassumono il comportamento (zone sismiche).

A tale proposito si riportano:

- un estratto, dal "Geoportale Nazionale" del Ministero dell'Ambiente, della mappa delle zone sismiche (Fig. 4Quater) (tratta da "Rapporto Conclusivo della zonazione sismogenetica ZS9 Appendice 2" (Marzo 2004) del Gruppo di Lavoro per la redazione della Mappa di Pericolosità Sismica (Ordinanza PCM 20.03.03 n. 3274) dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) dalla quale, per le 2 zone riguardanti i Comuni del Nuovo Circondario Imolese e cioè la n. 912 e 914, si possono dedurre i seguenti valori massimi della magnitudo momento (Mw max).
  - 912 "Dorsale Ferrarese" Mw = 6,14
  - 914 "Forlivese" Mw = 6,14
- un estratto, della mappa delle "Sorgenti sismogenetiche" (All. n. 3) tratto dal "Database of Individual Seismogenetic Sources DISS Version 3" dal quale si possono segnalare, per l'area di interesse, le seguenti 5 sorgenti composte:

ITCSO12	Malalbergo, Ravenna
ITCSO11	Mordano, Guarniera
ITCS001	Castel San Pietro Terme, Mel-dola
ITCS047	Castelvetro di Modena, Castel San. Pietro Terme
ITCS027	Bore, Montefeltro, Fabriano, Loga

Per quanto riguarda, infine, la "**propagazione dell'energia**", sono state definiti i modelli empirici predittivi del moto al suolo in funzione di distanza, frequenza e magnitudo. Fra le leggi di attenuazione sismica più usate in lette-ratura si segnala quella di *Pugliese* e *Sabetta*.

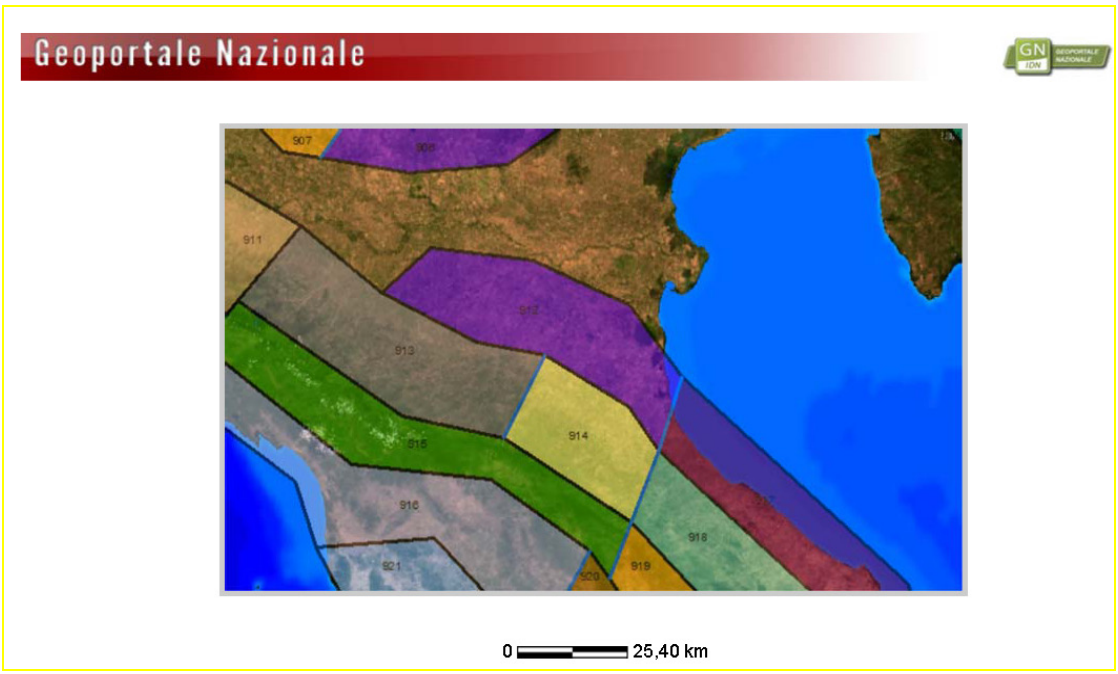


Figura 4Quater – Mappa zone sismiche.

2.2.2 PERICOLOSITA' LOCALE

La pericolosità locale dipende da fattori geologici e morfologici locali, tanto che lo stesso evento sismico può essere risentito in maniera diversa in settori diversi del medesimo territorio, anche a parità di tipologia edilizia (così detto effetto a "macchie di leopardo").

La pericolosità locale si occupa pertanto di quegli aspetti che, in caso di terre-moto, possono dare luogo localmente a instabilità e/o ad amplificazione dello scuoti-mento tellurico.

Sulla base delle più recenti normative e indirizzi si assume come peri-colosità sismica di base il terremoto con probabilità di accadimento pari a uno (certezza pro-babilistica) in un intervallo di tempo di 475 anni . Ciò corrispon-de a una probabilità di accadimento del 10% su 50 anni.

Per descrivere la pericolosità del terremoto di riferimento si possono u-tilizzare varie grandezze quali ad esempio:

- il valore di accelerazione massima al suolo atteso PGA (peak ground acceleration) o amax, già introdotto nel paragrafo precedente;
- lo spettro di risposta elastico (che può essere definito in accelerazione, in

velocità o in spostamento);

- l'Intensità di Housner;
- altri parametri.

Le grandezze elencate vengono solitamente utilizzate per esprimere il valore della pericolosità di base per l'intero territorio considerato (comunale o anche più grande Tabella 1); esse descrivono il "terremoto di riferimento" definito su base sta-tistica, analizzando la serie storica degli eventi sismici avvenuti nell'area in studio o nella regione che la comprende. Gli stessi parametri possono essere utilizzati, attraver-so vari procedimenti più o meno rigorosi, anche per valutare qualitativamente e quan-titativamente gli effetti sismici di sito che possono variare all'interno del territorio considerato in relazione alle differenti caratteristiche morfologiche e litotecniche loca-li.

Il dato della pericolosità di base è di norma riferito a un contesto litologico e morfologico ideale, riassumibile in un "sito di riferimento" pianeggiante con substrato roccioso affiorante. Tali condizioni non corrispondono quasi mai al contesto reale del sito o del territorio per il quale si vuole valutare la pericolosità sismica. Basta ad e-sempio la presenza di una copertura detritica di 5 o più m di spessore , perché vi sia la possibilità che, in caso di scossa tellurica, si verifichino degli effetti locali di amplifi-cazione dello scuotimento e che quindi la pericolosità sismica locale sia da considera-re più alta della pericolosità di base.

Attraverso valutazioni quali-quantitative è possibile stimare localmente il potenziale di incremento del risentimento sismico utilizzando le stesse grandezze (PGA, Spettro di risposta elastico, Intensità di Housner o intensità spettrale SI) e quindi cal-colare l'eventuale fattore di amplificazione, rapportando il risultato ottenuto con quello del sito di riferimento al quale viene attribuita la pericolosità di base (ad es. PGA/PGA0, SI/SI0). Il fattore di amplificazione non è altro che il valore del rapporto tra la grandezza che esprime la pericolosità al sito (comprensiva quindi degli effetti locali) e il valore attribuito al sito di riferimento e cioè quello definito dalla pericolosità di base.

Nella progettazione e nella pianificazione territoriale la pericolosità di base (o pericolosità regionale), essendo un parametro che non può essere modificato, perché dipende solamente dalla sismicità naturale dell'area, può essere tenuta in considera-zione al livello delle prescrizioni normative.

Essa infatti è quasi sempre applicabile all'intero territorio comunale (o a una grande sua parte) senza distinzioni particolari all'interno di ampi settori territoriali. Si tratta di fatto di un dato da assumere tal quale nella progettazione.

I risultati dell'analisi della pericolosità locale, proprio perché indirizzati a rico-noscere quelle situazioni territoriali per le quali la pericolosità sismica si discosta dal valore regionale, possono essere presi come riferimento per indirizzare non solo gli aspetti normativi e d'indirizzo per l'uso di un territorio, ma anche le scelte di localiz-zazione e di trasformazione urbanistica.

La pericolosità locale dipende infatti dalle caratteristiche del sito e può variare fortemente a seconda del variare delle condizioni morfologiche e litologiche. Già a livello dell'intero territorio comunale è possibile riconoscere settori caratterizzati da pericolosità locale più alta rispetto ad altri meno pericolosi.

TITOLO 3
ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO DELL'AREA

3.1 INQUADRAMENTO TETTONICO E STRUTTURALE

Dal punto di vista geologico, il territorio del Nuovo Circondario Imolese fa parte nel sistema montuoso dell'Appennino Settentrionale, che è una catena (Figure 5, 6 e 7) formata dalla sovrapposizione di "falde tettoniche", strutturalmente inquadrabile nel contesto del modello di prisma d'accrezione (Treves, 1984). Secondo gli studiosi di geologia, la genesi e l'evoluzione della catena appenninica sarebbero iniziati a partire almeno dall'Eocene, se non nel Cretaceo superiore, durante la fase orogenica mesoalpina (AA.VV., 1992). In tale periodo, le successioni liguri furono impilate le une sulle altre, a formare un prisma di accrezione che, secondo alcuni autori, sarebbe da considerare un elemento strutturale della catena alpina successivamente inglobato nella struttura geologica Appenninica (Cerrina Ferroni et al., 2004).

La frequente attività sismica che si riscontra soprattutto nell'area di pianura, ma anche nell'alto Appennino, sono la testimonianza diretta e attuale che l'evoluzione della catena non si è ancora conclusa.

Le principali unità tettoniche (falde) che formano il prisma d'accrezione appenninico settentrionale (Treves, 1984) sono denominate come segue1 (dall'alto verso il basso in ordine di sovrapposizione):

- Unità liguri (Liguridi)
- Unità subliguri
- Falda toscana
- Unità umbro-romagnole e marchigiano-adriatiche.

Secondo il modello del prisma d'accrezione (Treves, 1984) le Liguridi sovrastano geometricamente le Unità subliguri2 che, a loro, volta si pongono al di sopra della Falda toscana e delle Successioni Umbro-Romagnola e Marchigiano-Adriatica, etc. a complicare ulteriormente tale quadro strutturale

[1] Le denominazioni possono differire a seconda degli autori consultati.

[2] Studi recenti (Bettelli et al., 2012) attribuirebbero all'unità Sestola-Vidiciatico a a suoi equivalenti (anche per i settori qui esaminati) un ruolo strutturale analogo a quello esercitato dalle unità subliguri dell'Appennino emiliano occidentale.

(semplificato) interverrebbero accavallamenti tettonici fuori sequenza e faglie distensive neotettoniche.

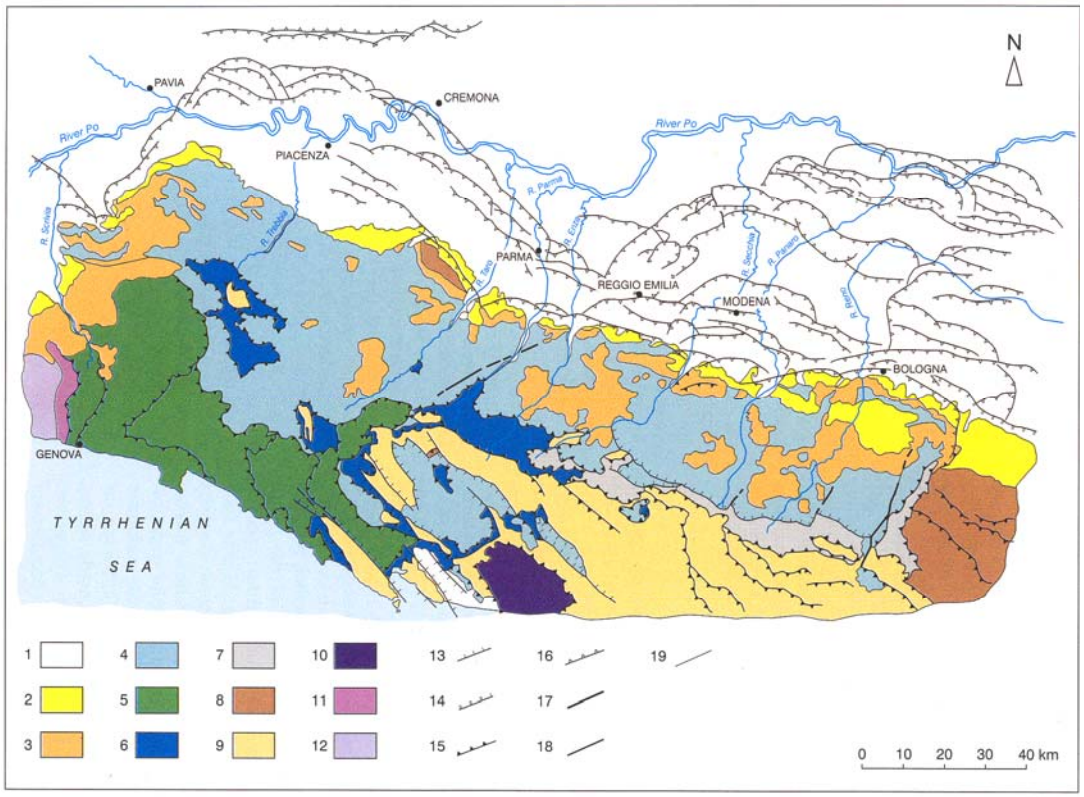


Figura 5 - Carta geologica schematica dell'Appennino Settentrionale (Estratto da Bettelli & De Nardo, 2001). LEGENDA: 1) depositi quaternari; 2) Depositi marini del Miocene Sup.-Pleistocene; 3) Successione epiligure; 4) Unità liguri esterne; 5) Unità liguri interne; 6) Unità subliguri; 7) Unità tettonica Sestola-Vidiciatico e Melange di Firenzuola; 8) Unità umbro-romagnole; 9) Unità toscane; 10) Unità metamorfiche toscane; 11) Zona Sestri-Voltaggio; 12) Gruppo di Voltri; 13) Faglie dirette; 14) Faglie dirette (nel sottosuolo); 15) Faglie inverse e sovrascorrimenti; 16) Faglie inverse (nel sottosuolo); 17) Faglie trascorrenti, di strappo o di trasferimento; 18) Faglie ad alto angolo a cinametica ignota (nel sottosuolo); 19) Limiti litologici.

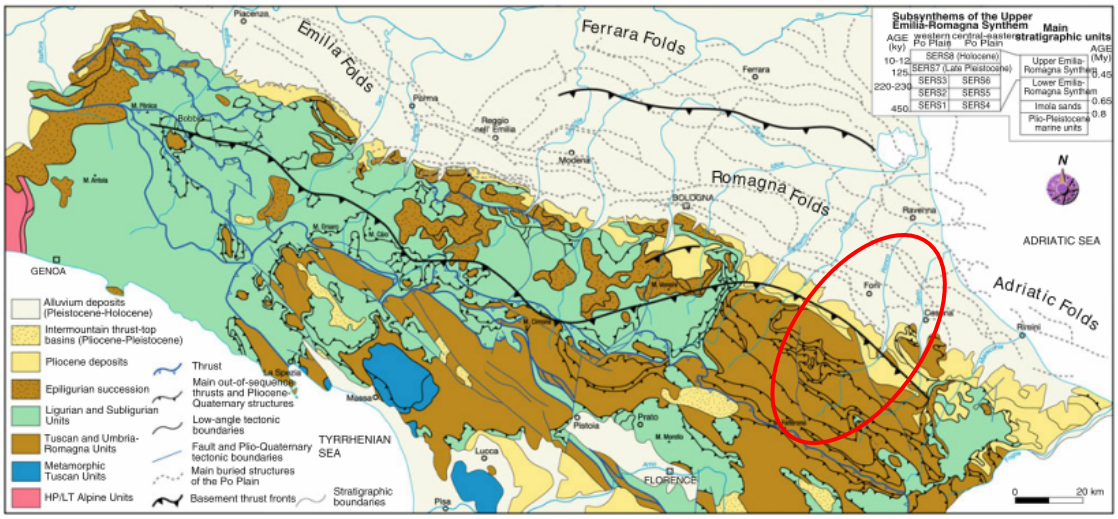


Fig. 2 Tectonic scheme of the Northern Apennines (after Pieri and Groppi 1981; Cerrina Feroni et al. 2002). *Inset on right upper corner* shows a stratigraphic scheme of the Neogene-Quaternary units of the Po Plain and the Apennnines–Po Plain margin

Figura 6 – Schema tettonico dell'Appennino Settentrionale (estratto da Boccaletti et al., 2011). L'ovale a bordo rosso individua indicativamente il Nuovo Circondario Imolese.

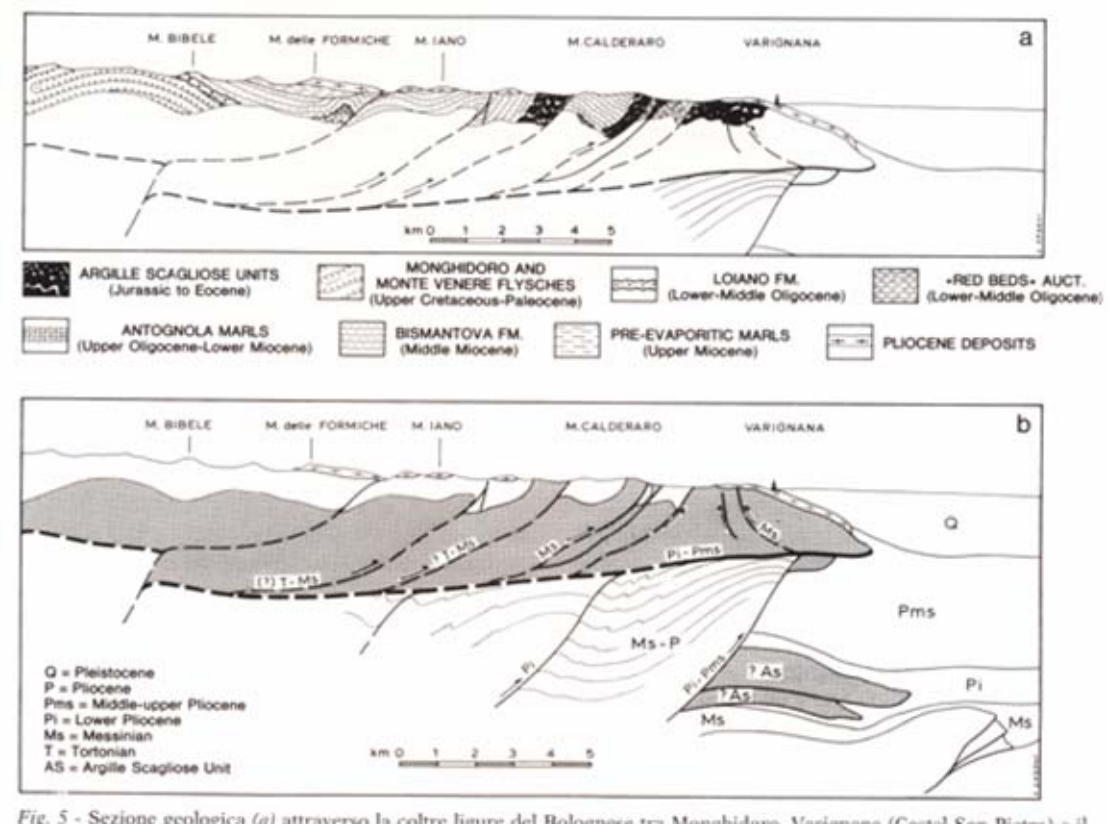


Fig. 5 - Sezione geologica (a) attraverso la coltre ligure del Bolognese tra Monghidoro, Varignana (Castel San Pietro) e il

Figura 7 - Sezione Geologica attraverso la coltre ligure del bolognese tra Monghidoro, Varignana (Castel San Pietro) e il margine padano (da Castellarin & Pini, 1989).

L'evoluzione strutturale della catena appenninica continua anche ai giorni nostri, come mostrano, con la loro attività sismica le strutture tettoniche che hanno controllato la sedimentazione nel bacino padano, talora dislocando pure le unità sedimentarie più recenti plio-pleistoceniche di ambiente marino (che affiorano nei pressi del margine pedecollinare) e i depositi continentali del Pleistocene e dell'Olocene) che affiorano principalmente nelle valli o che formano il sottosuolo della pianura).

Tale attività sismogenetica si localizza tuttavia in settori specifici della catena montuosa (Martelli, 2011):

- nell'alto Appennino, soprattutto in corrispondenza del crinale principale;
- nel basso Appennino, soprattutto nell'area pedemontana;
- in pianura, in corrispondenza delle strutture tettoniche sepolte (così dette Pieghe Emiliane e delle Pieghe Ferraresi) (Figure 9 e 10) e a nord del Po.

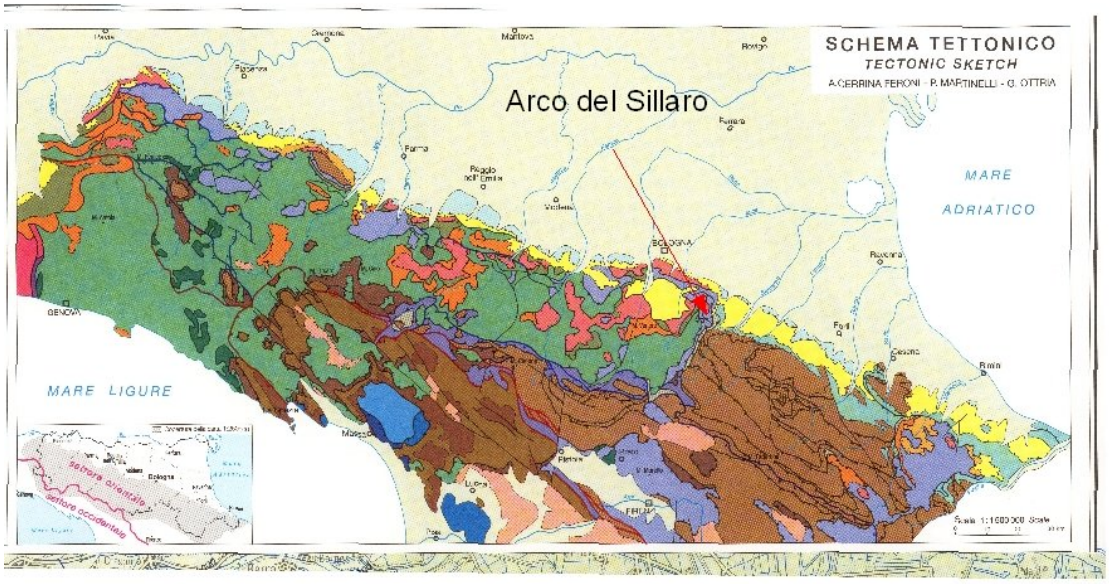


Figura 8 - Schema tettonico dell'appennino emiliano-romagnolo (Estratto da Cerrina Ferroni et al., 2002). La freccia in rosso sta a indicare l'ubicazione del sistema strutturale noto in letteratura come "Arco del Sillaro" o "Linea del Sillaro" (Castellarin & Pini, 1987). Lungo tale sistema strutturale si attua la sovrapposizione tettonica (accavallamento) delle unità afferenti al dominio Ligure (in verde a ovest) e le unità Umbro-Romagnole (in marrone a est). A est del Sillaro non vi sono più affioramenti di unità liguridi per diverse decine di chilometri finoa ridosso della Val Marecchia. Il sistema di sovrascorrimenti dell'"Arco del Sillaro" determina inoltre la scomparsa, in affioramento, della così detta "Vena del gesso" la cui presenza ed evidenza morfologica si annulla proprio in corrispondenza degli accavallamenti più orientali.

Dati geologici, morfologici e strutturali mostrano che il settore romagnolo dell'Appennino Settentrionale (a est della Linea del Sillaro) risulta più

sollevato rispetto al settore emiliano (Martelli, 2011). I dati gps confermerebbero l'attuale sollevamento differenziale della catena in diminuzione relativa da est verso ovest3 (Martelli, 2011).

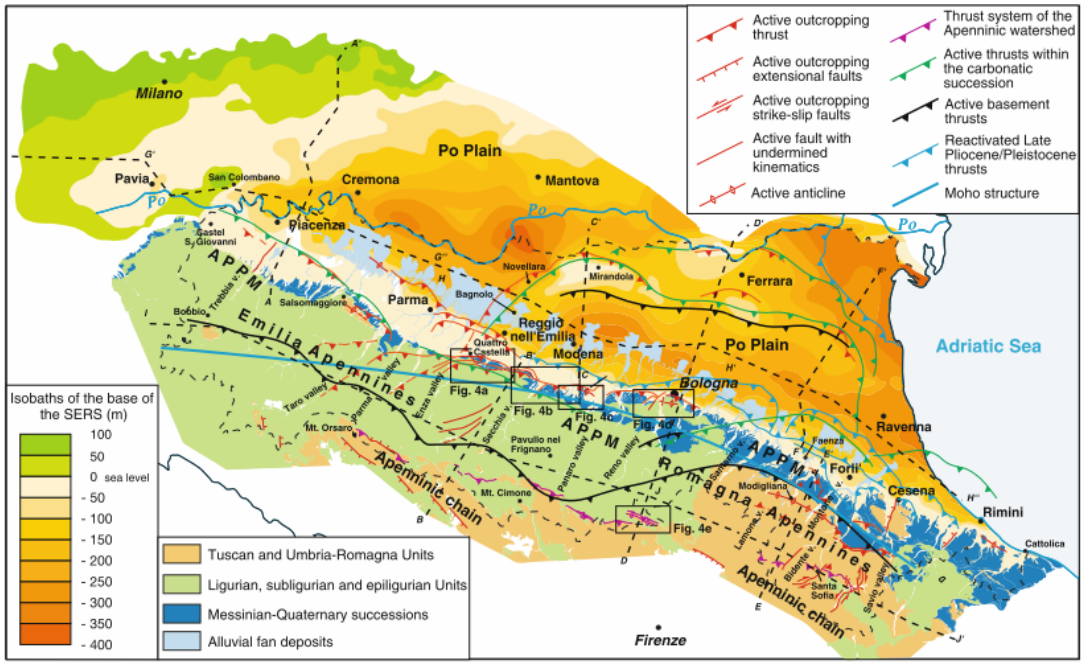


Figura 9 – Strutture tettoniche attive del settore padano dell'Appennino Settentrionale (estratto da Boccaletti et al., 2011).

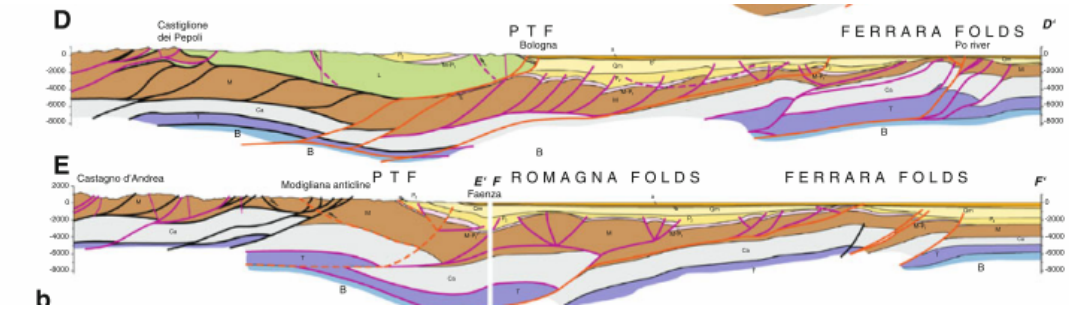


Figura 10 – Sezioni geologiche attraverso l'Appennino Settentrionale (per l'ubicazione si veda la figura precedente) (estratto da Boccaletti et al., 2011).

Nel settore di alta montagna (presso il crinale principale) I dati sismologici evidenziano meccanismi focali sia di tipo estensionali che di tipo compressivo, con i primi localizzati prevalentemente a bassa profondità relativa (entro 12-15 Km) rispetto i secondi (generalmente oltre i 20 km) (Boccaletti

[3] Velocità di sollevamento crostale relativamente più alte per i settori orientali della catena (Martelli, 2011).

et al., 2004 e 2010; Catalogo dei meccanismi dei terremoti mediterranei RCMT, http://www.bo.ingv.it/RCMT/).

La zona pede-appenninica è caratterizzata da meccanismi focali prevalentemente di tipo compressivo (Boccaletti et al., 2004; 2011) che si concentrano in una fascia nella quale le evidenze geologiche di attività tettonica sono particolarmente significative (dislocazione di depositi continentali, modifiche del reticolo idrografico, ecc.) Ghiselli e Martelli, 1997; Boccaletti et al., 2004; Boccaletti et al., 2011; Martelli, 2011) e che è riconducibile ad un sistema di strutture di accavallamento che nel complesso formano i così detto Fronte di Accavallamento Pedemontano (Piedmont Thrust Front, Boccaletti et al., 1985).

Per quanto riguarda i settori della pianura, dove le conoscenze geologiche profonde sono legate principalmente agli studi per la ricerca petrolifera (Pieri & groppi, 1981) le strutture che mostrano maggiori dislocazioni recenti sono le Pieghe Emiliane e l'arco delle Pieghe Ferraresi e le Pieghe Adriatiche (Figure 2 e 9) (Martelli, 2011), come anche confermato dalle recenti sequenze sismiche del 2012.

3.2 INQUADRAMENTO STRATIGRAFICO-LITOLOGICO

Dal punto di vista litostratigrafico e struttuale il territorio del Nuovo Circondario può essere suddiviso in quattro settori distinti (Figura 11):

- settore sud, delimitato verso nord dalla fascia di affioramento delle evaporiti messiniane (così detta Vena del Gesso) e a ovest dalle strutture di accavallamento del così detto sistema dell'Arco del Sillaro (Castellarani & Pini, 1987; Bettelli & Panini, 1992; Bettelli et al., 2012). Nel settore in oggetto affiorano principalmente rocce afferenti al Dominio paleogeografico Umbro-Romagnolo appartenenti alla Formazione Marnoso-Arenacea;
- settore ovest, dove affiorano rocce afferenti principalmente ai Dominî Ligure e Subligure, nonché alla sovrastante Successione epiligure (Figura 11);
- settore centrale (o settore collinare) nel quale affiorano principalmente rocce ascrivibili al Dominio Padano Adriatico e in particolare appartenenti alla Formazione delle Argille Azzurre e alla formazione delle Sabbie di

Imola (così dette Sabbie Gialle) che sul margine collinare sono ricoperte in discordanza dai depositi continentali pleistocenici che formano i terrazzi morfologici del margine pedecollinare (Figura 11);

- settore nord, corrispondente al settore di pianura del Circondario, che è caratterizzato da un sottosuolo formato dai depositi continentali dell'alta e media pianura bolognese (Figura 11) con spessori che raggiungono anche alcune centinaia di metri sul substrato marino.

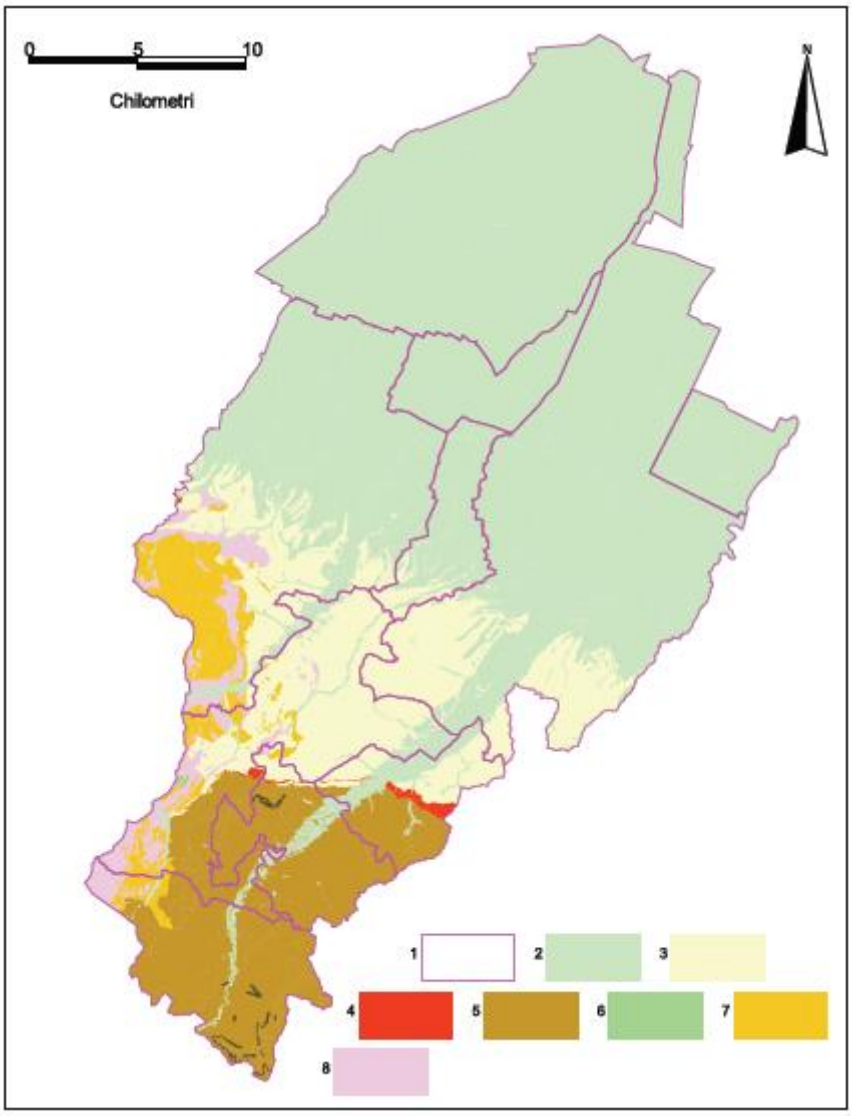


Figura 11 - Dominî paleogeografici: le diverse rocce ascrivibili a varie unità litostratigrafiche e successioni sono riconducibili a dominî paleogeografici distinti. Legenda: 1) confini comunali; 2) Depositi fluviali terrazzati e della pianura (Settore Nord); 3) Rocce del Dominio Padano-Adriatico (Settore centrale); 4) Evaporiti messiniane (Settore sud); 5) Rocce del Dominio Umbro-romagnolo (settore sud), 6) Rocce del Dominio Subligure (Settore

ovest); 7) Rocce appartenenti alla Successione Epiligure (Settore ovest); 8) Rocce del Dominio Ligure (settore ovest). (Elaborato sulla base dei dati della Carta Geologica dell'Appennino emiliano-romagnolo alla scala 1:10.000, forniti dall'Ufficio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna).

A grandi linee i quattro settori soprarichiamati presentano una propria omogeneità distintiva dal punto di vista della composizione delle rocce che ne costituiscono il substrato, che nei settori collinari e montani è visibile anche in affioramento:

- il settore sud presenta substrati di consistenza lapidea (torbiditi della Formazione Marnoso-Arenacea);
- il settore ovest ha un substrato prevalentemente dato da litotipi argillosi con tessitura a “blocchi in pelite” (unità prevalentemente argillitiche delle unità Liguri e Epiliguri) e solo localmente da rocce lapidee (principalmente della Successione epiligure);
- il settore centrale è dominato dai depositi marini pliocenici prevalentemente argillosi (Argille Azzurre) o sabbioso/arenacei (Sabbie Gialle), anche se localmente sono presenti estesi depositi fluviali terrazzati secondo più ordini gerarchici (sia lungo i fiumi principali (Santerno in primis) che sul margine (ad esempio nella zona di Dozza);
- il settore nord, come già accennato, presenta un primo sottosuolo alluvionale recente con ghiaie prevalenti (sub affioranti o a profondità relativamente bassa) presso il margine e/o successioni date da sabbie, limi e argille con prevalenza dell’uno o delle altre tipologie a seconda del contesto (in relazione all’evoluzione fluviale recente d’epoca storica).

3.3 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO

I grandi settori descritti al paragrafo precedente, proprio perché basati su carat-teristiche geologico-strutturali, si distinguono anche per differenti forme del paesaggio.

I settori occidentale e centrale, a substrato caratterizzato da prevalente compo-nente argillosa sono caratterizzati principalmente da forme legate a processi di versan-te (frane, calanchi). Il settore centrale presenta spesso valli secondarie asimmetriche (affluenti del Santerno) con i versanti esposti verso nord, più franosi, estesi e meno acclivi, rispetto quelli esposti a sud che sono più ripidi, meno estesi e soggetti princi-palmente alla presenza di forme erosive di tipo calanchivo.

Il settore sud, a substrato prevalentemente lapideo, è invece caratterizzato da forme aspre con gradienti del pendio localmente elevati (rupi, pareti e scarpate alte anche diverse decine di m, valli profondamente incise e forre).

Il settore nord (di pianura) presenta forme poco pronunciate se non localmente in corrispondenza dei corsi d'acqua principali. Tra i singoli elementi morfologici di preminente importanza spiccano:

- la cosìddetta Vena del Gesso: una sorta di dorsale stretta e allungata che si erge sul paesaggio circostante, delimitando sostanzialmente il passaggio dalla zona collinare alla zona montana e di fatto dal settore sud a quello centrale;
- il sistema dei terrazzi alluvionali del Santerno (primo, secondo e terzo ordine nella Carta Geomorfologica del QC del PSC), idrogeologicamente connessi con il fiume e il sistema dei terrazzi fluviali antichi (quinto, sesto e settimo ordine nella Carta Geomorfologica del QC del PSC) riconoscibili lungo il margine pedecollinare con particolare evidenza a Dozza;
- i vari sistemi calanchivi riconoscibili nei settori centrale e occidentale.

TITOLO 4
DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

4.1 DATI GEOTECNICI E GEOFISICI

Per le analisi a supporto dello studio di microzonazione sismica dei territori dei comuni del Nuovo Circondario Imolese ci si è avvalsi delle informazioni geologiche, tecniche e sismiche deducibili da un insieme piuttosto articolato e voluminoso di in-formazioni che in parte erano già state tenuto in conto e comprese nell'indagine geo-logica facente parte del QC del PSC, ma che per una buona parte sono state acquisite.

Si è infatti proceduto, con la collaborazione delle diverse unità tecniche comu-nali e dell'Ufficio di Piano, alla raccolta di una grande mole di indagini geognostiche (meccaniche e geofisiche) nonché stratigrafiche puntuali giungendo alla realizzazione di una Banca Dati Geognostici che consta di oltre 800 prove e sondaggi puntuali e/o lineari, tutti geograficamente localizzati e ciascuno associato ad un "file" contenente la scansione dei dati relativi alla prova medesima.

A tale corpus di dati vanno aggiunti:

- quelli che facenti parte della Banca Dati Geognostici di Pianura della Regione Emiia-Romagna (messi a disposizione dall'Ufficio Geologico Sismico e dei Suoli regionale) che consta per i territori di interesse di oltre 1300 dati puntuali;
- le indagini geotecniche e geofisiche originali appositamente eseguite per incrementare le conoscenze locali soprattutto in relazione alle caratteristiche sismiche (profili verticali di velocità Vs, valori del Vs30/VSh e valore della frequenza propria di sito) che nel complesso sono 94.

La visione di insieme della localizzazione e distribuzione delle singole prove geognostiche ed indagini la si può apprezzare attraverso la visione delle apposite tavo-le cartografiche che sono state realizzate, nelle quali è indicata la localizzazione di ciascun singolo dato puntuale (anche le indagini geofisiche in array lineare sono state assimilate a misure puntuali facendo riferimento al centro dello stendimento).

Nello specifico, le indagini geofisiche specifiche inerenti la conoscenza delle caratteristiche sismiche locali (velocità Vs, VS30/VSh e frequenza propria di sito) so-no in totale 212 delle quali, come già detto, 94 sono di nuova realizzazione.

Più in particolare si contano:

- 2 cross-hole (delle quali una localizzata al confine, ma fuori, il territorio del Nuovo Circondario Imolese);
- 9 SCPT con misura per mezzo di cono sismico (delle quali 8 appositamente eseguite);
- 32 MASW (delle quali 8 appositamente eseguite);
- 4 Remi;
- 1 profilo a rifrazione;
- 163 acquisizioni a stazione singola secondo la metodologia di Nakamura (o metodo HV o HVSR) (delle quali 78 appositamente eseguite).

TITOLO 5
MODELLO DEL SOTTOSUOLO

5.1 MODELLO DEL SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda i settori di pianura (Comuni di Medicina, Castelguelfo, Castel San Pietro, Dozza, Imola e Mordano) è stata condotta un'analisi dettagliata delle informazioni stratigrafiche, litologiche e sedimentarie deducibili, oltre che dalle carte geologiche, soprattutto dalle indagini geognostiche (principalmente stratigrafie di pozzi e sondaggi, nonché diagrammi penetrometrici) contenute nelle banche dati de-scritte nel capitolo precedente.

Il lavoro, data la mole di dati disponibile, ha richiesto un notevole sforzo di analisi, prima, e di sintesi, poi, che ha portato alla realizzazione di una tavola cartogra-fica specifica (Carta di Analisi-Modelli geologici nelle aree di pianura) nella quale sono individuate 15 "Zone" (Figura 12) a ciascuna delle quali corrisponde un modello geologico di riferimento descritto in tabelle sintetiche (riportate a corredo della legen-da della tavola cartografica citata) (Figura 13).

Uno degli elementi conoscitivi più interessanti scaturiti da tale lavoro riguarda la distribuzione nel primo sottosuolo (entro i 20 m dal p.c.) di corpi ghiaiosi plurimetrici.

Al di là della presenza di tali depositi in aree prossime al margine collinare e con particolare riferimento alle zone di sbocco in pianura dei corsi d'acqua principali (conoidi del Santerno, Sillaro e Sellustra) si vengono a delineare due ampie fasce di-sposte all'incirca da SO verso NE che si spingono verso nord fino a giungere o a supe-rare anche i centri di Medicina e di Castelguelfo, che, pur trovandosi in piena pianura, presentano lo stesso nel sottosuolo dei depositi ghiaiosi di spessore plurimetrico a pro-fondità relativamente bassa (entro i 20 metri).

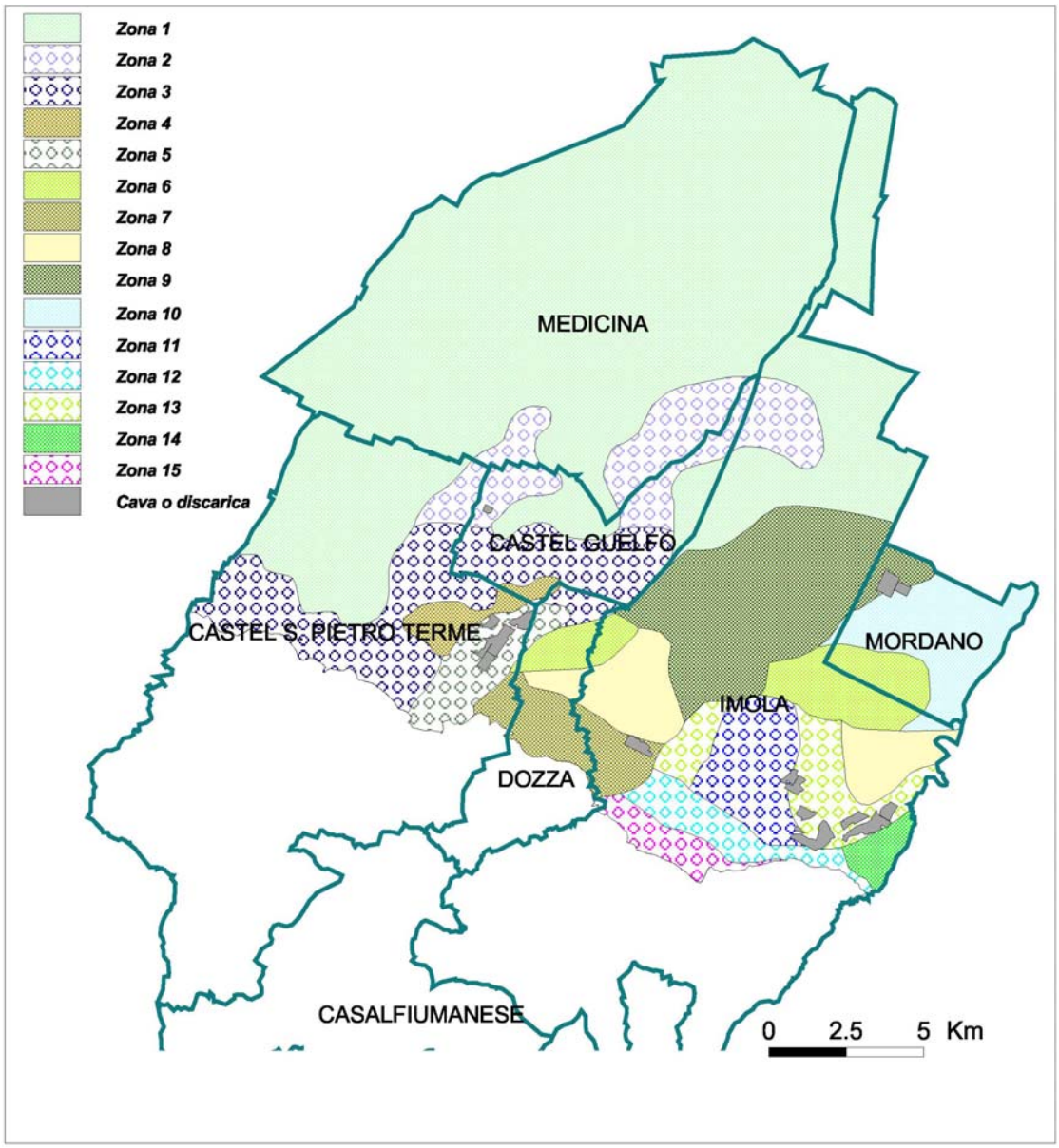


Figura 12 – Distribuzione delle zone omogenee di pianura per ciascuna delle quali è stato definito un modello geologico di riferimento.

Zona 11		
	Descrizione litologico-tessiturale	Note
Unità 1	Depositi di copertura prevalentemente limosi (con argille più raramente sabbie) di spessore limitato a pochi metri (massimo 5-6)	Conoide del Santerno. Localmente (estremità settore NO della Zona) nell'Unità 1 possono essere presenti strati sabbiosi potenzialmente liquefacibili
Unità 2	Depositi di copertura prevalentemente ghiaiosi dall'amalgamazione di orizzonti grossolani riferibili a unità stratigrafiche diverse. Sono presenti intercalazioni sporadiche (1-2m) dipelite e/o sabbie limose	

Figura 13 – Esempio di tabella riassuntiva di un modello geologico per le aree di pianura (Zona11). Tutte le tabelle sono riportate a corredo della legenda della *Carta di Analisi-Modelli geologici nelle aree di pianura.*

Data la grande variabilità geologica, non è stato possibile per i settori di collina e montagna adottare un approccio "globale" come per le aree di pianura. Ci si è pertanto limitati alla definizione dei modelli geologici "locali" relativi ai territori indagati i cui modelli geologici sono riportati nelle apposite Schede Geologiche d'ambito (Figura 14).

Profondità	Spessore	Descrizione
0 m	7÷9 m	alluvione ghiaio-sabbiosa con copertura superficiale limo-sabbiosa
7 ÷ 9 m	>	substrato litoide (Argille Azzurre plioc.)
Fonte: rilievo geologico diretto + DB_Cir_S2 + DB_Cir_HV32 + DB_Cir_HV33 + Nuove_HVSR50		

Figura 14 – Esempio di schema descrittivo dei modelli geologici per gli ambiti ricadenti nei settori collinari e montani (da scheda Ambito Imola-Ponticelli Nord, ANS_C2.9)

Oltre che nella citata tavola cartografica e nelle schede geologiche d'ambito i modelli geologici, per gli ambiti configurabili come territorio urbanizzabile, sono stati riportati all'interno delle Schede d'Ambito di sintesi della microzonazione sismica di 2° livello" nelle quali sono riassunti tutti gli elementi salienti locali derivanti dallo studio di analisi di secondo livello e alle quali si rimanda.

TITOLO 6
INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

6.1 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

Come qualsiasi studio a scala territoriale che si basa principalmente su dati che hanno valenza puntuale (o tutt'al più rilevati lungo un allineamento di sensori che comunque resta di lunghezza limitata) la maggiore o minore densità nella distribuzione delle informazioni condizionano fortemente il grado di incertezza interpretativa.

Del resto, già una normale carta geologica non può essere vista come un documento cartografico oggettivo, ma come una carta che riporta pochi dati oggettivi (l'ubicazione degli affioramenti, gli assetti stratigrafici nell'ipotesi che il rilievo non sia stato affetto da errore e che la polarità fosse evidentemente chiara, ecc.) e che per la maggior parte deriva da un processo interpretativo "soggettivo" basato su alcune ipotesi che hanno lo scopo di rendere conto dei dati (spesso puntuali) e di inquadrarli in una struttura generale.

A incrementare e a rendere variabile il grado di incertezza interpretativa contribuisce anche la forte variabilità latero-verticale delle caratteristiche litologiche e degli spessori rilevabile nel primo sottosuolo, sia in pianura, ma soprattutto nei territori collinari e montani, dove tali variabilità non sono correlate solamente all'evoluzione del sistema idrografico (come avviene principalmente nei territori di pianura) ma anche ad altri fenomeni morfogenetici che possono coesistere, ed insistere, sul medesimo sito (instabilità gravitative di versante, quali i fenomeni franosi; erosione selettiva su formazioni rocciose a composizione bifasica o più complessa; erosione a rivoli, con formazione di calanchi; azione fluviale; depositi da sbarramento; formazione di coltri detritiche di varia origine e spessore, eluvio-colluviale, falde di detrito, depositi eolici; ecc.).

In un siffatto contesto, diventa può essere alquanto opinabile l'estendere la validità di un modello geologico, magari basato solamente su uno o due dati puntuali, su settori territoriali anche di estensione non particolarmente grande.

Si è pertanto sempre cercato di raggiungere un compromesso tra conoscenze stratigrafiche e litologico-tecniche legate a pochi dati puntuali e coerenza con il contesto geologico all'intorno.

Per quanto riguarda l'interpolazione di determinati valori di dati, effettuata solamente per i territori di pianura, non si è proceduto con l'applicazione di algoritmi sofisticati, ma con interpretazioni visive, forse meno oggettive, ma proprio perché meno oggettive inglobano già al loro interno il grado di incertezza correlato alla mal distribuzione delle conoscenze che a sua volta discende direttamente dal significato che nel tempo (recente) un determinato settore territoriale ha significato per l'uomo[4].

[4] La maggiore concentrazione di dati si presenta, banalmente, laddove sono l'uomo ha avuto interesse ad intervenire: per costruire edifici o manufatti in generale, per cercare materie prime (materiali per costruzione, acqua, idrocarburi); per bonificare (aree a maggior tendenza all'impaludamento), ecc.

TITOLO 7
METODOLOGIE DI ELABORAZIONI E RISULTATI

7.1 METODOLOGIE DI ELABORAZIONI E RISULTATI

Come già accennato nel capitolo 1, il riferimento principale che è stato seguito per l'espletamento del presente incarico sono la Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n. 112 del 2007 (atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della LR 20/2000 per "I*ndirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*" e la Variante in materia di riduzione del rischio sismico (adeguamento alla LR19/2008) del Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) della Provincia di Bologna. Quest'ultima non rappresenta altro che l'elaborato a scala provinciale previsto dalla delibera regionale 112/2007.

Più in particolare, il presente studio ha avuto come scopo:

- l'approfondimento a scala comunale delle analisi sismiche di primo livello (sensu DAL 112/2007) condotte dalla Provincia di Bologna nell'ambito della variante in materia di riduzione del rischio sismico del PTCP;
- la microzonazione sismica degli ambiti del territorio urbanizzato e urbanizzabile (anali di secondo livello).

Si è reso necessario affrontare il primo punto di cui sopra (analisi di primo livello), sebbene fosse già stato affrontato nell'ambito della redazione del QC (Quadro Conoscitivo) del PSC, in quanto occorreva tenere conto di due aspetti importanti sopravvenuti dopo l'adozione del QC:

- la realizzazione degli studi di primo livello a scala Provinciale (non disponibili quando fu redatto il QC del PSC) con i quali occorreva comunque verificare la coerenza dello studio su scala comunale;
- la sopravvenuta disponibilità di nuovi dati (raccolta e realizzazione della banca dei dati geognostici recuperati presso i singoli comuni e presso altri enti terzi, che ha permesso di ampliare le conoscenze relative al primo sottosuolo anche per i territori collinari e montani che non erano raggiunti dalla banca dati di pianura regionale) nonché l'esecuzione di indagini geofisiche specifiche per l'approntamento degli elaborati relativi alla microzonazione sismica.

Il lavoro ha previsto tre fasi.

Nella prima fase si è proceduto:

- alla raccolta sistematica dei dati disponibili,
- alla sistematizzazione dei dati raccolti all'interno di una struttura SIT in maniera che ogni singolo dato fosse associato alla sua posizione spaziale nonché a un file (in formato .pdf) contenente i diagrammi, le tabelle e tutto ciò che fosse utile per una lettura ed interpretazione delle informazioni derivanti dall'indagine specifica;
- ad una prima valutazione della distribuzione dei dati (sia stratigrafici, ma anche di natura più specificatamente geofisica) con lo scopo di verificare l'esistenza di aree più o meno "scoperte" in relazione alle conoscenze disponibili riguardo le caratteristiche del sottosuolo

In una seconda fase si è proceduto all'analisi dei dati sia visivamente sia approntando alcune tavole cartografiche di analisi (soprattutto per i settori della pianura)5 che hanno permesso di meglio definire oltre che i modelli geologici del sottosuolo anche l'andamento spaziale di certe grandezze e parametri (presenza di sedimenti liquefacibili, presenza di sedimenti cedevoli, profili verticali della velocità delle onde S, valori del VS30 o del VSh in condizioni particolari, valori della frequenza di sito, ecc.). Per quanto attiene le problematiche relative ai dissesti di versante (frane) si è tenuto conto di una versione recente (dicembre 2012) dell'aggiornamento dell'inventario dei dissesti fornita direttamente dall'Ufficio Geologico Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna. Durante questa fase si è verificata la necessità di realizzare un set di nuove indagini geofisiche (misure di microtremore a stazione singola, MASW e SCPT con cono sismico) in quanto quelle disponibili in banca dati non erano sufficienti a caratterizzare dal punto di vista sismico gli areali in studio, in particolare per l'analisi di secondo livello.

[5] Per i settori collinari e montani si è fatto ampiamente riferimento anche al lavoro condotto parallelamente dai Dott. Geol. Aldo Quintili e Marco Massacci riguardante l'analisi di fattibilità geologica delle nuove previsioni di PSC.

Nella terza fase dello studio si è proceduto all'allestimento delle cartografie specifiche sia per l'analisi di primo livello su tutto il territorio del Nuovo Circondario Imolese (che sono andate a interessare le cartografie già presenti nel QC del PSC) sia per l'analisi di secondo livello, condotta esclusivamente sul territorio urbanizzato e urbanizzabile, lasciando quindi da parte il territorio rurale. Nell'ambito di questa fase di lavoro sono stati anche approntati dalle norme ed indirizzi normativi , conformi alla normativa approntata dalla Provincia nell'ambito della variante specifica al PTCP, nonché delle schede riassuntive degli specifici elementi di pericolosità sismica eventualmente presenti, per ciascun ambito del territorio urbanizzabile.

Il risultato finale dello studio è pertanto riassunto nelle carte di microzonazione sismica redatte (come richiesto dalla DAL 112/2007) facendo riferimento ai fattori di amplificazione riferiti alla PGA (Peak Ground Acceleration) e all'intensità di Housner (SI) valutati in due intervalli di frequenza (0.1-0.5 secondi e 0.5-1.0 secondi), nelle quali oltre ai fattori di amplificazione sono riportati gli elementi correlabili a effetti sismici di sito (instabilità di versante, faglie, fattori di amplificazione topografico, particolari frequenze di sito che potrebbero determinare il fenomeno della doppia risonanza, ecc) e che per taluni di essi impongono la necessità di eseguire (nell'ambito del POC/PUA) ulteriori approfondimenti locali (Analisi di III livello).

TITOLO 8
ELABORATI CARTOGRAFICI

8.1 ELABORATI CARTOGRAFICI

Il recepimento, nell'ambito dello studio di microzonazione sismica, di una versione molto recente (2012) dell'aggiornamento dell'inventario del dissesto, nonché la rielaborazione dello studio di analisi di primo livello che era già stato condotto nell'ambito dell'indagine geologica a supporto del QC del PSC ha comportato la necessità di modificare alcune tavole del QC.

Più precisamente si tratta della:

- Tavola 1 – Carta Litotecnica aggiornata per il tematismo frane)
- Tavola 2 – Carta geomorfologica (aggiornata per il tematismo frane)
- Tavola 4 – Effetti di sito Sostituita dalla "Carta comunale delle aree suscettibili di effetti sismici locali" Elaborata tenendo conto della Variante del PTCP in materia di rischio sismico
- Tavola 6 – Dissesto (aggiornata per il tematismo frane)
- Carta di Sintesi Richiesta dalla DAL 112/2007 come sintesi degli studi di primo livello.

Nell'ambito dello studio sono inoltre state approntate le seguenti tavole di analisi:

- Carta delle indagini con banca dati informatizzata (cfr. Capitolo 4) che riporta le ubicazioni di tutte le indagini geognostiche suddivise tra quelle facenti parte della banca dati geognostici di pianura della Regione Emilia-Romagna, quelle facenti parte della Banca Dati Geognostici preparata con la collaborazione delle unità tecniche comunali coordinate dell'Ufficio di Piano e quelle di nuova realizzazione (indagini geofisiche);
- Carta di analisi-Potenziale liquefazione nelle aree di pianura che descrive i risultati derivati dall'analisi delle prove geognostiche contenute in banca dati in relazione all'individuazione delle aree con presenza di sedimenti sabbiosi sottofalda potenzialmente liquefacibili. In riferimento alle metodologie di Sherif e Ishibashi (1978) e alla "Analisi di dettaglio finalizzata alla valutazione della pericolosità di liquefazione: il caso della costa emiliano-romagnola" di J. Facciorusso, C. Madiai, G. Vannucchi e L. Martelli, estratta da "Microzonazione sismica uno strumento consolidato

per la riduzione del rischio – L'esperienza della Regione Emilia Romagna", a cura di J. Facciorusso (2012). Ogni prova penetrometrica è stata interpretata per verificare che sussistessero oppure no tutte le seguenti condizioni: 1) presenza di strati sabbiosi per uno spessore complessivo cumulato di almeno un metro entro la profondità di 5 m dal p.c.; mancanza di una copertura di sedimenti fini, non liquefacibili, al di sopra delle sabbie pari o superiore a 3 m di spessore; presenza di falda entro la profondità di 5 m dal p,.c. (al verificarsi da tale condizione, indipendentemente dalla profondità indicata nel grafico del dato geognostico, si è assunta, secondo un approccio conservativo, che la falda fosse a piano campagna. La sussistenza contemporanea di tutte e tre tali condizioni (predisponenti) classifica la prova puntuale come indicativa di terreni potenzialmente liquefacibili. L'interpolazione grafica dei dati ha portato a delimitare aree caratterizzate dalla presenza di terreni potenzialmente liquefacibili (il cui studio è da demandare ad analisi di approfondimento di III livello, come indicato dalla DAL 112/2007) da aree nelle quali, nell'ambito, delle informazioni disponibili, si esclude la potenzialità di tale fenomeno. Singoli dati discordanti (positivi o negativi) all'interno di aree mediamente omogenee non sono stati presi in considerazione nell'elaborazione cartografica;

- *Carta di analisi-Potenziali cedimenti post-sismici nelle aree di pianura* che, seguendo l'approccio descritto nella DAL 112/2007 mira ad individuare quelle aree nelle quali sono presenti terreni "soffici" suscettibili di cedimenti post-sismici e pertanto da rimandare a studi di approfondimento di III livello. Ogni indagine geognostica (CPT) è stata analizzata per valutare la presenza di terreni caratterizzati da valori della coesione inferiori a 70 KPa considerandone lo spessore totale cumulato entro la profondità di 10 m dal p.c. Tramite un procedimento di interpolazione simile a quello descritto per la carta precedente sono state discriminate le aree nelle quali sono presenti più di due metri di spessore totale cumulato (considerate potenzialmente soggette a cedimenti post-sismici e da demandare al terzo livello di approfondimento), da quelle con uno spessore cumulato inferiore ai 2 m.
- *Carta di analisi-Modelli geologici nelle aree di pianur*a che suddivide i settori di pianura in 15 zone a a ciascuna delle quali è assegnato un

modello geologico specifico derivato dall'analisi dei dati geognostici disponibili (prove penetrometriche, sondaggi a rotazione, stratigrafie di pozzi e prove geofisiche).

- *Carta delle velocità* che riporta l'ubicazione delle verticali sulle quali (per mezzo di indagini geofisiche sia da archivio che di nuova esecuzione) è stato determinato il valore del parametro Vs30, o VSh laddove il così detto bedrock sismico (terreni rigidi o rocce con VS>800 m/s) è stimato essere posto ad una profondità inferiore ai 30 m.

Altri elementi analitici che sono stai presi in considerazione e sui quali non sono state prodotte carte specifiche, ma che sono stati riportati nelle carte di microzonazione sismica (vedi più oltre) sono stati le frequenze proprie di sito, in relazione al fenomeno della doppia risonanza), il fattore di amplificazione per cause topografiche.

Come risultato delle analisi di II livello sono state prodotte, per gli ambiti facenti capo al territorio urbanizzato e al territorio urbanizzabile del PSC, le seguenti cartografie (previste dalla DAL 112/2007):

- "Carta di Microzonazione sismica – Fattori di amplificazione PGA (Analisi di II livello)";
- "Carta di Microzonazione sismica – Fattori di amplificazione SI (0.1-0.5 secondi) (Analisi di II livello)";
- "Carta di Microzonazione sismica – Fattori di amplificazione SI (0.5-1.0 secondi) (Analisi di II livello)".

Queste ultime tre tavole cartografiche riportano i medesimi tematismi e si distinguono l'una dall'altra per i fattori di amplificazione relativi a tre parametri distinti (come già descritto in precedenza).

Sulle carte sono inoltre riportati tutti quegli elementi di pericolosità sismica che possono determinare il rimando di un determinato ambito di PSC (o di una sua parte) a studi di approfondimento di III livello (instabilità sismica o amplificazione quali frane, faglie, scarpate, cave o ex cave, coperture caratterizzate da frequenze di risonanza che rientrano nel campo delle frequenze degli edifici con altezza compresa tra 1 e 5 piani, all'incirca 2-10 Hz).

Per quanto attiene gli ambiti di nuova attuazione (territorio urbanizzabile) sono state anche approntate delle schede sintetiche (Schede d'ambito di

sintesi della microzonazione sismica di 2° livello") che riassumono i fattori di amplificazione stratigrafica ed eventuale topografica (come richiesto per la microzonazione sismica di secondo livello di approfondimento), nonché l'eventuale presenza di elementi particolari (potenziale liquefazione, potenziali cedimenti post-sismici, frequenza di sito nel campo delle frequenze degli edifici di altezza normalmente compresa tra 1 e 5 piani, ecc.) che rimandano la microzonazione a studi di approfondimento di III livello (da eseguire in fasi successive alla pianificazione del PSC).

TITOLO 9
BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. (1992) - *Appennino Tosco-Emiliano. (A cura di Bortolotti V.) Guide geologiche regionali*. N. 4, pp. 336, BE-MA Editrice, Firenze.
- AA. VV. (1997) – *La microzonazione sismica nella pianificazione urbanistica e territoriale: l'esperienza del "Masterplan" del Rubicone e prospettive regionali*. Proc. Conv. Geologia delle grandi aree urbane, Bologna 4/5 novembre 1997.
- AA.VV. (2001) – *Il rischio sismico in Italia. Ingegneria Sismica*, 1/2001, 5-36.
- AA.VV. (2005) - *Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica. Linee guida*. Patron Editore, Bologna, edizione Provvisoria.
- Benini A., Martelli L., Poccianti C. & Rosselli S. (a cura di) (in stampa) – *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, foglio 253- Marrad*i. (sito web cartografico dell'Ufficio Geologico, Sismico e dei Suoli della regione Emilia-Romagna.
- Bettelli G. & De Nardo M.T. (2001) – *Geological outlines of the Emilia Apennines (Italy) and introduction nto the rock units cropping out in the areas of landslides reactivated in the 1994-1999 period*. Quad. Geol. Appl. N. 8/1(2001), 1-26, Pitagora Ed., Bologna.
- Bettelli G. & Panini F. (1989) - *I Melanges dell'Appennino Settentrionale dal T. Tresinaro al T. Sillaro*. Mem. Soc. Geol. It., 39(1987), 187-214.
- Bettelli G. & Panini F. (1992) – *Liguridi, melanges e tettoniti nel Complesso caotico lungo la «linea del Sillaro» (Appennino settentrionale, Province di Firenze e Bologna).*\\ Mem. Descr. Carta geol. D'It. XLVI(1991), 387-415.
- Bettelli G., Panini F., Fioroni C., Nirta G, Remitti F., Vannucchi P e Carlini M. (2012) - *Revisiting the Geology of the "Sillaro Line", Northern Apennines, Italy*. Rend. Soc. Geol. It., 22, 14-17.
- Boccaletti M, Coli M, Eva C, Ferrari G, Giglia G, Lazzarotto A, Merlanti F, Nicolich R, Papani G, Postpischl D (1985) *Considerations on the seismotectonics of the Northern Apennines*. Tectonophysics 117,7–38.
- Boccaletti M. Corti G. e Martelli L. (2011) - *Recent and active tectonics of the external zone of the Northern Apennines (Italy)*. Int J Earth Sci.

Pubbl. online 19may2010.

- Boncio P., Bracone V. (2009) - *Active stress from earthquake focal mechanisms along the Padan–Adriatic side of the Northern Apennines (Italy), with considerations on stress magnitudes and pore-fluid pressures*. Tectonophysics 476,180–194.
- Burrato P., Ciucci F., Valensise G. (2003) - *An inventory of river anomalies in the Po Plain, Northern Italy: evidence for active blind thrust faulting*. Ann Geophys 46(5), 865–882.
- Calabrese L. & Cibin U. (a cura di) (in stampa) – *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio n. 222 Lugo.* Regione Emilia-Romagna.
- Camassi R & Stucchi M. (1996) – *NT4.1-Un catalogo parametrico di terremoti di area italiana alla di sopra della soglia di danno*.
- Castellarin A., Eva C., Giglia G. e Vai G.B. (1986) – *Analisi strutturale del fronte appenninico padano*. Giornale di Geologia, 47, (1-1) (1985), 47-75.
- Castellarin A. & Pini G.A. (1989) (con contributo di Borsetti A.M. e Rabbi E.) - *L'arco del Sillaro: la messa in posto delle argille scagliose al margine appenninico padano (Appennino bolognese)*. Mem. Soc. geol. It., 39(1987), 127-141.
- Cerrina Ferroni A., Martelli L., Martinelli P & Ottria G. (2002) – *Carta geologico-strutturale dell'Appennino emiliano-romagnolo*. Scala 1:250.000. Carta e Note Illustrative, S.EL.CA, Firenze.
- Cerrina Ferroni A., Ottria G. & Ellero A. (2004) – *The Northern Apennines, Italy: Geological structure and transpressive evolution*. In "Geology of Italy" Spec. Vol. of the Italian Geological Society for the IGC 32 Florence-2004, 15-32.
- Elmi C. & Zecchi R. (1974) - *Caratteri sismotettonici dell'Emilia Romagna*. Quad. Mercanzia n. 21, Cam. Comm. Ind. Art. e Agr., Bologna.
- Martelli L., Filippini M., Bagli S., Severi P. & Tomasetti F. (2006) - *Riduzione del rischio sismico nella pianificazione territoriale e urbanistica in Emilia-Romagna: definizione e rappresentazione della pericolosità sismica locale. L'esempio della cartografia per il quadro conoscitivo del PTCP di Rimini.* Il Geologo dell'Emilia Romagna, n. 24, 7-17.
- Martelli L., Amorosi A. & Severi P. (a cura di) (in stampa) – *Note illustrative alla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Foglio n. 221*

Bologna.

- Martelli L. (2011) – Quadro sismo tettonico dell'Appennino Emiliano-Romagnolo e della Pianura Padana centrale. Atti del GNGTS 2011, sessione 1.2.
- Michetti A, Giardina F.,Livio F., Mueller Karl, Serva L., Sileo G, Vittori E., Devoti R., Riguzzi F., Carcano C., Rogledi S., Bonadeo L., Brunamonte F. e Fioraso G (2012) - *Active compressional tectonics, Quaternary capable faults and the seismic landscape of the Po Plain (Northern Italy)*. Ann. Geophys. 55, 5, 969-1001.
- Pagani M. & Marcellini A. (a cura di) (2003) - *Castelnovo ne' Monti: analisi di pericolosità sismica*. CNR-Regione Emilia-Romagna. Scaricabile da Sito Web Servizio Geologico Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna.
- Pieri M. & Groppi G. (1981) – Subsurface Geological Structure of the Po Plain, Italy. C.N.R., Prog. Finaliz. Geodinamica, Pubbl. n. 414, pp. 13.
- Regione Emilia-Romagna. (2003) – *Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna*. Regione Emilia-Romagna e CNR.
- Regione Emilia-Romagna, ENI-AGIP (1998) – *Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna*. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA Firenze, pp. 120.
- Regione Lombardia (1996) - *Determinazione del rischio sismico a fini urbanistici in Lombardia.*
- TC4 (1993) Technical Committee for earthquake engineering, ISSMGE (1993) - *Manual for zonation on seismic geotechnical hazard*. The Japanese Society of Soil Mechanics and Foundation Engineering.
- Tento A., Arrigoni V., Frassineti G. & Martelli L. (2002) - *Elementi di microzonazione sismica dell'area di Predappio Bassa.* Scaricabile da Sito Web Servizio Geologico Sismico e dei Suoli - Regione Emilia-Romagna.
- Treves B. (1984) - *Orogenic belts as accretionary prism: the example of the Northern Apennines.* Ofioliti, 9/3, 577-618.
- Vai G.B. & Castellarani A. (1993) – Correlazione sinottica delle unità stratigrafiche nell'appennino settentrionale. Studi Geol. Camerti, CROP 1/1, Vol. Spec. (1992/2), 171-185.

ALLEGATI

ALLEGATO N. 1

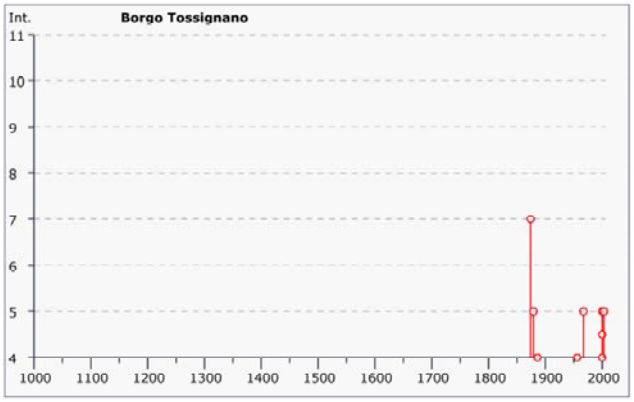
STORIE
SISMICHE COMUNALI

ALLEGATO N. 1

Storia sismica di Borgo Tossignano
[44.278, 11.588]

Numero di eventi: 11

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
7	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 ±0.18
5	1879 04 27 04:06	Valle del Senio	20	7	5.05 ±0.50
4	1886 09 05	VAL DI SUSA	102	7	5.25 ±0.17
4	1956 04 26 03:0	Appennino tosco-emiliano	75	6	4.77 ±0.14
5	1967 12 30 04:1	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
3	1998 03 26 16:2	Appennino umbro-marchigiano	400	6	5.29 ±0.09
5	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17 ±0.09
4-5	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
4	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 ±0.09
NF	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09



[download]

Località vicine (within 10km)

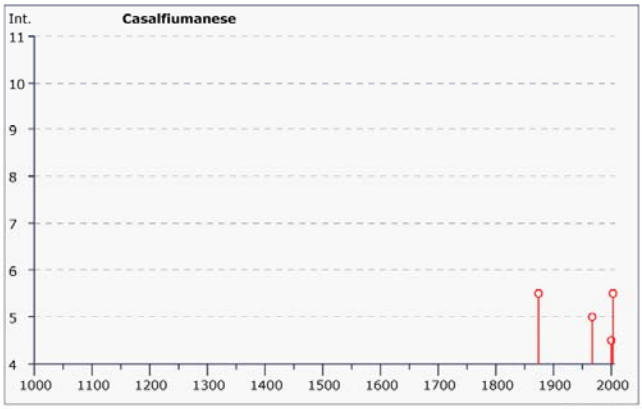
Località	Stato	NMO	Distanza
Casalfiumanese	IT	8	3km
Casola Valsenio	IT	31	7km
Castel del Rio	IT	14	10km
Dozza	IT	5	10km
Fontanelice [Fontana]	IT	12	3km
Tossignano	IT	11	1km

ALLEGATO N. 1

Storia sismica di Casalfiumanese
[44.298, 11.617]

Numero di eventi: 8

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5-6	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 ±0.18
5	1967 12 30 04:1	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
NF	1980 11 23 18:3	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
4-5	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17 ±0.09
4-5	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
4-5	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
5-6	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 ±0.09
NF	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09



[download]

Località vicine (within 10km)

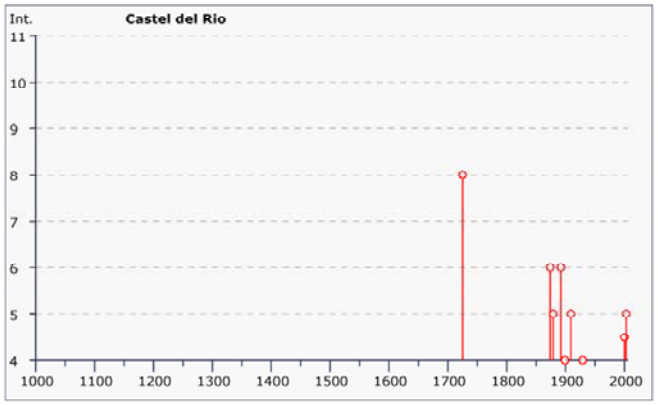
Località	Stato	NMO	Distanza
Borgo Tossignano	IT	11	3km
Casola Valsenio	IT	31	8km
Dozza	IT	5	7km
Fontanelice [Fontana]	IT	12	6km
Imola	IT	68	10km
Riolo Terme	IT	14	9km
Tossignano	IT	11	3km

ALLEGATO N. 1

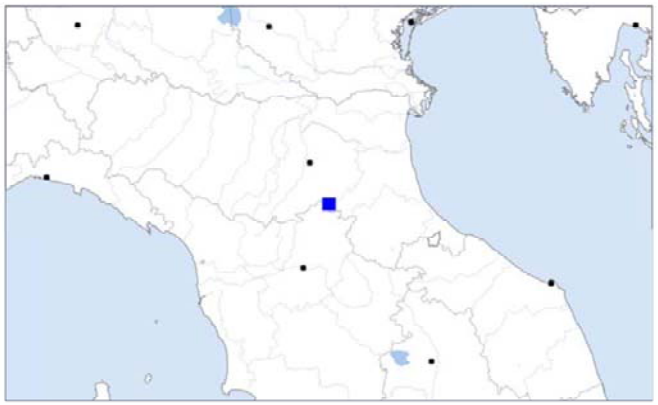
Storia sismica di Castel del Rio
[44.212, 11.505]

Numero di eventi: 14

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
8	1725 10 29 17:40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5.43 ±0.34
6	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 ±0.18
5	1879 04 27 04:06	Valle del Senio	20	7	5.05 ±0.50
6	1892 12 29 13:48	Appennino bolognese	19	5-6	4.52 ±0.33
4	1899 06 26 23:1	Valle del Bisenzio	138	7	5.06 ±0.15
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
4	1929 07 18 21:0	Mugello	56	6-7	5.02 ±0.17
3	1971 07 15 01:3	Parmense	229	8	5.64 ±0.09
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
2-3	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17 ±0.09
4-5	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
4-5	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 ±0.09
2	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09



[download]



Località vicine (within 10km)

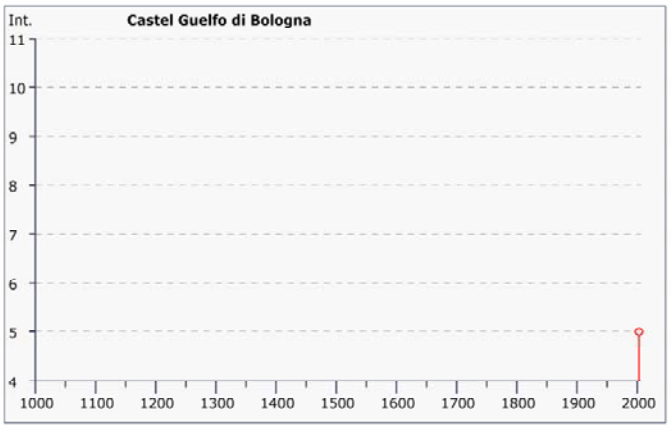
Località	Stato	NMO	Distanza
Borgo Tossignano	IT	11	10km
Casola Valsenio	IT	31	10km
Fontanelice [Fontana]	IT	12	7km

ALLEGATO N. 1

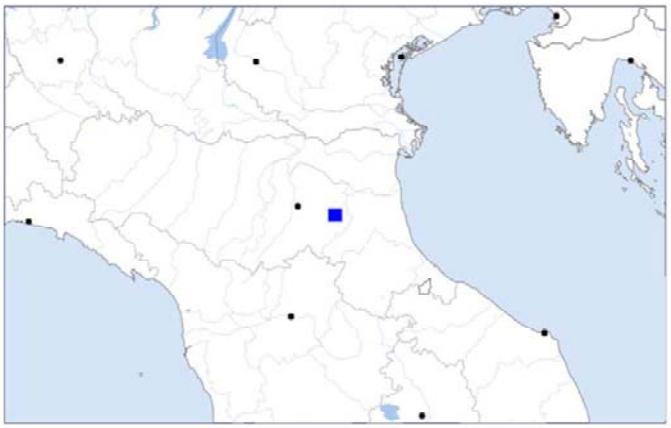
Storia sismica di Castel Guelfo di Bologna
[44.432, 11.676]

Numero di eventi: 7

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	**Data**	**Ax**	**Np**	**Io**	**Mw**
NF	1899 06 26 23:1	Valle del Bisenzio	138	7	5.06 ±0.15
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
NF	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17 ±0.09
2-3	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
NF	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 ±0.09
NF	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09



[download]



Località vicine (within 10km)

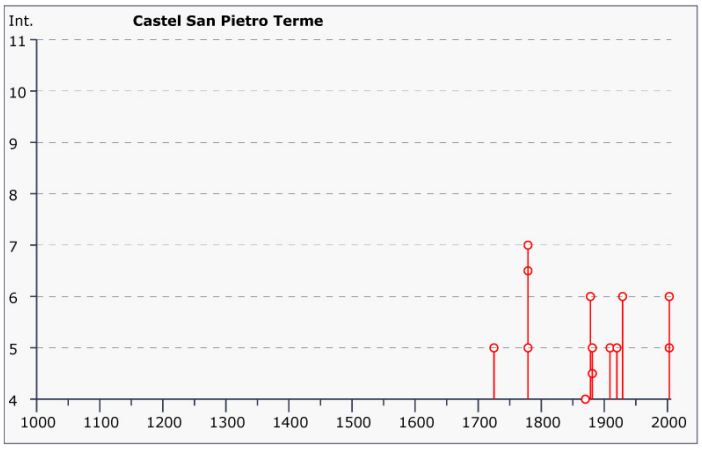
Località	**Stato**	**NMO**	**Distanza**
Castel San Pietro Terme	IT	28	8km
Dozza	IT	5	9km
Imola	IT	68	9km
Medicina	IT	18	6km

ALLEGATO N. 1

Storia sismica di Castel San Pietro Terme
[44.398, 11.590]

Numero di eventi: 28

Effetti	In occasione del terremoto del:					
I[MCS]	**Data**	**Ax**	**Np**	**Io**	**Mw**	
5	1725 10 29 17:40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5.43	±0.34
6-7	1779 06 01 23:55	Bolognese	8			
5	1779 06 02 07:30	Bolognese	3			
7	1779 06 04 07:00	Bolognese	13	7	5.24	±0.52
5	1779 06 10 08:35	Bolognese	10			
4	1870 10 30 18:34	Romagna	41	8	5.58	±0.27
6	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06	±0.30
6	1878 04 05 09:46	Bolognese	6			
5	1881 01 24 16:14	Bolognese	38	7	5.16	±0.30
4-5	1881 01 25 07:06	Bolognese	18			
5	1881 02 14 09:0	Bolognese	21			
NF	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41	±0.09
NF	1904 06 10 11:1	Frignano	102	6	5.03	±0.18
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53	±0.09
NF	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00	±0.09
2-3	1917 12 02 17:39	GALEATA	32	6-7	5.09	±0.20
5	1920 09 07 05:5	Garfagnana	756	10	6.48	±0.09
6	1929 04 10 05:4	Bolognese	87	7	5.03	±0.13
2	1931 09 05 01:2	Mugello	28	6	4.80	±0.22
3	1935 06 05 11:4	Faentino	27	6	5.16	±0.25
3	1956 04 26 03:0	Appennino tosco-emiliano	75	6	4.77	±0.14
NF	1957 08 27 11:5	ZOCCA	58	5	4.65	±0.21
NF	1965 11 09 15:3	ALTA V. SECCHIA	32	5	4.74	±0.25
NF	1980 11 23 18:3	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89	±0.09
NF	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7	5.06	±0.09
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61	±0.10
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29	±0.09
6	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22	±0.09



[download]

ALLEGATO N. 1

Località vicine (within 10km)

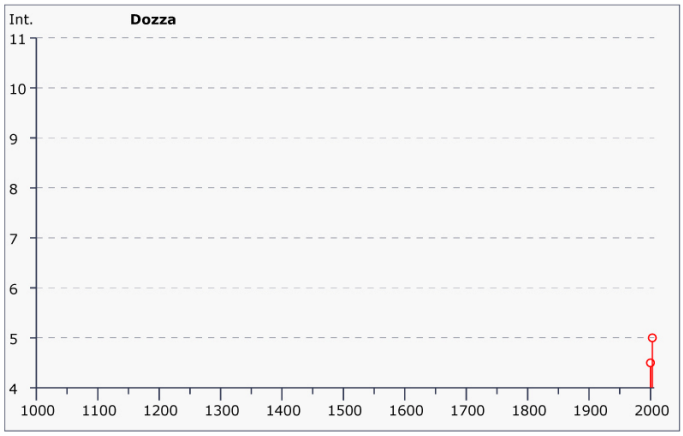
Località	Stato	NMO	Distanza
Casalecchio de' Conti	IT	5	4km
Castel Guelfo di Bologna	IT	7	8km
Dozza	IT	5	5km
Medicina	IT	18	10km
Quaderna	IT	7	9km
Varignana	IT	3	7km

ALLEGATO N. 1

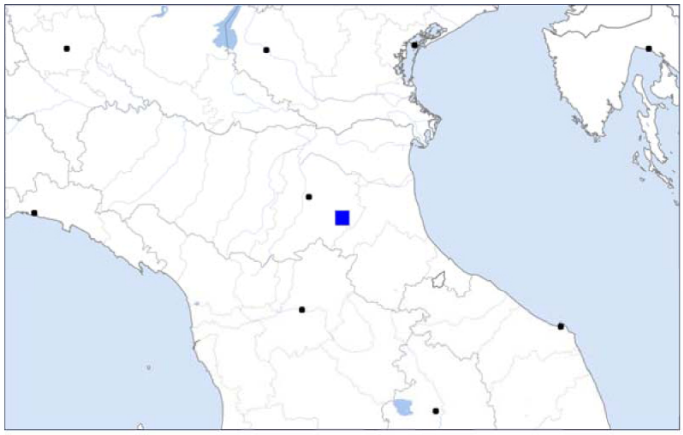
Storia sismica di Dozza
[44.359, 11.630]

Numero di eventi: 5

Effetti		In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	**Data**	**Ax**	**Np**	**Io**	**Mw**
3-4	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17 ±0.09
4-5	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
3	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 ±0.09
NF	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09



[download]



Località vicine (within 10km)

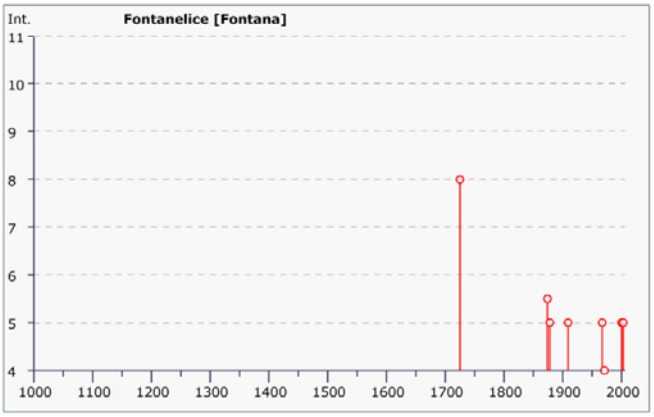
Località	**Stato**	**NMO**	**Distanza**
Borgo Tossignano	IT	11	10km
Casalecchio de' Conti	IT	5	8km
Casalfiumanese	IT	8	7km
Castel Guelfo di Bologna	IT	7	9km
Castel San Pietro Terme	IT	28	5km
Imola	IT	68	7km
Tossignano	IT	11	10km

ALLEGATO N. 1

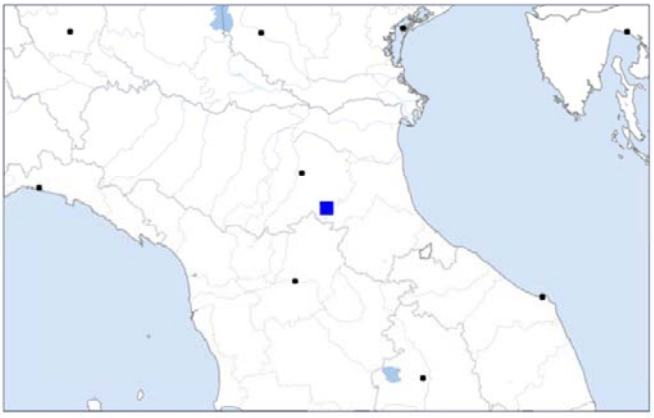
Storia sismica di Fontanelice [Fontana]
[44.259, 11.559]

Numero di eventi: 12

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	**Data**	**Ax**	**Np**	**Io**	**Mw**
8	1725 10 29 17:40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5.43 ±0.34
5-6	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02 ±0.18
5	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30
F	1892 12 29 13:48	Appennino bolognese	19	5-6	4.52 ±0.33
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
5	1967 12 30 04:1	BASSA PADANA	40	6	5.24 ±0.19
4	1971 07 15 01:3	Parmense	229	8	5.64 ±0.09
5	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17 ±0.09
5	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66 ±0.09
NF	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86 ±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 ±0.09
NF	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09



[download]



Località vicine (within 10km)

Località	Stato	NMO	Distanza
Borgo Tossignano	IT	11	3km
Casalfiumanese	IT	8	6km
Casola Valsenio	IT	31	7km
Castel del Rio	IT	14	7km
Tossignano	IT	11	4km

ALLEGATO N. 1

Storia sismica di Imola
[44.353, 11.714]

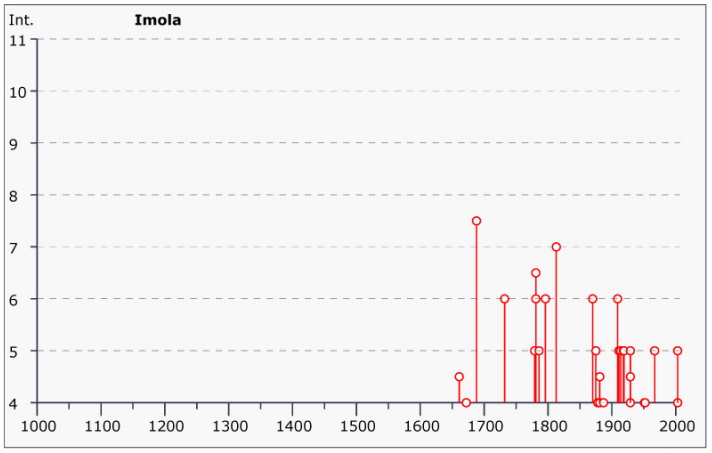
Numero di eventi: 68

Effetti			In occasione del terremoto del:			
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
4-5	1661 03 22 12:50	Appennino romagnolo	79	9	6.09	±0.16
4	1672 04 14 15:45	Riminese	92	8	5.61	±0.21
7-8	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78	±0.35
F	1725 10 29 17:40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5.43	±0.34
6	1732 08 09	FAENZA	3	6	4.72	±0.34
3	1779 06 01 23:55	Bolognese	8			
5	1779 06 04 07:00	Bolognese	13	7	5.24	±0.52
5	1779 06 10 08:35	Bolognese	10			
F	1779 07 14 19:30	Bolognese	17			
5	1779 11 23 18:30	Bolognese	14	5	4.99	±0.31
6-7	1781 04 04 21:20	Romagna	96	9-10	5.94	±0.17
6	1781 07 17 09:40	Romagna	46	8	5.58	±0.26
5	1786 12 25 01:00	Riminese	91	8	5.62	±0.17
6	1796 10 22 04:00	Emilia orientale	27	7	5.61	±0.36
7	1813 09 21 07:45	Romagna centrale	12	7	5.27	±0.94
F	1828 10 08 22:30	Romagna meridionale	8	5-6	4.35	±0.72
6	1870 10 30 18:34	Romagna	41	8	5.58	±0.27
2-3	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	67	6-7	5.43	±0.15
3	1874 10 07	IMOLESE	60	7	5.02	±0.18
5	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93	±0.16
4	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06	±0.30
F	1878 06 04 14:40	Bolognese	13			
4	1881 01 24 16:14	Bolognese	38	7	5.16	±0.30
4-5	1881 02 14 09:0	Bolognese	21			
4	1887 09 30 15:55	Faenza	10	5	4.33	±0.50
3	1889 03 08 02:5	Bolognese	38	5	4.73	±0.22
2-3	1897 12 18 07:2	Appennino umbro-marchigiano	132	7	5.13	±0.14
2	1898 01 16 12:1	Romagna settentrionale	73	6-7	4.79	±0.33
2	1899 06 26 23:1	Valle del Bisenzio	138	7	5.06	±0.15
6	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53	±0.09
5	1911 02 19 07:18	Romagna meridionale	181	7	5.28	±0.11
NF	1911 09 13 22:29	Chianti	115	7	5.19	±0.14
3-4	1913 07 21 22:35	VALLE DEL LAMONE	43	5-6	4.78	±0.19
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84	±0.20
5	1914 10 27 09:2	Garfagnana	610	7	5.76	±0.09
NF	1915 01 13 06:52	Avezzano	1041	11	7.00	±0.09
2-3	1916 05 17 12:4	Alto Adriatico	132		5.95	±0.14
2-3	1917 12 02 17:39	GALEATA	32	6-7	5.09	±0.20
5	1918 11 10 15:1	Appennino romagnolo	107	9	5.08	±0.11
5	1919 06 29 15:0	Mugello	566	10	6.29	±0.09
F	1924 01 02 08:5	Medio Adriatico	76	7-8	5.36	±0.16
5	1929 04 10 05:4	Bolognese	87	7	5.03	±0.13
3-4	1929 04 11 00:5	Bolognese	10		5.02	±0.37
3	1929 04 12 00:3	Bolognese	7		5.09	±0.37
4	1929 04 19 04:1	Bolognese	82			
4	1929 04 20 01:0	Bolognese	109	7	5.34	±0.13
4-5	1929 04 22 08:2	Bolognese	41			
3	1929 04 29 18:3	Bolognese	45			
4-5	1929 05 11 19:2	Bolognese	64			
3	1929 07 18 21:0	Mugello	56	6-7	5.02	±0.17
2	1930 10 30 07:1	SENIGALLIA	263	8	5.81	±0.09
3	1931 04 05 13:34	Faentino	14	6	4.80	±0.25
2-3	1931 09 05 01:2	Mugello	28	6	4.80	±0.22
2	1931 12 15 03:3	Mugello	26	6	4.85	±0.24
4	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7	5.39	±0.14
4	1952 07 04 20:3	Appennino romagnolo	64	7	4.99	±0.18
3	1956 04 26 03:0	Appennino tosco-emiliano	75	6	4.77	±0.14
NF	1957 08 27 11:5	ZOCCA	58	5	4.65	±0.21
5	1967 12 30 04:1	BASSA PADANA	40	6	5.24	±0.19
3	1980 11 23 18:3	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89	±0.09
3-4	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7	5.06	±0.09

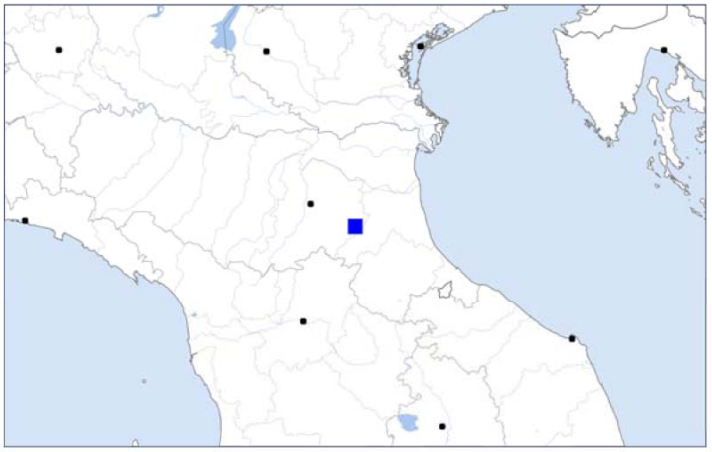
ALLEGATO N. 1

Effetti In occasione del terremoto del:

I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
NF	1984 04 29 05:0	GUBBIO/VALFABBRICA	709	7	5.65 ±0.09
2-3	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61 ±0.10
NF	1989 09 13 21:5	PASUBIO	779	6-7	4.88 ±0.09
4	2003 01 26 19:5	Forlivese	35	6	4.70 ±0.09
4	2003 01 26 20:1	Forlivese	72		4.56 ±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29 ±0.09
3	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22 ±0.09



[download]



Località vicine (within 10km)

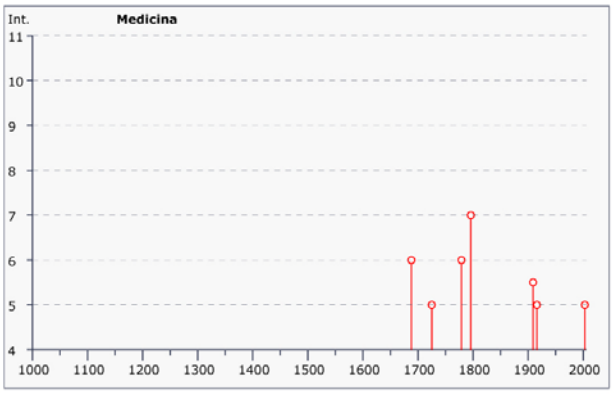
Località	Stato	NMO	Distanza
Bagnara di Romagna	IT	8	10km
Casalfiumanese	IT	8	10km
Castel Bolognese	IT	18	8km
Castel Guelfo di Bologna	IT	7	9km
Dozza	IT	5	7km
Mordano	IT	8	9km
Riolo Terme	IT	14	9km

ALLEGATO N. 1

Storia sismica di Medicina
[44.477, 11.639]

Numero di eventi: 18

Effetti		In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
6	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78	±0.35
5	1725 10 29 17:40	Appennino tosco-emiliano	28	8	5.43	±0.34
6	1779 06 04 07:00	Bolognese	13	7	5.24	±0.52
7	1796 10 22 04:00	Emilia orientale	27	7	5.61	±0.36
3-4	1891 06 07 01:0	Valle d'Illasi	403	8-9	5.86	±0.06
3-4	1895 03 23	COMACCHIO	37	6	4.74	±0.31
3	1898 01 16 12:1	Romagna settentrionale	73	6-7	4.79	±0.33
NF	1904 11 17 05:02	Pistoiese	204	7	5.15	±0.14
5-6	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53	±0.09
5	1916 05 17 12:4	Alto Adriatico	132		5.95	±0.14
3	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7	5.39	±0.14
2	1956 04 26 03:0	Appennino tosco-emiliano	75	6	4.77	±0.14
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61	±0.10
NF	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17	±0.09
NF	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66	±0.09
NF	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86	±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29	±0.09
3	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22	±0.09



[download]

Località vicine (within 10km)

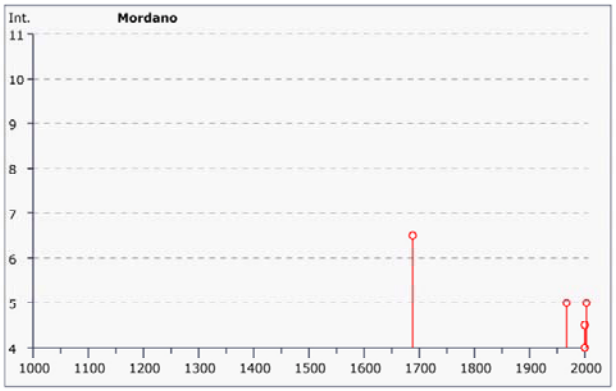
Località	Stato	NMO	Distanza
Castel Guelfo di Bologna	IT	7	6km
Castel San Pietro Terme	IT	28	10km

ALLEGATO N. 1

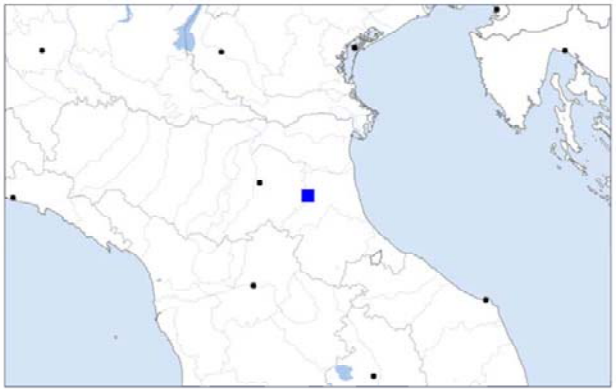
Storia sismica di Mordano
[44.397, 11.813]

Numero di eventi: 8

Effetti		In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw	
6-7	1688 04 11 12:20	Romagna	39	8-9	5.78	±0.35
5	1967 12 30 04:1	BASSA PADANA	40	6	5.24	±0.19
NF	1986 12 06 17:0	BONDENO	604	6	4.61	±0.10
4-5	2000 05 06 22:0	Emilia Romagna	84	5	4.17	±0.09
4	2000 05 08 12:2	Emilia Romagna	126	5	4.66	±0.09
3	2000 05 10 16:5	Emilia Romagna	151	5-6	4.86	±0.09
5	2003 09 14 21:4	Appennino bolognese	133	6	5.29	±0.09
NF	2003 12 07 10:2	Zona Forlì	172	5	4.22	±0.09



[download]



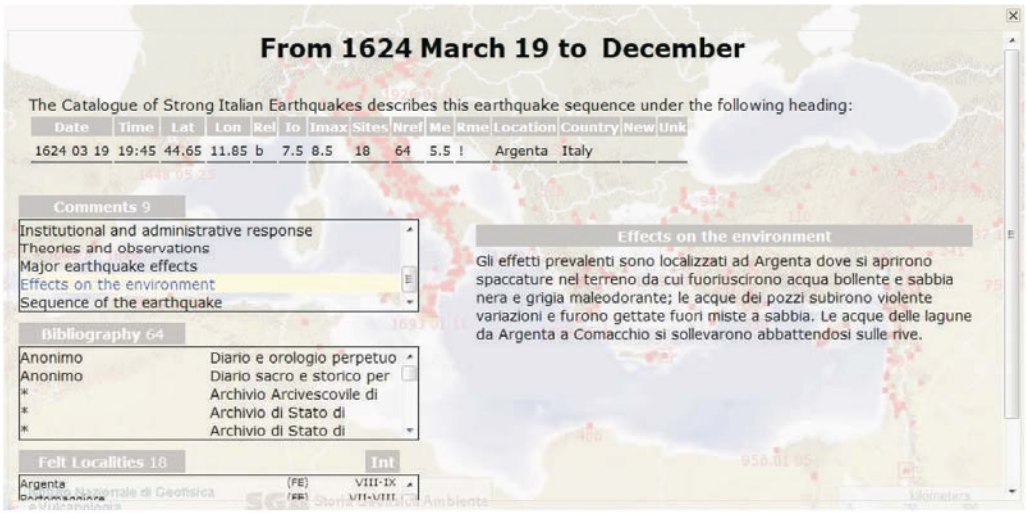
Località vicine (within 10km)

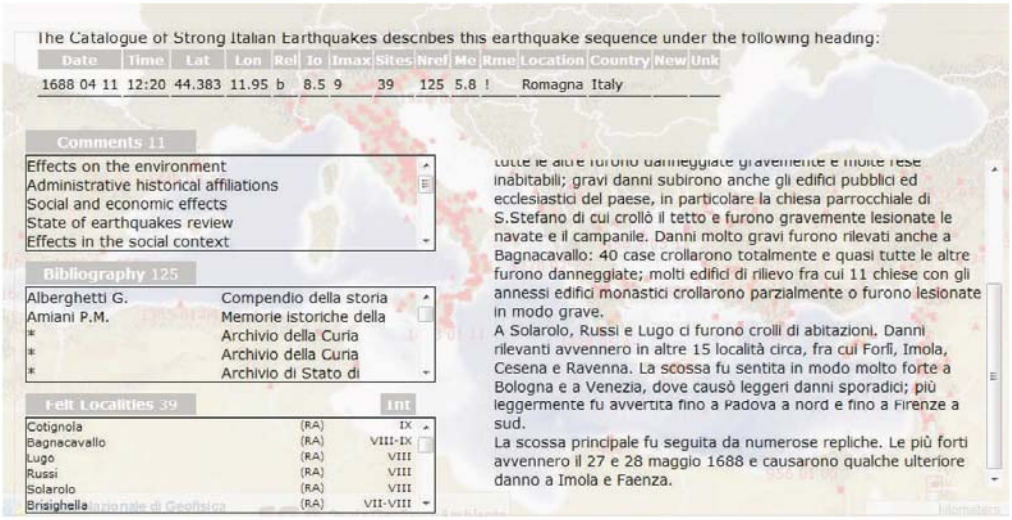
Località	Stato	NMO	Distanza
Bagnara di Romagna	IT	8	1km
Castel Bolognese	IT	18	9km
Imola	IT	68	9km
Lugo	IT	37	8km
Massa Lombarda	IT	15	6km
Sant'Agata sul Santerno	IT	6	6km
Solarolo	IT	9	5km

ALLEGATO N. 2

DESCRIZIONE
EVENTI SISMICI STORICI

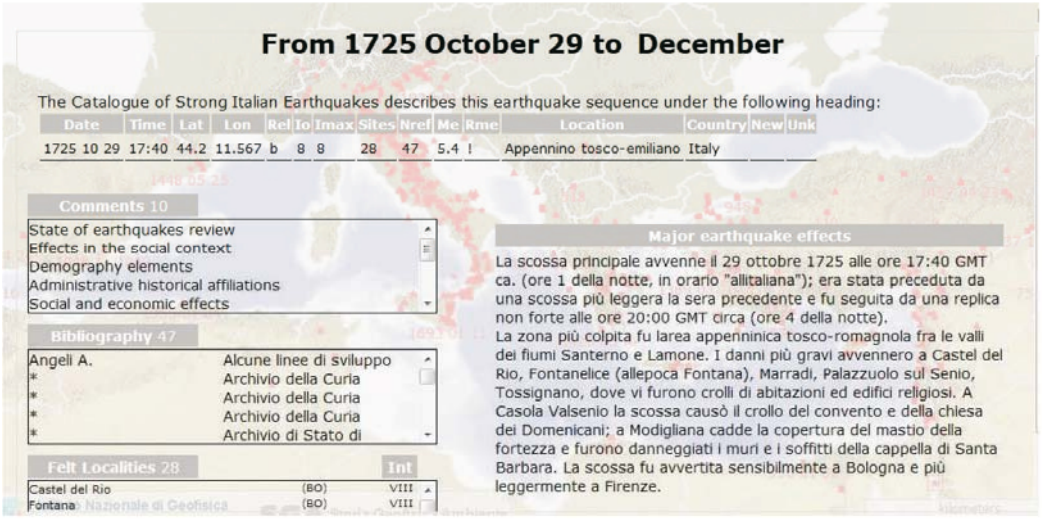
ALLEGATO N. 2





1

ALLEGATO N. 2



From 1725 October 29 to December

The Catalogue of Strong Italian Earthquakes describes this earthquake sequence under the following heading:

Date	Time	Lat	Lon	Rel	Io	Imax	Sites	Nrel	Me	Rme	Location	Country	New	Unk
1725 10 29	17:40	44.2	11.567	b	8	8	28	47	5.4	!	Appennino tosco-emiliano	Italy		

Comments 10

State of earthquakes review
Effects in the social context
Demography elements
Administrative historical affiliations
Social and economic effects

Bibliography 47

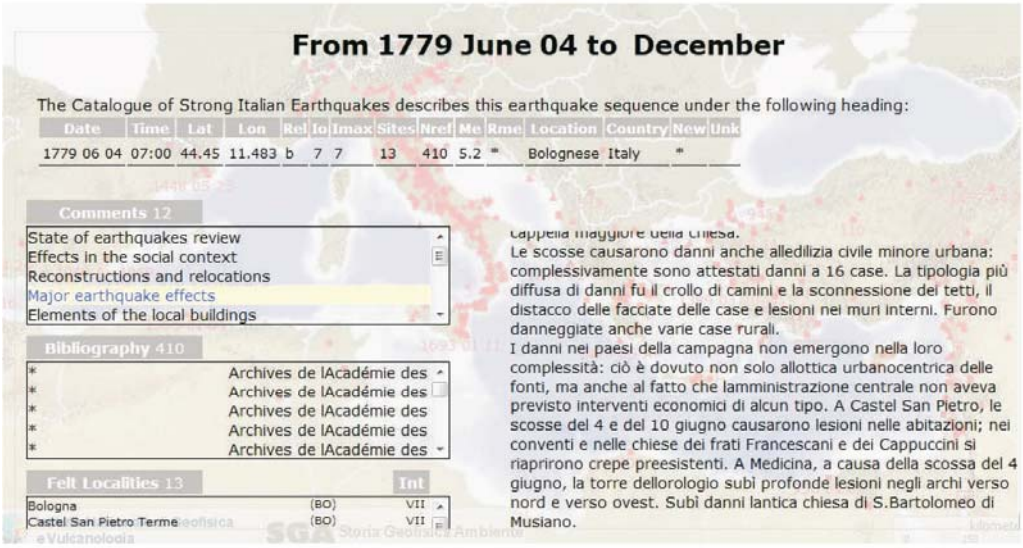
Angeli A. Alcune linee di sviluppo
* Archivio della Curia
* Archivio della Curia
* Archivio della Curia
* Archivio di Stato di

Felt Localities 28

		Int
Castel del Rio	(BO)	VIII
Fontana	(BO)	VIII

Major earthquake effects

La scossa principale avvenne il 29 ottobre 1725 alle ore 17:40 GMT ca. (ore 1 della notte, in orario "allitaliana"); era stata preceduta da una scossa più leggera la sera precedente e fu seguita da una replica non forte alle ore 20:00 GMT circa (ore 4 della notte).
La zona più colpita fu larea appenninica tosco-romagnola fra le valli dei fiumi Santerno e Lamone. I danni più gravi avvennero a Castel del Rio, Fontanelice (allepoca Fontana), Marradi, Palazzuolo sul Senio, Tossignano, dove vi furono crolli di abitazioni ed edifici religiosi. A Casola Valsenio la scossa causò il crollo del convento e della chiesa dei Domenicani; a Modigliana cadde la copertura del mastio della fortezza e furono danneggiati i muri e i soffitti della cappella di Santa Barbara. La scossa fu avvertita sensibilmente a Bologna e più leggermente a Firenze.



From 1779 June 04 to December

The Catalogue of Strong Italian Earthquakes describes this earthquake sequence under the following heading:

Date	Time	Lat	Lon	Rel	Io	Imax	Sites	Nrel	Me	Rme	Location	Country	New	Unk
1779 06 04	07:00	44.45	11.483	b	7	7	13	410	5.2	*	Bolognese	Italy	*	

Comments 12

State of earthquakes review
Effects in the social context
Reconstructions and relocations
Major earthquake effects
Elements of the local buildings

Bibliography 410

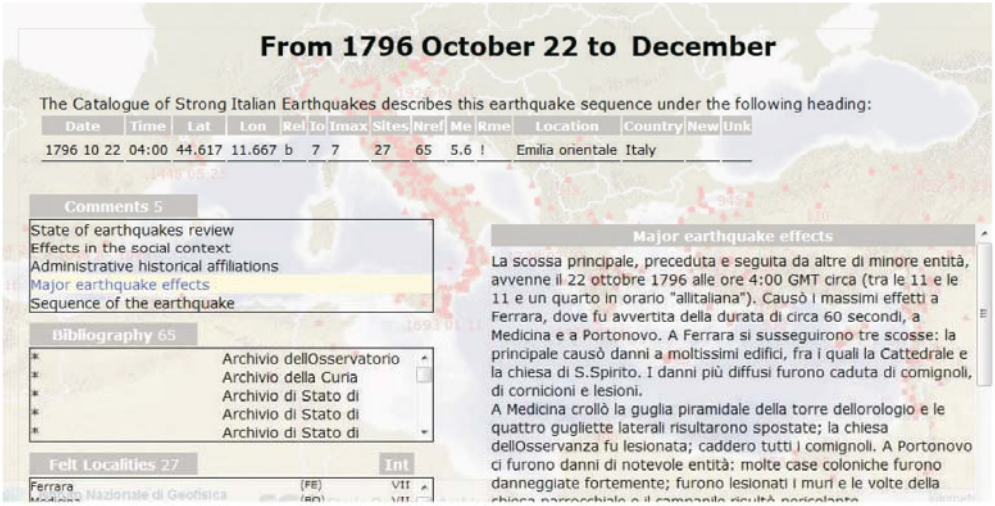
* Archives de lAcadémie des
* Archives de lAcadémie des
* Archives de lAcadémie des
* Archives de lAcadémie des
* Archives de lAcadémie des

Felt Localities 13

		Int
Bologna	(BO)	VII
Castel San Pietro Terme	(BO)	VII

cappella maggiore della chiesa.
Le scosse causarono danni anche alledilizia civile minore urbana: complessivamente sono attestati danni a 16 case. La tipologia più diffusa di danni fu il crollo di camini e la sconnessione dei tetti, il distacco delle facciate delle case e lesioni nei muri interni. Furono danneggiate anche varie case rurali.
I danni nei paesi della campagna non emergono nella loro complessità: ciò è dovuto non solo allottica urbanocentrica delle fonti, ma anche al fatto che lamministrazione centrale non aveva previsto interventi economici di alcun tipo. A Castel San Pietro, le scosse del 4 e del 10 giugno causarono lesioni nelle abitazioni; nei conventi e nelle chiese dei frati Francescani e dei Cappuccini si riaprirono crepe preesistenti. A Medicina, a causa della scossa del 4 giugno, la torre dellorologio subì profonde lesioni negli archi verso nord e verso ovest. Subì danni lantica chiesa di S.Bartolomeo di Musiano.

ALLEGATO N. 2



3

ALLEGATO N. 2

From 1874 October 07 to December

The Catalogue of Strong Italian Earthquakes describes this earthquake sequence under the following heading:

Date	Time	Lat	Lon	Rel	Io	Imax	Sites	Nref	Me	Rme	Location	Country	New	Unk
1874 10 07	15:48	44.2	11.567	b	7	7.5	46	17	5.1	!	Appennino tosco-emiliano	Italy		

Comments 6

State of earthquakes review
Theories and observations
Major earthquake effects
Effects on the environment
Sequence of the earthquake

Bibliography 17

*	Archivio dellUfficio
*	Archivio dellUfficio
Baratta M.	I terremoti dItalia. Saggio
Bertelli T.	Alcuni appunti sul
Chistoni C.	Notizie sui terremoti

Felt Localities 46

		Int
Tossignano	(BO)	VII-VIII
Castel del Rio	(BO)	VII

Major earthquake effects

La scossa del 7 ottobre 1874 delle ore 15:50 GMT ca. colpì i paesi dellAppennino tosco-emiliano situati lungo le valli dei fiumi Senio, Santerno e Lamone. A Tossignano caddero muri, volte, cornicioni e fumaioli. A Castel del Rio, Casola Valsenio, Palazzuolo sul Senio, Marradi e Firenzuola precipitarono cornicioni e fumaioli; a Valnera si fessurarono i muri, caddero due volte della chiesa e il secondo piano di una casa.
La scossa fu avvertita fortemente a Bologna, Imola, Modena, San Sepolcro, Scarperia. Larea di risentimento si estese dallalto Appennino tosco-emiliano e romagnolo a Modena, e a Forlì nel versante adriatico; a Pistoia, Empoli e Rignano nel versante tirrenico. Il giorno 7 ottobre furono avvertite altre forti scosse e parecchie repliche sono ricordate nei mesi di ottobre e novembre 1874.

From 1879 April 27 to December

The Catalogue of Strong Italian Earthquakes describes this earthquake sequence under the following heading:

Date	Time	Lat	Lon	Rel	Io	Imax	Sites	Nref	Me	Rme	Location	Country	New	Unk
1879 04 27	04:06	44.167	11.583	b	7	7.5	20	11	5.1	!	Valle del Senio	Italy		

Comments 5

Social and economic effects
State of earthquakes review
Major earthquake effects
Sequence of the earthquake
Full Chronology Of The Earthquake Sequence

Bibliography 11

*	Archivio dellUfficio
Baratta M.	I terremoti dItalia. Saggio
*	Biblioteca Comunale
*	Biblioteca Comunale
De Rossi M.S.	Quadri sinottici e

Felt Localities 20

		Int
Casola Valsenio	(RA)	VII-VIII
Palazzuolo sul Senio	(FI)	VII

Major earthquake effects

Il periodo sismico fu caratterizzato da oltre 500 scosse di varia intensità avvertite fra il 25 aprile e il 3 maggio 1879. La scossa principale avvenne il 27 aprile 1879 alle ore 4:06 GMT ca. e colpì la vallata del Senio nellAppennino tosco-romagnolo. Il terremoto ebbe i suoi massimi effetti a Casola Valsenio e a Palazzuolo sul Senio: nella prima località vi furono gravi danni alle abitazioni e, nella campagna circostante, crollarono varie case rurali; nella seconda molte case subirono danni notevoli. La scossa fu avvertita più o meno fortemente, ma senza danni, a Pieve di Casio, Modigliana, Borgo Tossignano, Castel del Rio, Guzzano, Firenze e Bologna. Numerose repliche furono avvertite successivamente, fino al 13 agosto 1879.

From 1929 April 10 to December

The Catalogue of Strong Italian Earthquakes describes this earthquake sequence under the following heading:

Date	Time	Lat	Lon	Rel	Io	Imax	Sites	Nref	Me	Rme	Location	Country	New	Unk
1929 04 10	05:43:12	44.433	11.483	b	7	7	75	804	5.2	!	Bolognese	Italy	*	

Comments 9

Major earthquake effects
State of earthquakes review
Effects in the social context
Demography elements
Elements of the local buildings

Bibliography 804

*	Archivio Centrale dello
*	Archivio Centrale dello
*	Archivio Centrale dello
*	Archivio Centrale dello
*	Archivio Centrale dello

Felt Localities 75

		Int
Fondo San Domenico	(BO)	VII
Guzzano dellEmilia	(BO)	VII

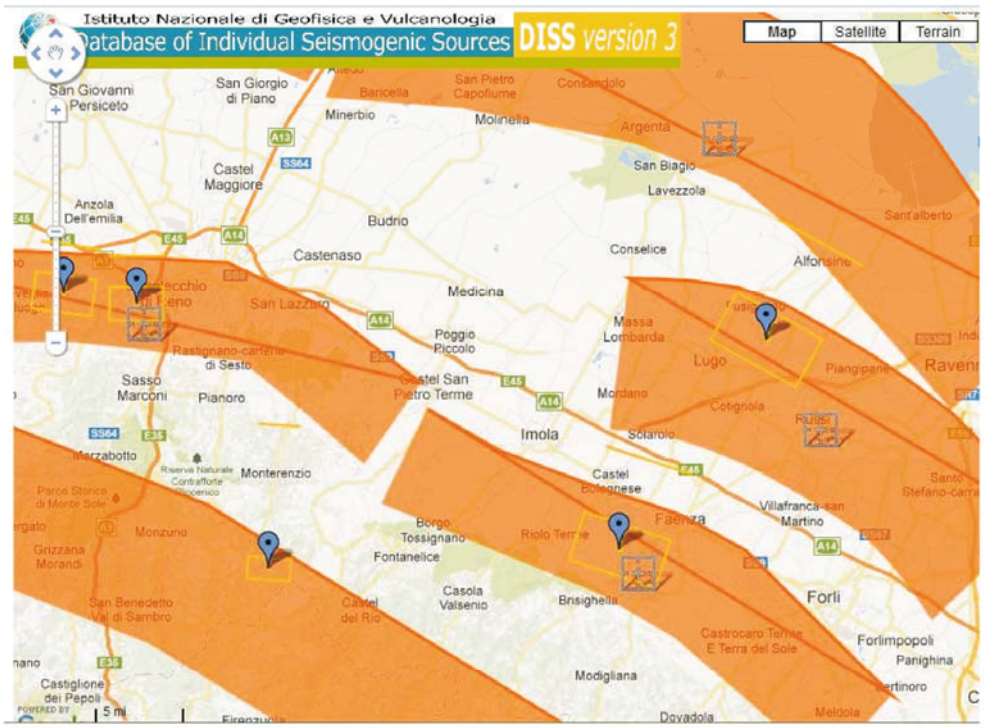
elencati anche i lavori di riparazione di danni solo indirettamente riconducibili al terremoto, quali crepe e lesioni preesistenti ma aggravate dallo scuotimento.
La prima scossa (10 aprile) causò danni a Bologna e in altri quattro comuni situati in unarea di circa 470 kmq a est-sudest della città: Ozzano dellEmilia, Castel San Pietro, Castenaso e Pianoro. Il centro abitato più danneggiato fu Ozzano dellEmilia, dove caddero molti comignoli e si aprirono lesioni più o meno gravi in numerosi fabbricati; danni analoghi furono rilevati in alcuni fondi rurali del circondario. A Bologna i danni furono leggeri e consistettero nella caduta di alcuni comignoli e tegole e nellapertura di fenditure e crepe nei sof-tti e nei muri. Le stesse tipologie di danno ci furono a Castenaso, Castel San Pietro Terme e Pianoro. Il terremoto fu sentito in unarea dellItalia settentrionale e centrale estesa circa 70.000 kmq.

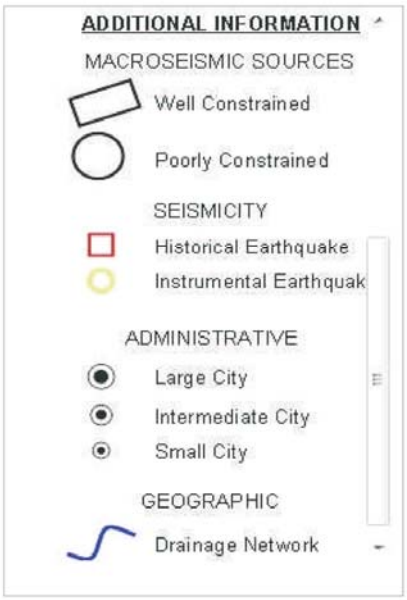
4

ALLEGATO N. 3

SORGENTI
SISMOGENETICHE

ALLEGATO N. 3


Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Database of Individual Seismogenic Sources
DISS version 3
Map
Satellite
Terrain
San Giovanni Persiceto
San Giorgio di Piano
Minerbio
Molinella
Argenta
San Biagio
Lavezzola
Castel Maggiore
Anzola dell'Emilia
Budrio
Castenaso
Conselice
Alfonsine
Medicina
San Lazzaro
Poggio Piccolo
Massa Lombarda
Lugo
Sasso Marconi
Pianoro
Castel San Pietro Terme
Imola
Solarolo
Monterenzio
Castel Bolognese
Faenza
Villafranca-san Martino
Monzuno
Borgo Tossignano
Fontanelice
Riolo Terme
Casola Valsenio
Brisighella
Forlì
Castrocaro Terme E Terra del Sole
Forlimpopoli
Panighina
Modigliana
Castiglione dei Pepoli
Dovadola
5 mi


ADDITIONAL INFORMATION
MACROSEISMIC SOURCES
Well Constrained
Poorly Constrained
SEISMICITY
Historical Earthquake
Instrumental Earthquak
ADMINISTRATIVE
Large City
Intermediate City
Small City
GEOGRAPHIC
Drainage Network

DISS 3.1.1
Active Fault
Active Fold
Individual Source
Composite Source
Debated Source