



PROVINCIA DI RAVENNA

**Presidente della Provincia
Francesco Giangrandi**

**Assessore ai LL.PP. e Viabilita'
Marino Fiorentini**

**SETTORE LAVORI PUBBLICI
SERVIZIO VIABILITA'
UNITA' OPERATIVA PROGETTAZIONE STRADE**

**REALIZZAZIONE DI NUOVO COLLEGAMENTO TRA LA SP 8 NAVIGLIO SUD E
LA SP 8 NAVIGLIO NORD A BAGNACAVALLO
1° LOTTO: Tratto compreso tra la SP 8 Naviglio Sud e la ex SS 253 S.Vitale**



Dirigente del settore lavori pubblici : **Dott. Ing. Claudio Savini**

Responsabile unico del procedimento: **Dott. Ing. Claudio Savini**

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

MANDATARIA :

**D.A.M. S.P.A.**
STUDI RICERCHE E PROGETTI
SOCIETA' D'INGEGNERIA E CONSULENZA
Ing. E.Frazzoli
Ing. C.Valsecchi
Geom. E.Zaccaria

MANDANTE :

**ENSER**
SOCIETA' DI INGEGNERIA
Prof. Ing. Maurizio Merli
Ing. Gianfranco Marchi
Ing. Giancarlo Guadagnini

MANDANTE :

**teco**
Societa' di engineering
e project management
Arch. D.Rubbini
Ing. R. Ricci

MANDANTE :

Ing. Fausto Bianchi

PROCEDURA DI VERIFICA (SCREENING)

Relazione sulla conformita' del progetto alle previsioni in materia urbanistica, ambientale e paesaggistica
Relazione relativa alla individuazione e valutazione degli impatti ambientali
Allegato 12: Relazione Sismica

COMMESSA	FASE	ELABORATO	REV	SCALA :	FILE:
5573	SC	AMBRE001	A	/	5573_SC_AMB_RE_001_A_Allegato12.dwg
B					
A	Settembre 2006	EMISSIONE		R. BENETTI	C. VALSECCHI E. FRAZZOLI
REV.	DATA	DESCRIZIONE		REDATTO	VERIFICATO APPROVATO

PREMESSA.....	2
NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	3
INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO	4
MACROZONAZIONE SISMICA.....	5
SISMICITÀ DELL'AREA D'INTERESSE	7
CLASSIFICAZIONE SISMICA E CATEGORIA DI SUOLO.....	12

PREMESSA

Nella presente relazione, con riferimento all'incarico affidato dalla Provincia di Ravenna, si intende inquadrare sismicamente i terreni interessati dall'intervento di realizzazione del nuovo collegamento tra la S.P. 8 Naviglio sud e la S.P. 8 Naviglio nord a Bagnacavallo (RA), secondo la nuova normativa sismica (Testo Unico; O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2005 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"; O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 relativa ai "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone" pubblicata all'interno della Gazzetta Ufficiale n. 108 Serie Generale Parte Prima del 11 maggio 2006).

NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

- O.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2005 “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- O.P.C.M. 3519 del 28 aprile 2006 relativa ai "Criteri generali da utilizzare per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone"
- Norme Tecniche per le costruzioni, aggiornate al 24 maggio 2005.

Inquadramento geologico e geomorfologico

Il territorio del Comune di Bagnacavallo sorge sui depositi di bassa pianura ravennate situata a nord della via Emilia e delimitata ad occidente dal Torrente Sillaro, ad oriente dal Fiume Lamone e a nord dal Fiume Reno, che occupa l'alveo del Po di Primaro, antico ramo Padano. La quota media sul livello del mare è di 10-15 metri.

I depositi di ambiente marino pliocenici e olocenici sono sovrastati dai più recenti depositi di canale e argine prossimale e distale ad opera del Torrente Senio.

Per una più esaustiva trattazione delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche del sito si rimanda alla relazione geologica a corredo del progetto in corso.

MACROZONAZIONE SISMICA

Sulla base dei recenti dati sismici e alla luce dei dati storici basati principalmente sui danni provocati dai sismi è stato possibile tracciare mappe macrosismiche dell'Italia che rappresentano l'andamento della propagazione degli effetti in superficie.

Su tali mappe si riportano le diverse valutazioni di intensità distinte per località e si definiscono poi le aree a diverso danneggiamento racchiudendo con delle isolinee (dette isosisme) le zone ad uguale valore d'intensità.

Dalla raccolta e classificazione sistematica di eventi sismici sono nati i primi cataloghi dei terremoti. Per la macrozonazione del territorio italiano sono stati utilizzati i dati provenienti da tutte queste fonti, integrate con i cataloghi delle nazioni limitrofe, e le mappe delle isosisme esistenti in letteratura. Come limite inferiore di intensità è stato scelto il VI MCS (scala Mercalli-Cancani-Sieberg), perché corrispondente alla soglia minima per cui si possono avere effetti sui manufatti.

Il territorio italiano è stato suddiviso in celle rettangolari di dimensioni 2,5 per 2,5 km. Per ognuna di esse sono stati valutati i seguenti parametri macrosismici: 1) intensità massima risentita; 2) numero di risentimenti per ciascun grado di intensità; 3) un indice che sintetizza cumulativamente gli effetti in ciascuna cella. I valori calcolati per ogni cella sono stati utilizzati per costruire le mappe di ciascuno dei tre parametri relative a tutto il territorio nazionale che permettono di ottenere una efficace macrozonazione del territorio italiano, utile per una migliore definizione della pericolosità sismica. La Mappa della Massima Intensità Macrosismica risentita in Italia (Figura 1) è costruita utilizzando unicamente i massimi valori risentiti all'interno di ciascuna cella: tale carta porta a considerazioni di tipo più conservativo circa il riconoscimento delle aree maggiormente pericolose e fornisce un quadro immediato del grado di sismicità che interessa il territorio. Da questa mappa si nota come tutto il territorio nazionale sia interessato da effetti almeno di VI grado.

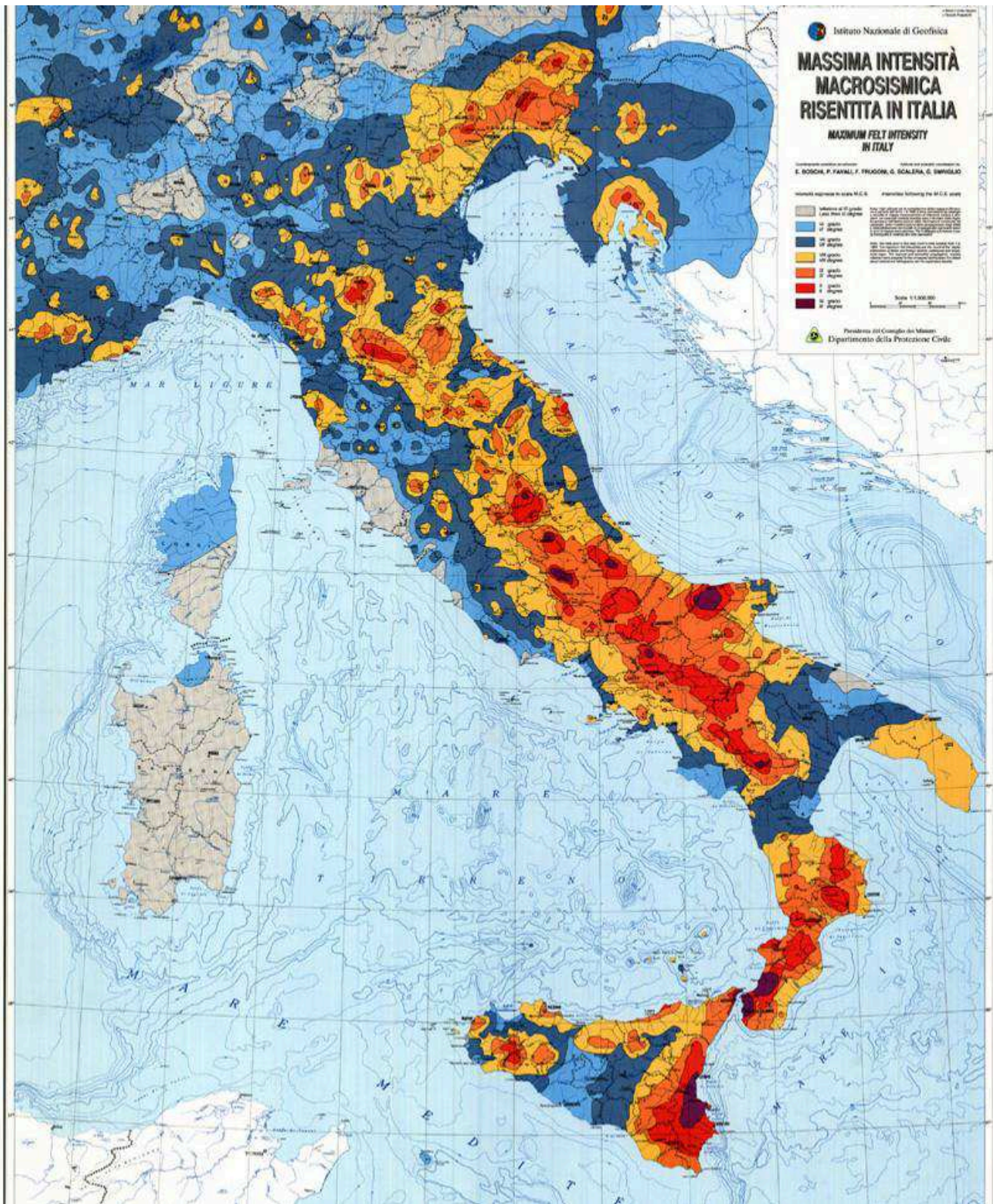


Figura 1: Mappa della Massima Intensità Macrosismica risentita in Italia (Istituto Nazionale di Geofisica, 1995).

SISMICITÀ DELL'AREA D'INTERESSE

Il territorio della regione Emilia Romagna è stato recentemente caratterizzato dal punto di vista sismico, attraverso studi specifici. Si sono evidenziati parametri di confronto tra alcuni recenti eventi sismici in Italia e soppesate alcune delle tante notizie di sismicità storica, anche attraverso rappresentazioni grafiche di storie sismiche di sito, avendo nella circostanza assunto come fonte il CPTI - Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, che riporta - nell'edizione aggiornata al 1999 - eventi documentati fino all'inizio del 1992. Secondo tale catalogo per l'Emilia Romagna, i principali terremoti sono quelli riportati nella sottostante Tabella 1 e raffigurati in Figura 2.

Terremoti con $I_o \geq VII-VIII$ MCS più significativi per l'area emiliano romagnola																							
Tr	Ye	Mo	Da	Ho	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	I_o	Lat	Lon	Me	dE	Mm	dMtM	Ms	dS	tS	Ma	dA	
DI	1438	06	11	20			PARMENSE	CFTI	12	80	80	44.850	10.230	598	73	540	28	M	0		547	26	
DI	1483	08	11	19	40		ROMAGNA MERIDIONALE	CFTI	14	85	80	44.170	12.230	572	31	540	28	M	0		554	20	
DI	1501	06	05	10			APPENNINO MODENESE	CFTI	19	90	85	44.520	10.850	585	27	580	21	M	0		582	16	
DI	1570	11	17	19	10		FERRARA	CFTI	60	80	75	44.820	11.630	530	19	510	45	M	0		527	17	
DI	1584	09	10	20	30		APPENNINO TOSCO-EM.	CFTI	17	90	90	43.870	12.000	598	31	600	26	M	0		599	19	
DI	1624	03	18	19	45		ARGENTA	CFTI	17	85	75	44.650	11.850	530	47	510	45	M	0		519	32	
DI	1661	03	22	12	45		APPENNINO ROMAGNOLO	CFTI	58	90	90	44.020	11.900	572	13	600	26	M	0		578	11	
DI	1672	04	14	15	45		RIMINESE	CFTI	92	80	80	43.930	12.580	545	14	540	28	M	0		544	12	
DI	1688	04	11	11	30		ROMAGNA	DOM	36	90	90	44.390	11.942	572	25	600	26	M	0		585	18	
DI	1768	10	19	23			APPENNINO ROMAGNOLO	CFTI	24	90	90	43.930	11.870	572	17	600	26	M	0		580	14	
DI	1781	04	04				FAENTINO	DOM	78	90	90	44.235	11.797	572	16	600	26	M	0		580	13	
DI	1786	12	25	01			RIMINESE	CFTI	91	80	80	43.980	12.580	559	17	540	28	M	0		554	14	
DI	1870	10	30				MELDOLA	DOM	27	80	80	44.139	12.052	545	17	540	28	M	0		543	14	
DI	1916	08	16	07	06	14	ALTO ADRIATICO	CFTI	256	80	80	43.970	12.670	559	10	540	28	M	610	07	0	591	05
DI	1918	11	10	15	12	28	APPENNINO ROMAGNOLO	CFTI	95	80	80	43.930	11.900	545	15	540	28	M	580	06	0	573	05
DI	1919	06	29	15	06	13	MUGELLO	CFTI	269	90	90	43.950	11.480	598	10	600	26	M	630	07	0	618	05
DI	1920	09	07	05	55	40	GARFAGNANA	CFTI	640	100	95	44.180	10.280	645	11	630	29	M	650	05	0	648	04
DI	1929	04	20	01	09	46	BOLOGNESE	CFTI	639	80	70	44.470	11.130	515	11	480	45	M	540	04	0	536	03

Legenda catalogo			
Tr	tipo di record (se esistono dati di base: cod. "DI")	Lat	latitudine in gradi e decimali
Ye	anno	Lon	longitudine in gradi e decimali
Mo	mese	Me	Magnitudo equivalente
Da	giorno	dE	errore associato alla stima di Me
Ho	ora	Mm	magnitudo macrosismica
Mi	minuto	dM	errore associato alla stima di Mm
Se	secondo	tM	codice di determinazione di Mm
AE	denominazione dell'area dei massimi effetti	Ms	magnitudo strumentale
Rt	codice bibliografico dello studio di riferimento	dS	errore associato alla stima di Ms
Np	numero dei punti di intensità	tS	codice di determinazione di Ms
Imx	intensità massima (scala MCS)	Ma	magnitudo media pesata
Io	intensità epicentrale (scala MCS)	dA	errore associato alla stima di Ma

Tabella 1: terremoti significativi per l'area emiliano romagnola. I dati epicentrali sono tratti dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI); i dati di intensità ai siti sono tratti dal database correlato.

Ye: anno; Mo: mese; Da: giorno; Ho: ora; Mi: minuto; Is :intensità in sito (scala Mercalli-Cancani-Sieberg*10); Ix: intensità dall'epicentro (scala Mercalli*10); Ms: intensità in sito (scala Richter*10).

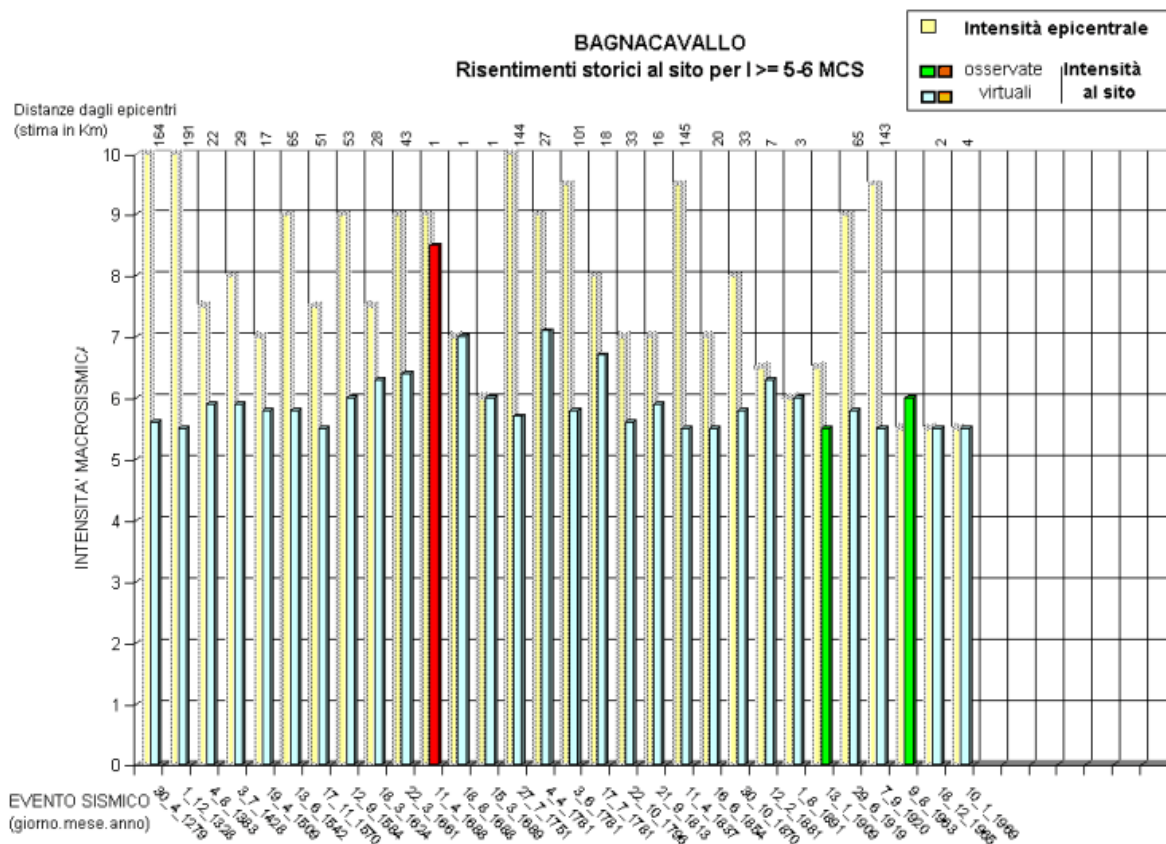


Figura 3: istogramma dei principali terremoti risentiti nel Comune di Bagnacavallo.

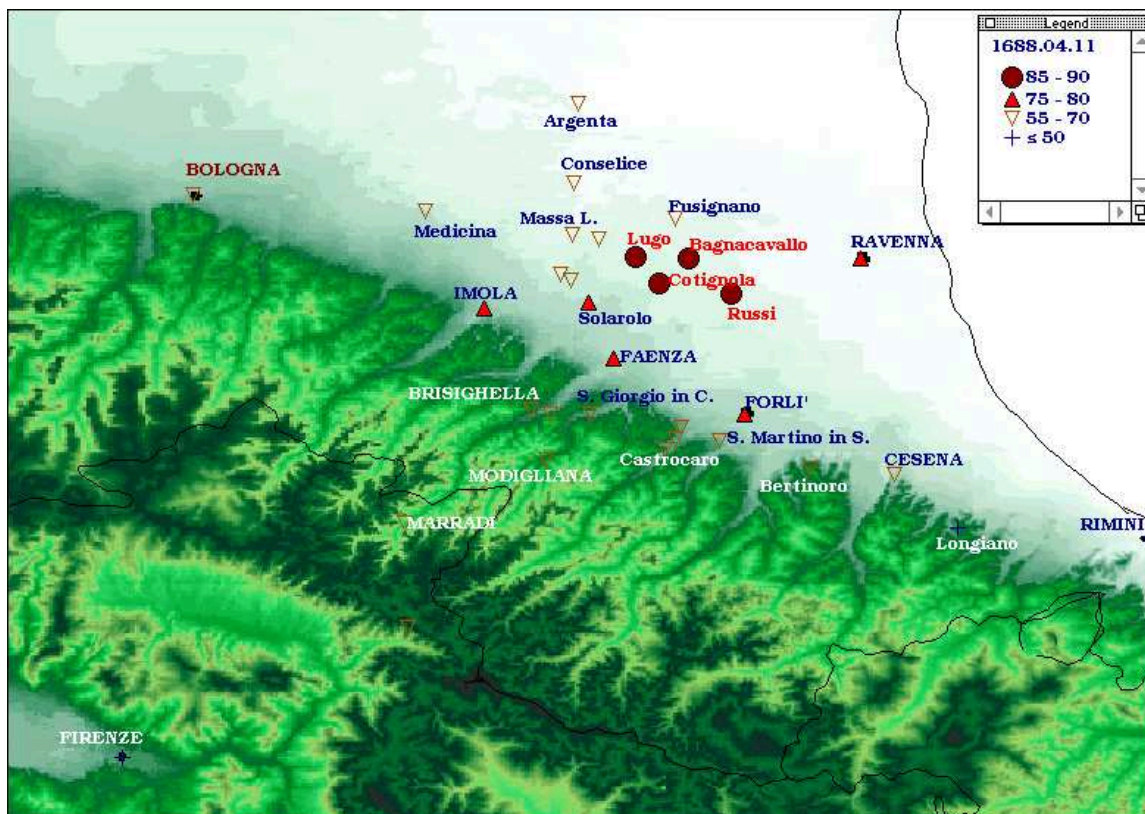


Figura 4: particolare del terremoto del 1688 e degli effetti in Emilia Romagna. Si nota come l'epicentro sia localizzato tra i comuni di Bagnacavallo, Russi, Cotignola e Lugo. (i simboli distinguono le intensità sismiche in sito in gradi Mercalli*10).

In particolare, in riferimento alla Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna (Figura 5), è possibile notare come i territori dei Comuni di Lugo e Bagnacavallo siano interessati da un sovrascorrimento miocenico-pleistocenico riattivato e il Comune di Bagnacavallo anche da una faglia normale trascorrente. Tali elementi ricadono all'interno delle strutture plio-quadernarie sepolte dai depositi alluvionali quadernari e sono le principali responsabili degli inneschi dei terremoti (strutture sismogenetiche)

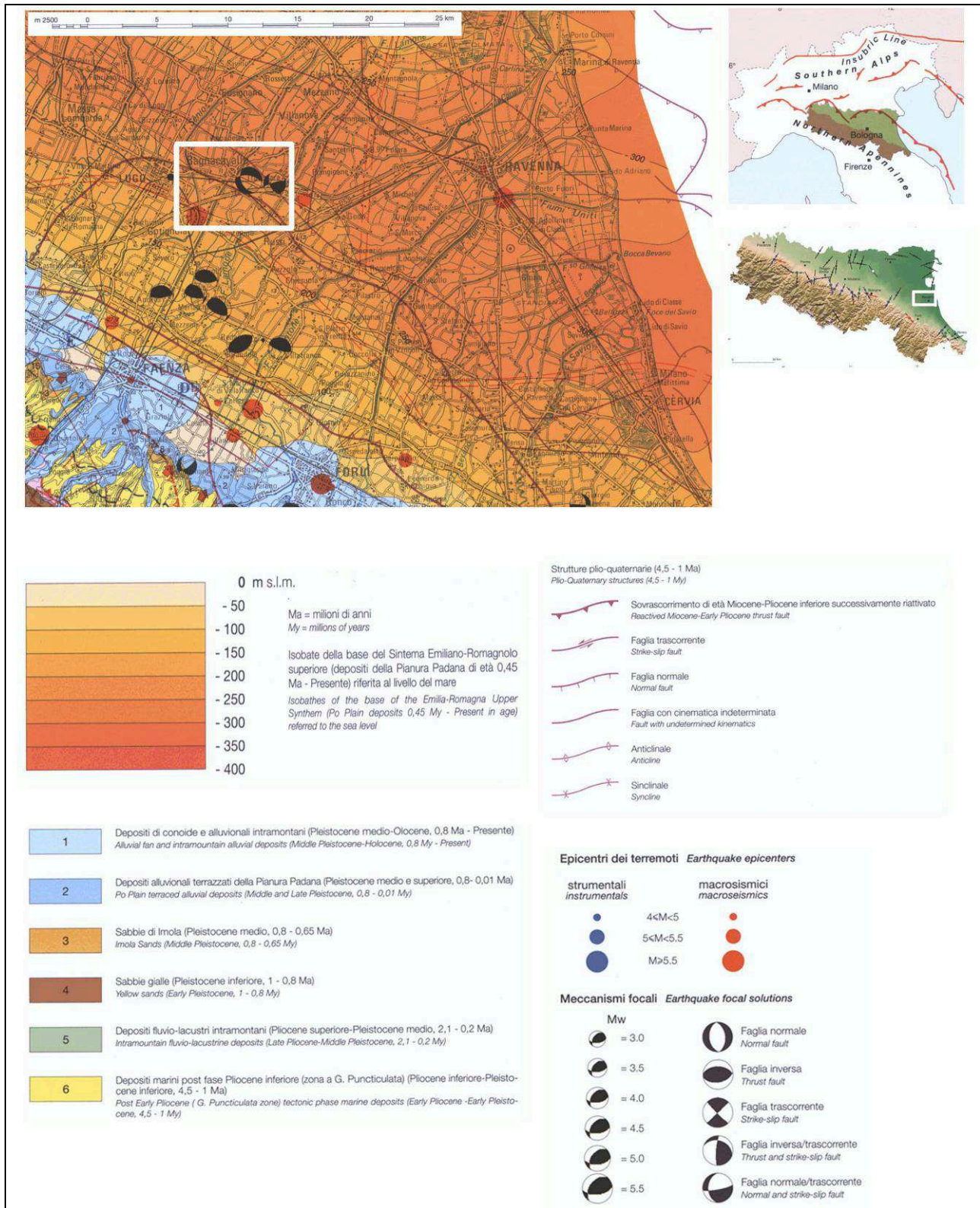


Figura 5: stralcio della carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna in scala 1:250.000 (qui rappresentata con scala grafica).

CLASSIFICAZIONE SISMICA E CATEGORIA DI SUOLO

Secondo D.M. 16 Gennaio 1996, il comune di Bagnacavallo è classificato come sismico di 2^a categoria: il grado di sismicità risulta $S= 9$ ed il coefficiente di intensità sismica $C= 0.07$, vedi TAVOLA D “Tavola con elementi di sismica”.

In riferimento alla nuova normativa sismica attualmente in vigore “Norme Tecniche per le costruzioni” del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti del 14 settembre 2005, il territorio italiano è stato riclassificato sismicamente e suddiviso in quattro zone caratterizzate da diverso grado di sismicità

Le zone sono definite rispettivamente ad alta sismicità la zona 1, a media sismicità la zona 2 e a bassa sismicità la zona 3, mentre nella zona 4 viene demandata alle regioni la facoltà di imporre o meno l’obbligo della normativa.

Ai sensi del “Norme tecniche per le costruzioni” aggiornate al 24 maggio 2005 e del O.P.C.M. 3274 (20 marzo 2005) e relativi aggiornamenti, il Comune di Bagnacavallo risulta classificato in zona 2 e presenta pertanto un coefficiente di accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A, pari a:

- ✓ $a_g = 0.25$ g per strutture in Classe 1
- ✓ $a_g = 0.35$ g per strutture in Classe 2

Al fine di caratterizzare dal punto di vista elastico i terreni dell’area d’interesse e classificarli secondo la nuova normativa sismica è stata effettuata un’ indagine geofisica mediante “Cono Sismico” in corrispondenza della prova penetrometrica statica CPTU6.

La prova, realizzata dalla ditta Progeo di Forlì, è stata spinta fino a 30 metri di profondità dal piano campagna ed ha permesso di ricavare parametri quali la velocità delle onde di compressione (V_p) e delle onde di taglio (V_s).

La categorizzazione dei terreni secondo la PCM – Ordinanza n°3274 del 20 marzo 2003, richiede la conoscenza delle sole onde di taglio, che permette di definire il valore di V_{s30} ovvero la velocità media di propagazione entro 30 metri di profondità delle onde “s” attraverso la seguente formula:

$$V_{S_{30}} = \frac{30}{\sum_{i=1, N} \frac{h_i}{v_i}}$$

dove h_i e v_i indicano lo spessore (in m) e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $\square\square\square\square\square$) dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

Il valore di V_{s30} ricavato è di 207 m/sec, il che classifica il suolo come di categoria "C: Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < c_u < 250$ kPa)".

Inoltre, anche le velocità calcolate dalle prove penetrometriche statiche ricadono all'interno di questo intervallo (Andrus, 2001).

Considerando un'accelerazione orizzontale definita in precedenza pari a $a_g = 0.25g$ e alla luce della categoria di suolo indicata, è possibile ricavare lo spettro di risposta elastico alle componenti orizzontali e verticali (Tabella 3 e Tabella 4)

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1,0	0,15	0,40	2,0
B,C,E	1,25	0,15	0,50	2,0
D	1,35	0,20	0,80	2,0

Tabella 3: Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali.

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A,B,C,D,E	1,0	0,05	0,15	1,0

Tabella 4: Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale.