

PROVINCIA DI MANTOVA

Studio di
microzonazione
sismica di primo
livello a corredo del
PTCP della Provincia
di Mantova

STUDIO A CURA DI:
EN GEO S.r.l.



Direzione Tecnica:
Dr. Geol. Carlo Caleffi - Dr. Geol. Francesco Cerutti

**Piano
Territoriale
di Coordinamento**

provincia
di mantova **della PROVINCIA di
MANTOVA**

IN ADEGUAMENTO ALLA L.R. 12/2005

Adottato
Approvato
Proposta
Versione
Tipo
Scala 1:75.000

CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DEGLI EFFETTI LOCALI

Motivazione dello studio

Un'analisi della pericolosità sismica a scala provinciale, si è resa necessaria poiché i più recenti sismi che hanno interessato il territorio hanno evidenziato forti criticità legate sia a fenomeni di amplificazione stratigrafica locale che di liquefazione



Motivazione dello studio

La L.R. 12/2005 all'Art. 56 prevede che il PTCP:

- *censisce e identifica cartograficamente, anche a scala di maggior dettaglio, le aree soggette a tutela o classificate a rischio idrogeologico e sismico per effetto di atti, approvati o comunque efficaci, delle autorità competenti in materia;*
- *indica, per tali aree, le linee di intervento, nonché le opere prioritarie di sistemazione e consolidamento con efficacia prevalente ai sensi del comma 2 dell'articolo 18;*
- *costituisce riferimento per la coerenza dei dati e delle informazioni inerenti all'assetto idrogeologico e sismico contenute nei piani di governo del territorio con gli indirizzi regionali.*

La maggior parte degli studi di pericolosità sismica redatti a corredo dei PGT sono stati effettuati prima dell'entrata in vigore della Delibera n. 2129 del 11/07/2014, "Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia", e quindi non sono dotati degli approfondimenti di 2° livello previsti dalla D.g.r. Lombardia 30 novembre 2011 - n. IX/2616 Aggiornamento dei "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio, in attuazione dell'art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12", approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005 n.8/1566.

L'aggiornamento dei quadri conoscitivi dei PGT relativamente alla pericolosità sismica dovrà pertanto prevedere gli approfondimenti di secondo livello, che dovranno tener conto del presente studio.

Microzonazione sismica

- Suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e ai possibili effetti indotti dallo scuotimento
- Strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato e applicato già in fase di pianificazione urbanistica perché consentono di:
 - orientare la scelta di aree per nuovi insediamenti
 - definire gli interventi ammissibili in una data area
 - programmare le indagini e i livelli di approfondimento
 - stabilire orientamenti e modalità di intervento nelle aree urbanizzate
 - definire priorità di intervento.
- **N.B.: Si tratta di studi ancora in parte sperimentali**

Microzonazione sismica

Riferimenti tecnici

- “Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica” approvati dal Dipartimento della Protezione Civile e dalla Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome e successive modifiche e integrazioni (da qui in avanti “ICMS”)
- “Microzonazione sismica - Standard di rappresentazione e archiviazione informatica” - Versione 4.0b, Roma, ottobre 2015 - Elaborato e approvato nell’ambito dei lavori della Commissione tecnica per la microzonazione sismica, nominata con DPCM 21 aprile 2011
- d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374 e s.m.i - Allegato 5 – Analisi e valutazione degli effetti sismici di sito in Lombardia finalizzate alla definizione dell’aspetto sismico nei P.G.T.

Microzonazione sismica

Dalla pericolosità sismica di base alla pericolosità locale

- Pericolosità sismica di base
- Eventi di riferimento

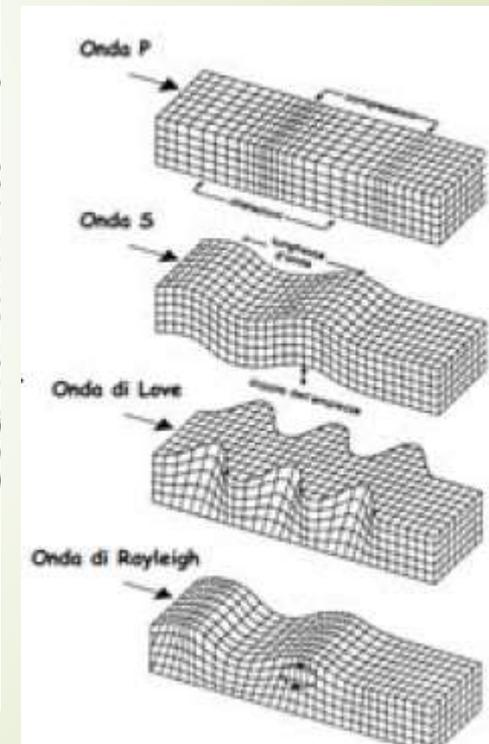
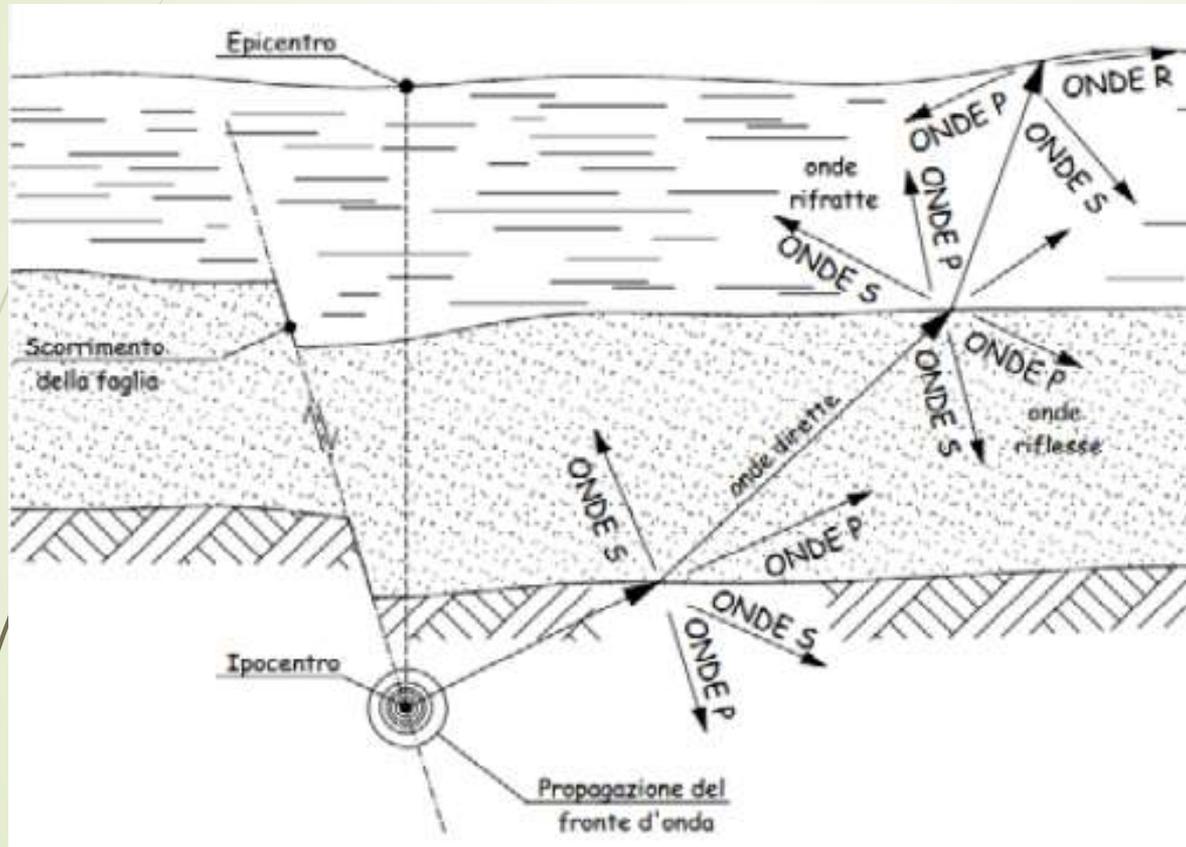


- Condizioni locali
 - Assetto geologico
 - Assetto morfologico

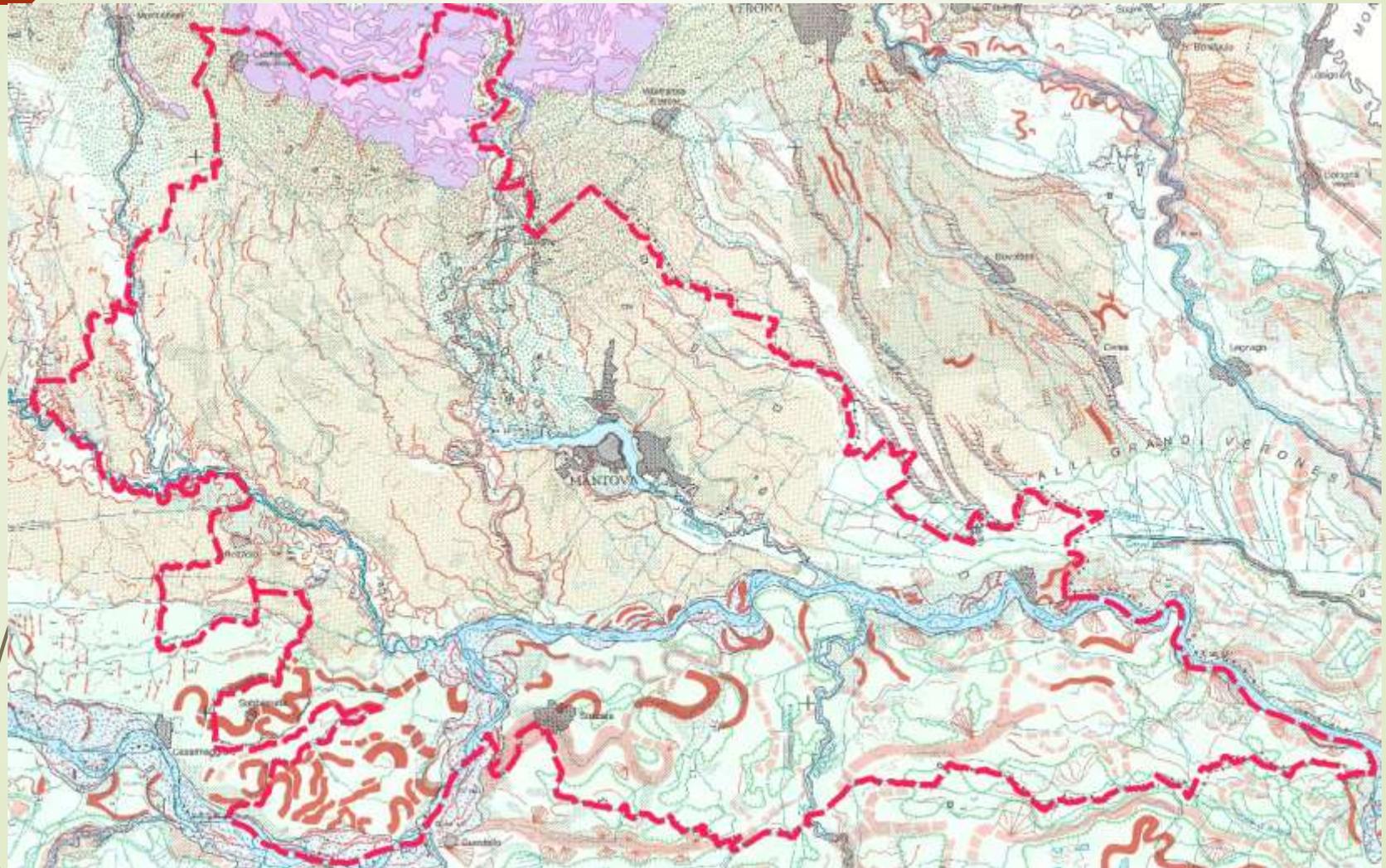
► Risposta sismica locale

Microzonazione sismica

Propagazione delle onde sismiche

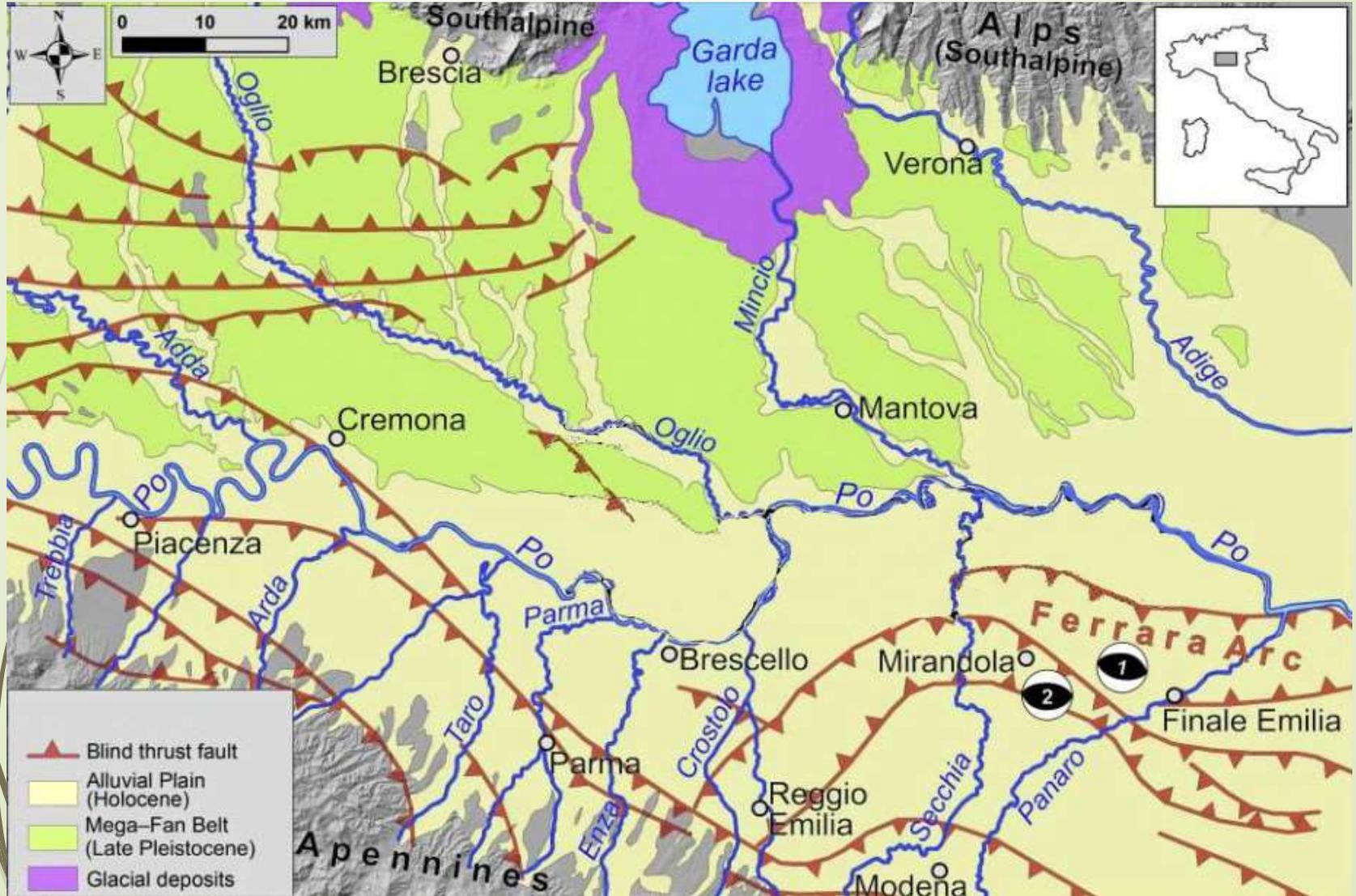


Inquadramento geologico e morfologico



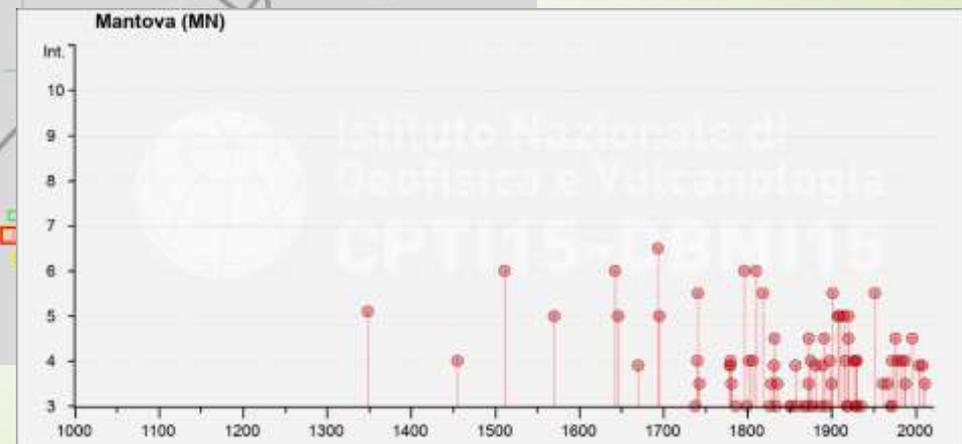
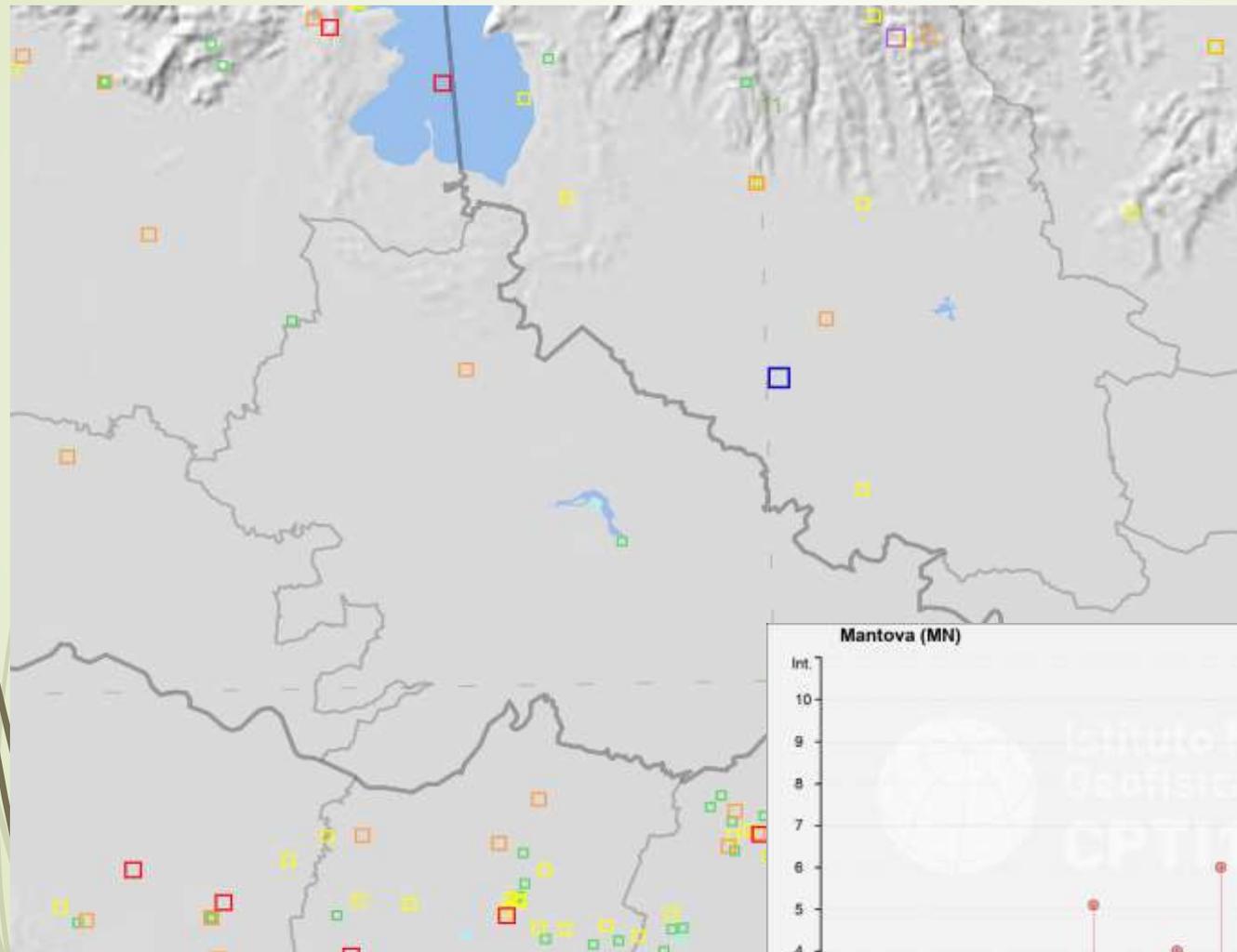
Castiglioni G.B. et alii (1997) Carta geomorfologica della Pianura Padana. S.EL.CA. Firenze. Scala 1:250.000

Schema tettonico

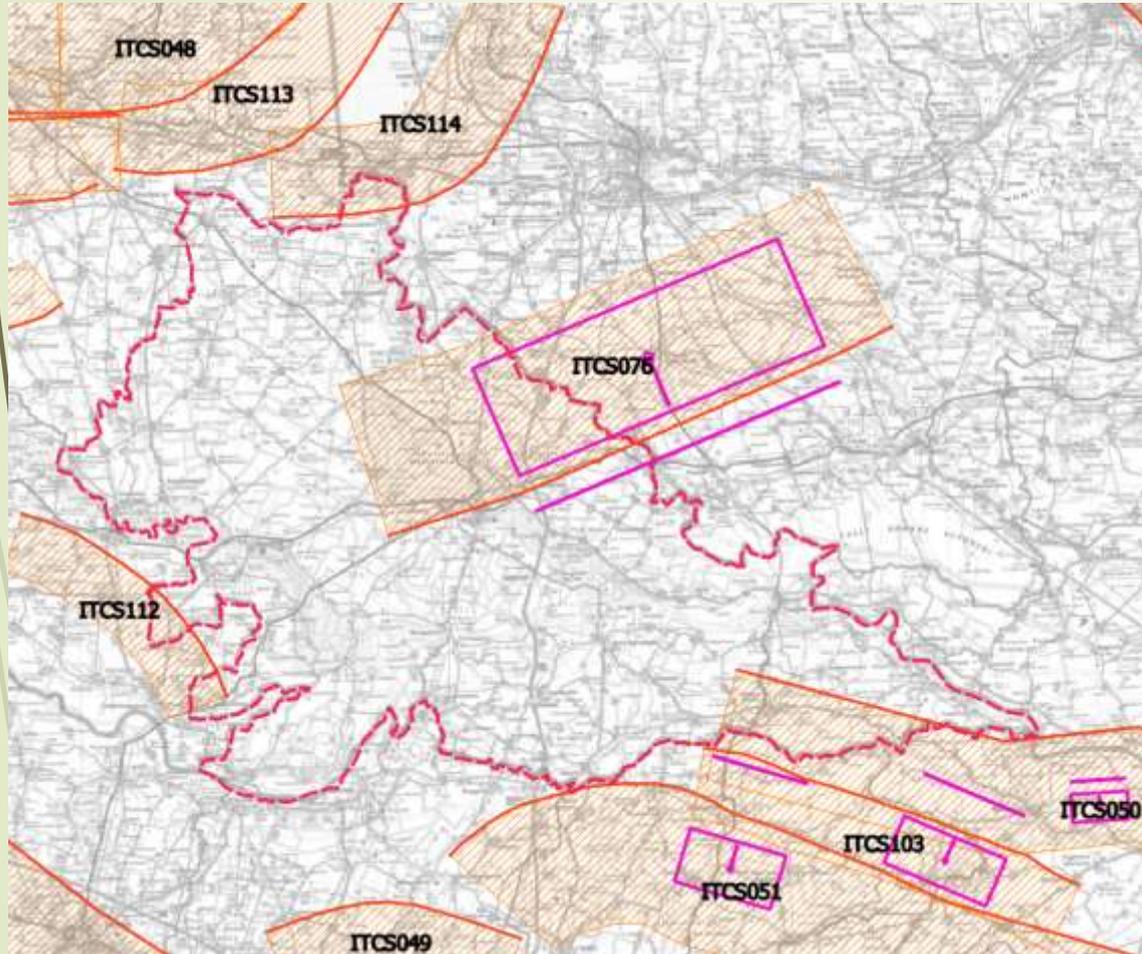


Sismicità di base

Episcentri dei principali terremoti ($M_w \geq 4$) dall'anno 1000



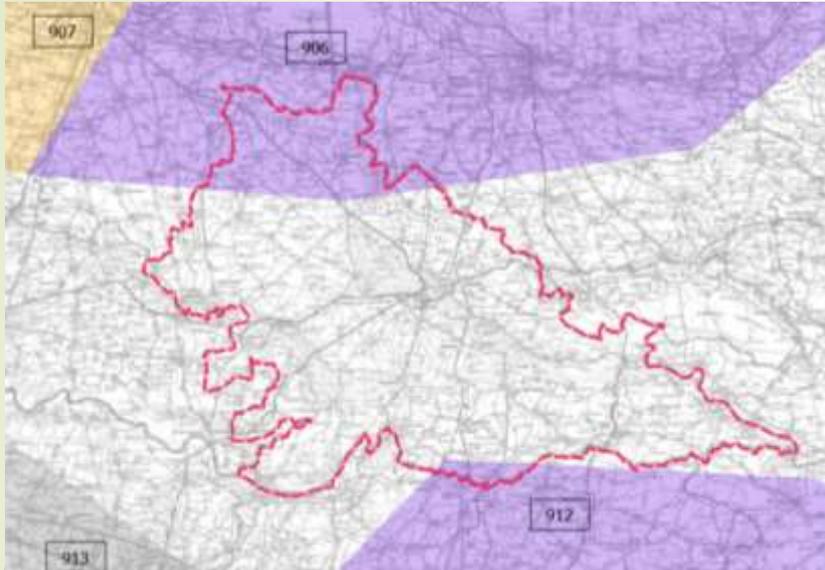
Sismotettonica



Strutture sismogenetiche capaci di generare di forti terremoti ($M_W \geq 5$), da DISS 3.2.1

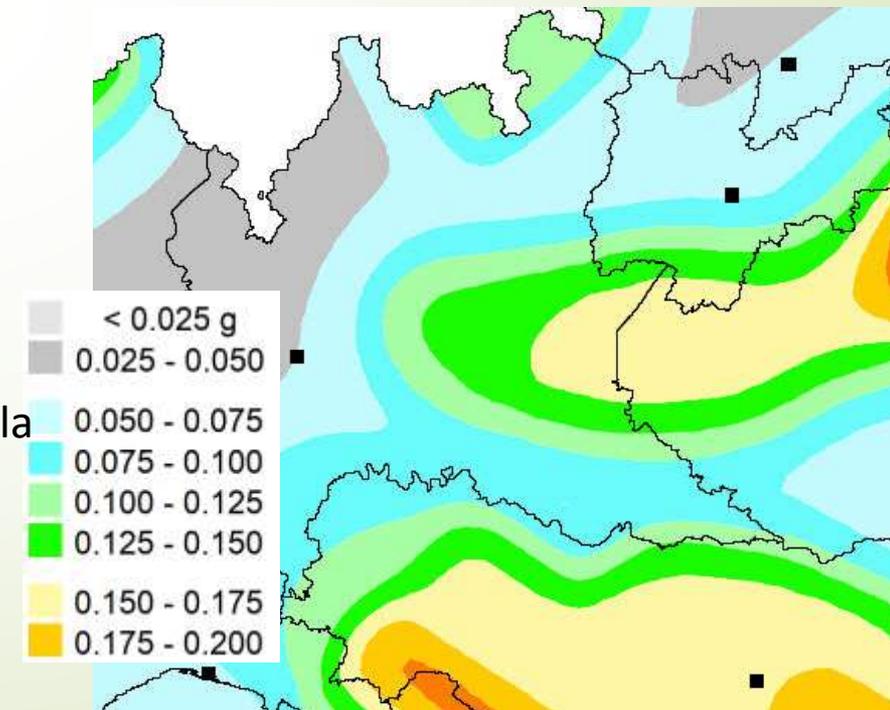
- ITCS048 – Giudicarie Plain - M_w 5.7, a profondità comprese tra 5 e 12 km;
- ITCS113 – Sirmione - M_w 6.0, a profondità comprese tra 2 e 7 km;
- ITCS114 – Solferino - M_w 6.0, a profondità comprese tra 3 e 8 km;
- ITCS076 – Adige Plain, e ITS140, M_w a 6.7, a profondità comprese tra 3 e 14 km; a questa struttura può essere associato il **terremoto del 3/1/1117, il massimo terremoto i cui effetti hanno interessato il territorio mantovano;**
- La ITCS112 – Piadena - M_w 5.5, a profondità comprese tra 2.5 e 6.0 km;
- ITCS050 Poggio Rusco Migliarino - M_w 5.5, a profondità comprese tra 1 e 8 km.
- ITCS103, Finale Emilia Mirabello, - M_w 6.1, a profondità comprese tra 3.5 e 10 km; a **questa struttura è associato il terremoto del 20 maggio 2012 ($M_W=5.8$; profondità 9.5 km).**
- ITCS051, Pieghe Ferraresi - M_w 6, a profondità comprese tra 2 e 10 km; a **questa struttura è associato il terremoto del 29 maggio 2012 ($M_W=5.9$; profondità 8.1 km).**
- la ITCS049, Pieghe Ferraresi - M_w 5.5, a profondità comprese tra 3 e 10 km;

Pericolosità sismica di base



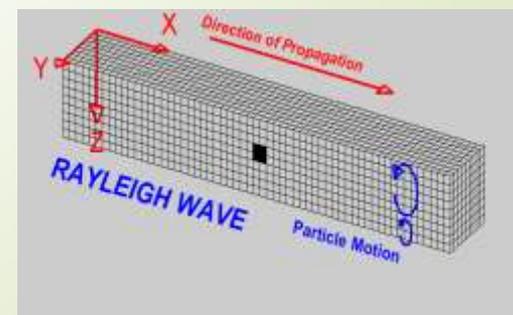
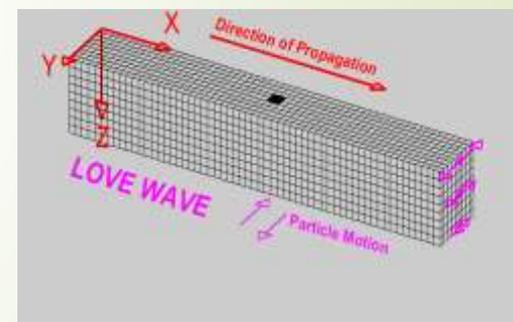
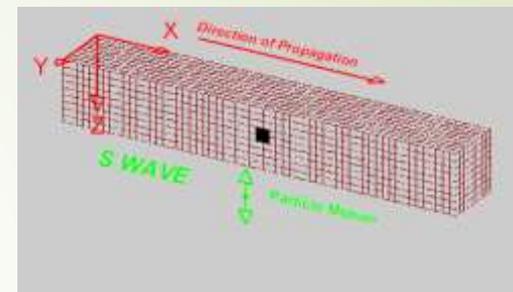
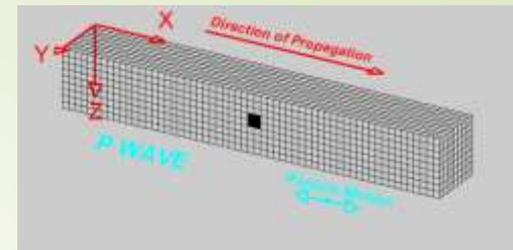
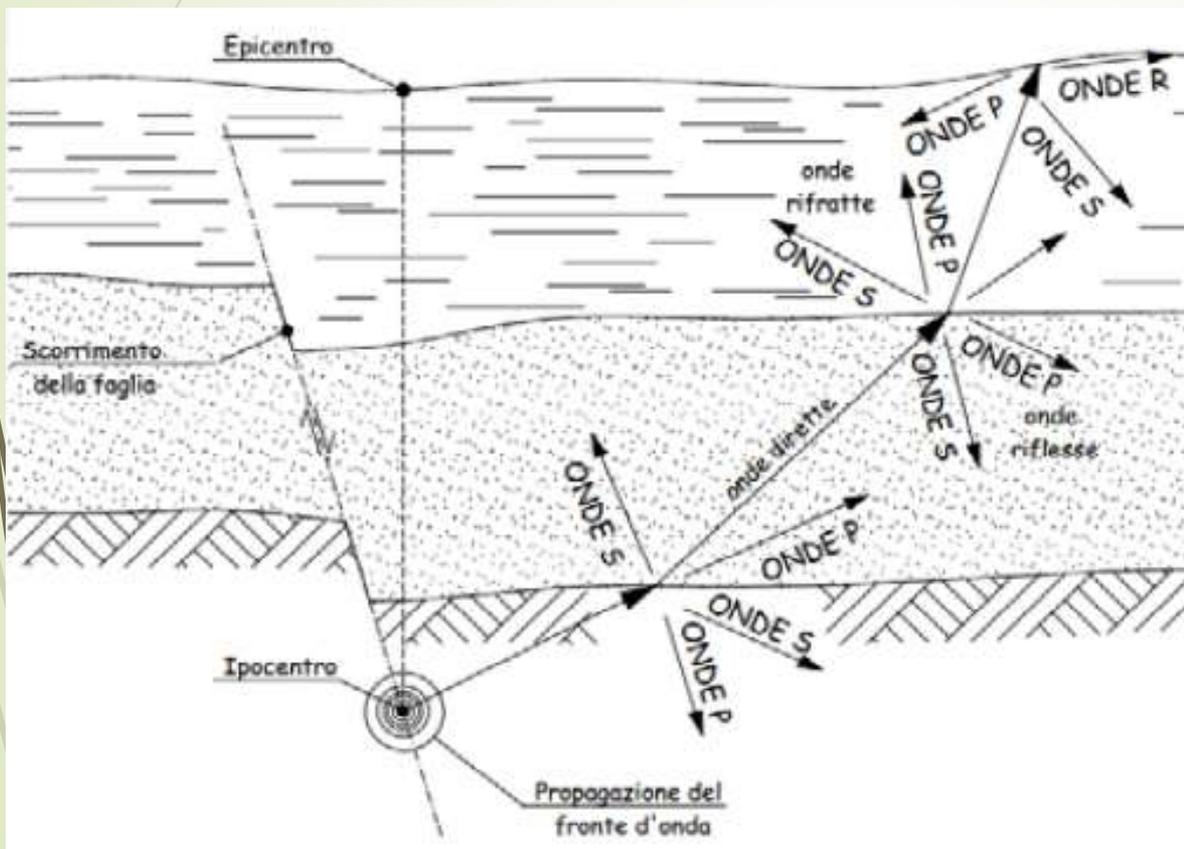
Zonazione sismogenetica ZS9
(Meletti e Valensise, 2004).

Mappa di pericolosità sismica di base per la
Lombardia e zone limitrofe, $T_R = 475$ anni
(Gruppo di lavoro INGV MPS, 2004)
E' la base per la sismicità delle NTC 2008



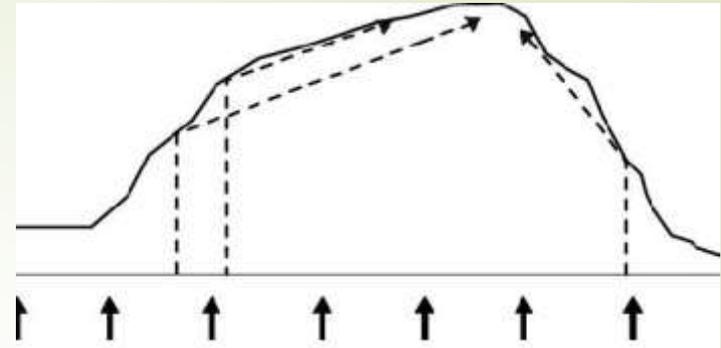
Effetti locali

AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA



Effetti locali

➤ AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA



➤ LIQUEFAZIONE (sabbie in falda)



➤ DENSIFICAZIONE (sabbie e limi sabbiosi sopra falda)



Rappresentazione della pericolosità sismica

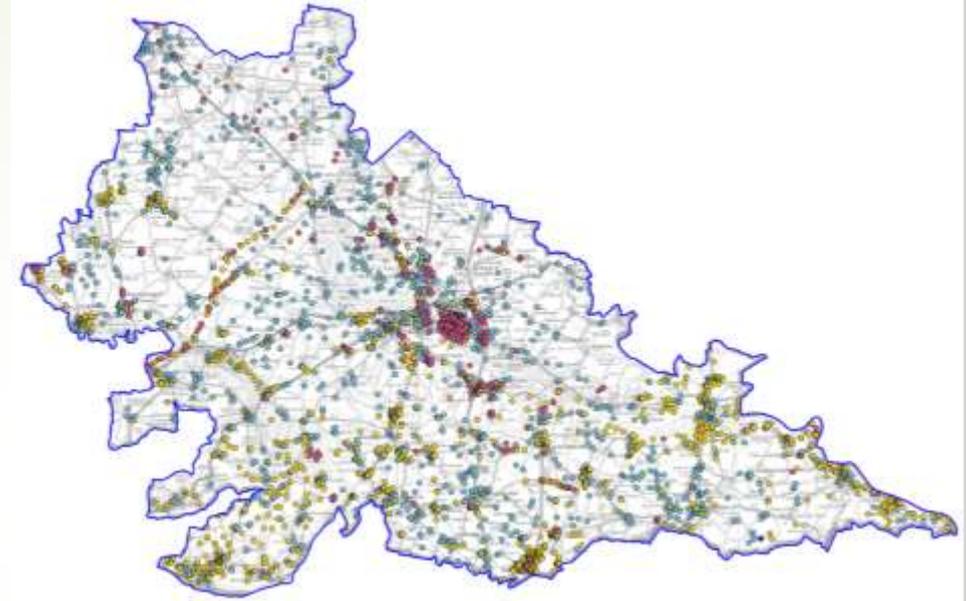
■ Basi informative

- Basi ambientali della Pianura – Litologia;
- Base informativa della cartografia geoambientale – Carta litologica;
- Base informativa della cartografia geoambientale – Carta geomorfologica;
- Carta geomorfologica applicata;
- **Banca dati geologica del sottosuolo;**
- Modello digitale del terreno con celle di 5 m x 5 m elaborato da DTM;
- Dati geologici Oltrepò mantovano – Carta di sintesi.

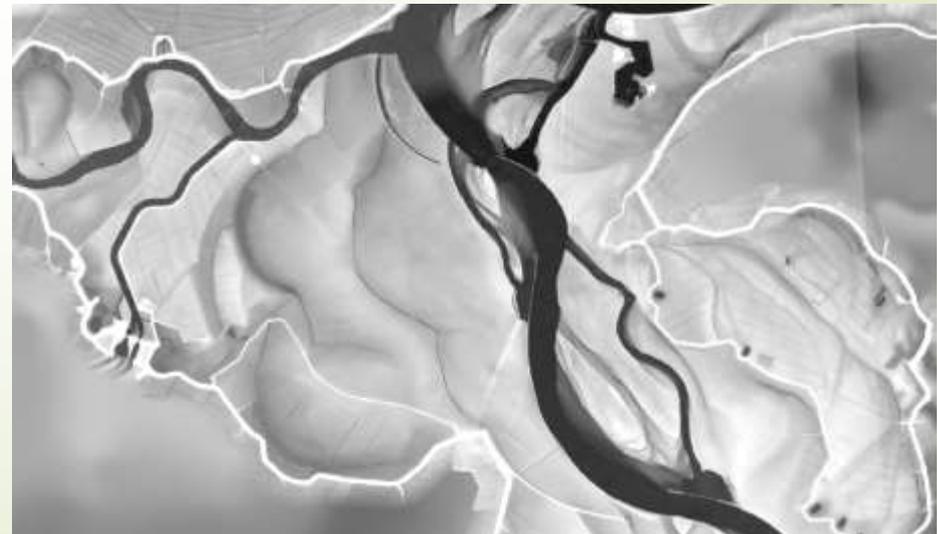
Rappresentazione della pericolosità sismica

- Banca dati geologica del sottosuolo

Indagini_geognostiche_MN [5397]	
✓	● indagini indirette [1883]
✓	● sondaggio [1796]
✓	● pozzo per acqua [1717]
✓	● su pozzo per idrocarburi [1]



- Modello digitale del terreno con celle di 5 m x 5 m elaborato da DTM;



Rappresentazione della pericolosità sismica

SETTORE	CLASSI - DESCRIZIONI
MORENICO	Depositi morenici grossolani (ghiaie e ciottoli) di origine glaciale in matrice fine limo-argillosa
	Depositi intravallivi fini (argille) soprastanti depositi morenici grossolani (ghiaie e ciottoli) di origine glaciale
ALTA PIANURA	Depositi prevalentemente ghiaiosi di origine fluviale e fluvioglaciale nei primi 15 m da p.c.
	Depositi prevalentemente ghiaiosi di origine fluviale e fluvioglaciale, con spessori fino a 8-10 m, soprastanti depositi sabbiosi
MEDIA PIANURA	Successioni di pianura con intercalazioni granulari (sabbie ghiaiose, sabbie, sabbie limose) e fini (argille e limi)
	Sabbie superficiali di origine fluviale e fluvioglaciale
	Depositi plastici prevalentemente argillosi e limosi superficiali, con spessore fino a 15 m, soprastanti depositi sabbiosi
BASSA PIANURA A MEANDRI	Sabbie affioranti perifluviali del F. Po
	Depositi granulari prevalentemente sabbiosi (sabbie e argille con sabbia) associati a dossi fluviali
	Depositi prevalentemente fini (argille e limi su sabbie) associati a paleovalvi sepolti
	Depositi plastici prevalentemente argillosi e limosi superficiali, con spessore fino a 15 m, soprastanti depositi sabbiosi
TERRAZZI FLUVIALI	Depositi fluviali e fluvioglaciali terrazzati prevalentemente ghiaiosi
	Depositi fluviali e fluvioglaciali terrazzati prevalentemente ghiaioso-sabbiosi
	Depositi fluviali e fluvioglaciali terrazzati prevalentemente sabbiosi
	Depositi argillosi e/o torbosi superficiali, di spessore 2-5 m, soprastanti depositi sabbiosi

Rappresentazione pericolosità sismica

Intensità dell'effetto atteso

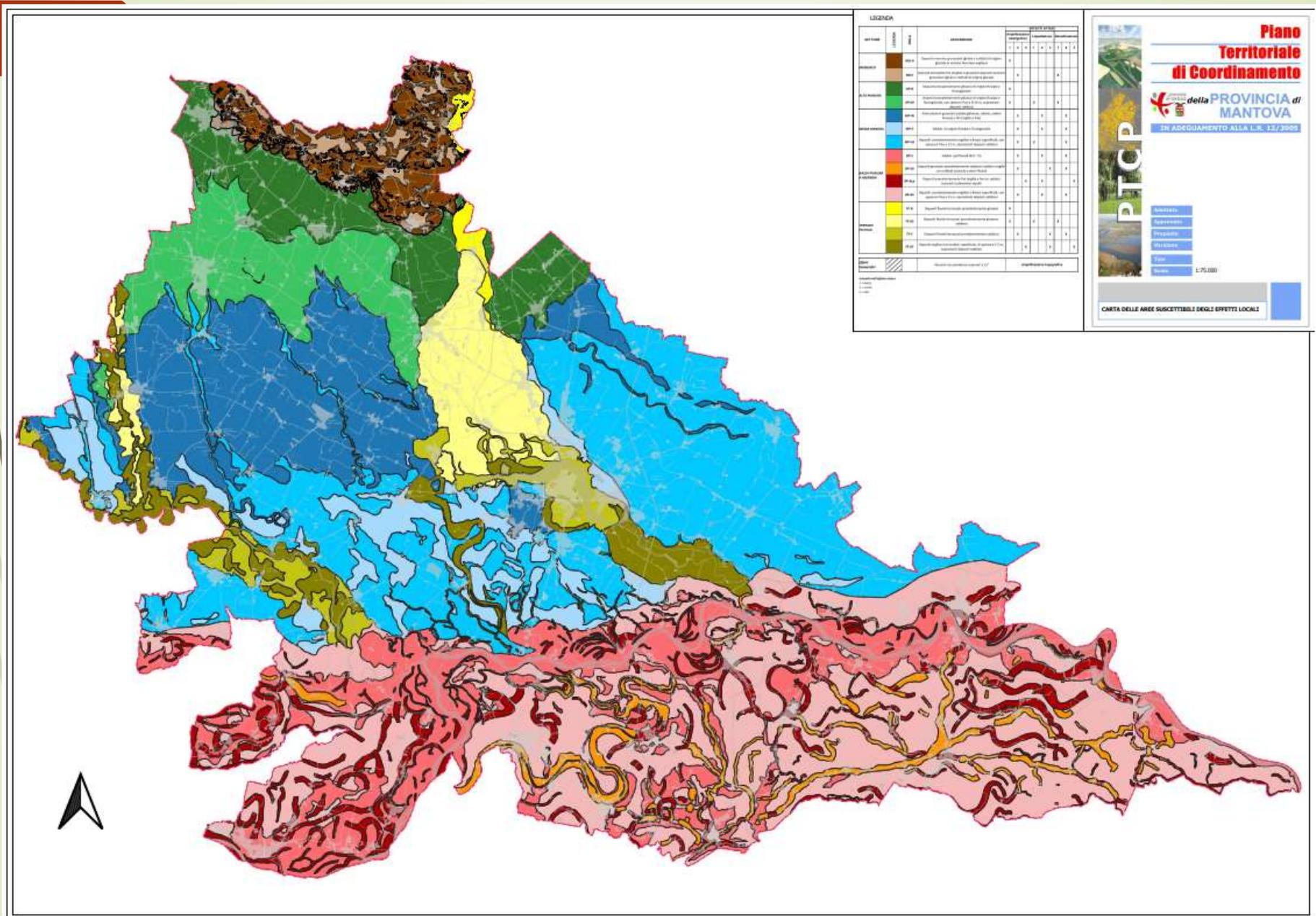
1 = bassa

2 = media

3 = alta

SETTORE	LEGENDA	SIGLA	DESCRIZIONE	EFFETTI ATTESI															
				Amplificazione stratigrafica			Liquefazione			Densificazione									
				1	2	3	1	2	3	1	2	3							
MORENICO		MO-G	Depositi morenici grossolani (ghiaie e ciottoli) di origine glaciale in matrice fine limo-argillosa	X															
		MO-I	Depositi intravallivi fini (argille) soprastanti depositi morenici grossolani (ghiaie e ciottoli) di origine glaciale		X							X							
ALTA PIANURA		AP-G	Depositi prevalentemente ghiaiosi di origine fluviale e fluvioglaciale	X															
		AP-GS	Depositi prevalentemente ghiaiosi di origine fluviale e fluvioglaciale, con spessori fino a 8-10 m, soprastanti depositi sabbiosi	X			X				X								
MEDIA PIANURA		MP-IN	Intercalazioni granulari (sabbie ghiaiose, sabbie, sabbie limose) e fini (argille e limi)		X			X										X	
		MP-S	Sabbie di origine fluviale e fluvioglaciale		X			X											X
		MP-AS	Depositi prevalentemente argillosi e limosi superficiali, con spessore fino a 15 m, soprastanti depositi sabbiosi		X		X												X
BASSA PIANURA A MEANDRI		BP-S	Sabbie perfluviali del F. Po		X			X											X
		BP-Sd	Depositi granulari prevalentemente sabbiosi (sabbie e argille con sabbia) associati a dossi fluviali		X				X										X
		BP-ALp	Depositi prevalentemente fini (argille e limi su sabbie) associati a paleovalvei sepolti			X		X											X
		BP-AS	Depositi prevalentemente argillosi e limosi superficiali, con spessore fino a 15 m, soprastanti depositi sabbiosi		X			X											
TERRAZZI FLUVIALI		TF-G	Depositi fluviali terrazzati prevalentemente ghiaiosi	X															
		TF-GS	Depositi fluviali terrazzati prevalentemente ghiaioso-sabbiosi	X			X					X							
		TF-S	Depositi fluviali terrazzati prevalentemente sabbiosi		X				X										X
		TF-AT	Depositi argillosi e/o torbosi superficiali, di spessore 2-5 m, soprastanti depositi sabbiosi			X			X										X
Effetti topografici			Versanti con pendenze superiori a 15°	Amplificazione topografica															

Carta delle aree suscettibili degli effetti locali



Norme

- ▶ L'analisi di secondo livello è obbligatoria per tutti i comuni della Provincia di Mantova per tutte le aree urbanizzate e/o per le aree di espansione urbanistica.
- ▶ L'applicazione del secondo livello consente l'individuazione delle aree in cui la normativa nazionale risulta insufficiente a salvaguardare dagli effetti di amplificazione sismica locale (DGR2616/2011 - Fa calcolato superiore a F_a di soglia comunali forniti dal Politecnico di Milano). Per queste aree si dovrà procedere alle indagini ed agli approfondimenti di terzo livello o, in alternativa, utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
 - ▶ anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
 - ▶ anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
 - ▶ anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Norme

- ▶ L'applicazione del terzo livello di approfondimento è **consigliata** in fase di pianificazione per tutte le tipologie di edifici:
 - ▶ quando, a seguito dell'applicazione del secondo livello di analisi (ai sensi della D.g.r. n. IX/2616 del 2011 e s.m.i.), si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche identificati nella "Carta delle aree suscettibili degli effetti locali";
 - ▶ in presenza di aree caratterizzate da effetti di densificazione e/o liquefazione. Qualora l'analisi di secondo livello dimostri l'adeguatezza della normativa sismica nazionale all'interno degli scenari pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazioni morfologiche e litologiche, l'analisi di terzo livello è limitata alle problematiche relative alla sola liquefazione/densificazione.
- ▶ L'applicazione del terzo livello di approfondimento è **obbligatoria** in fase di pianificazione per l'individuazione delle aree di insediamento di nuovi edifici strategici e rilevanti di cui al D.d.u.o. n. 19904 del 21 novembre 2003 e dal D.d.u.o. 22 maggio 2019 - n. 7237.
- ▶ Quando il terzo livello di approfondimento non viene eseguito in fase di pianificazione, in fase di progettazione è obbligatorio effettuare lo studio di risposta sismica locale ai sensi delle NTC 2018 per tutte le tipologie di edifici, quando non si applichi lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore indicata dall'analisi di secondo livello.
- ▶ La verifica a liquefazione è sempre obbligatoria in fase di progettazione.
- ▶ Nelle zone ricadenti su pendii con acclività $> 15^\circ$ gli studi dovranno valutare anche l'incremento di sollecitazione sismica dovuto alla morfologia del terreno. Per queste aree è obbligatorio l'approfondimento di terzo livello.