



**OGS**  
Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche



**PROTEZIONE CIVILE**  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



*Sessione 2.2:*

**Scienza e tecnica a supporto della prevenzione sismica e della relativa preparazione**

## **Analisi a scala di area vasta della pericolosità sismica locale: l'esempio del piano territoriale della Città Metropolitana di Bologna**

**A cura del “Gruppo di lavoro PS – PTM BO”:**

D. Bartoli, E. Crescenzi Lanna, M. Cuzzani, F. Fortunato, C. Piazzini, M. Ricci, M. Sacchetti, V. Schimmenti, *Città Metropolitana di Bologna*

**L. Martelli**, G. Daniele, M. Pizziolo, P. Severi, *Regione Emilia-Romagna – Servizio geologico, sismico e dei suoli*

S. Sangiorgi, A. Milioto, *Studio Sangiorgi*

In Emilia-Romagna le analisi di pericolosità locale e la microzonazione sismica sono strumenti propedeutici ed essenziali per la Valutazione della Sostenibilità Ambientale e Territoriale (ValSAT) nelle procedure di pianificazione urbanistica.

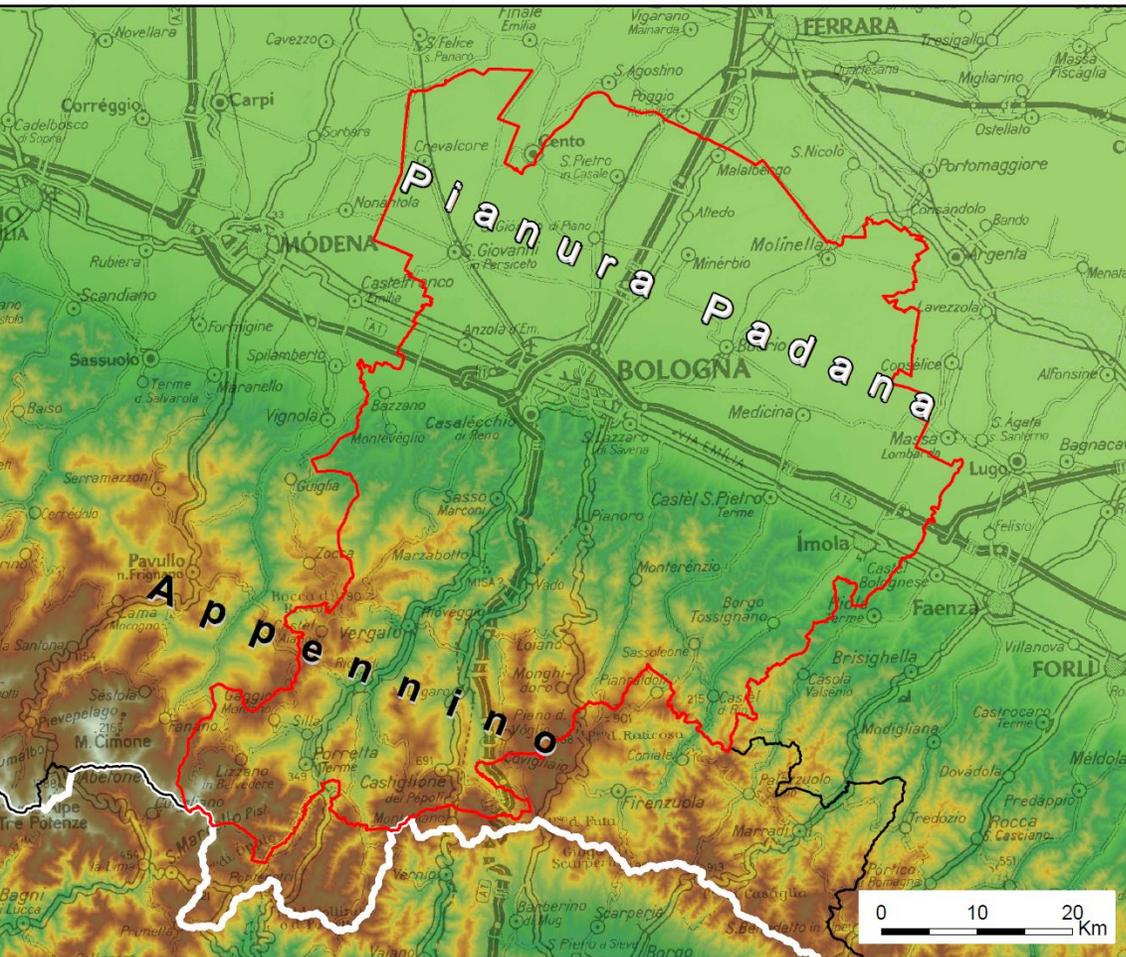
La normativa regionale (LR 19/2008 “Norme per la riduzione del rischio sismico”, LR 24/2017 “Disciplina regionale sulla tutela e l’uso del territorio”) richiede che le analisi di pericolosità sismica siano effettuate anche a scala di area vasta (provinciale), per indirizzare la microzonazione sismica delle aree urbane (scala comunale).

La Città Metropolitana ha quindi realizzato, per il nuovo Piano Territoriale Metropolitano, l’analisi delle condizioni di pericolosità sismica su tutto il territorio.

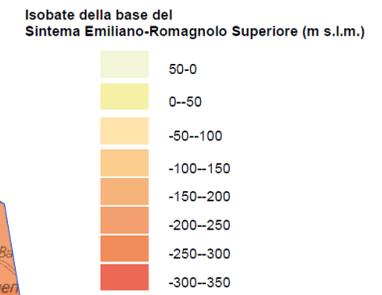
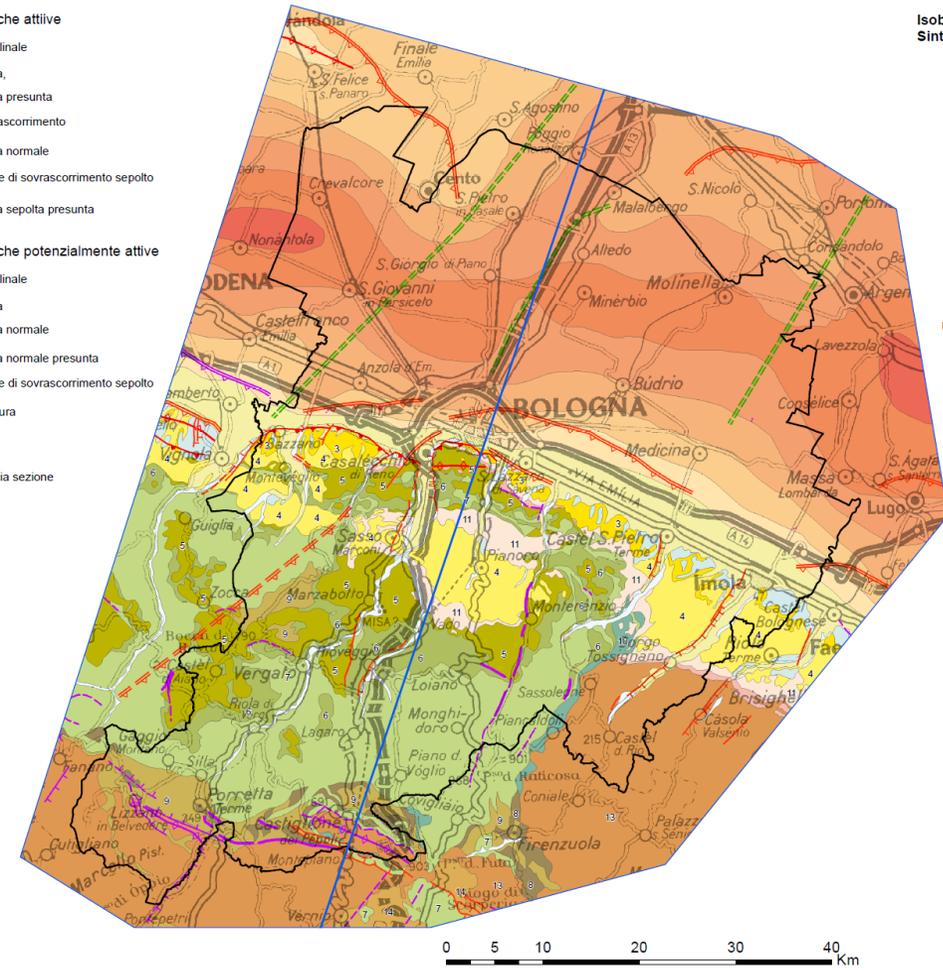
In particolare, sono stati realizzati i seguenti elaborati:

- 1) “Carta degli elementi geologici che possono determinare effetti locali”, come elaborato di Quadro Conoscitivo;
- 2) “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” e relative indicazioni e norme per la riduzione del rischio sismico, come elaborati di piano;
- 3) Relazione illustrativa, nella quale sono fornite informazioni anche sulle caratteristiche geologiche, la sismicità storica e la pericolosità sismica di base.

# Inquadramento geografico e geologico



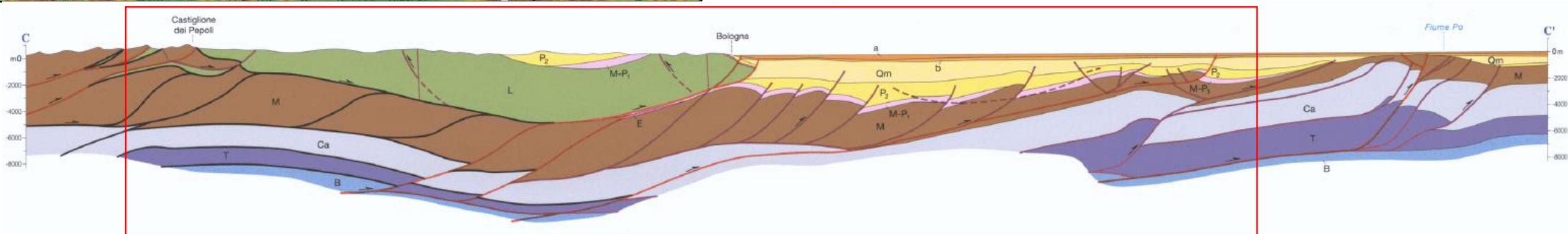
- strutture tettoniche attive**
- anticlinale
  - faglia
  - faglia presunta
  - sovrascorrimento
  - faglia normale
  - fronte di sovrascorrimento sepolto
  - faglia sepolta presunta
- strutture tettoniche potenzialmente attive**
- anticlinale
  - faglia
  - faglia normale
  - faglia normale presunta
  - fronte di sovrascorrimento sepolto
  - flessura
- traccia sezione



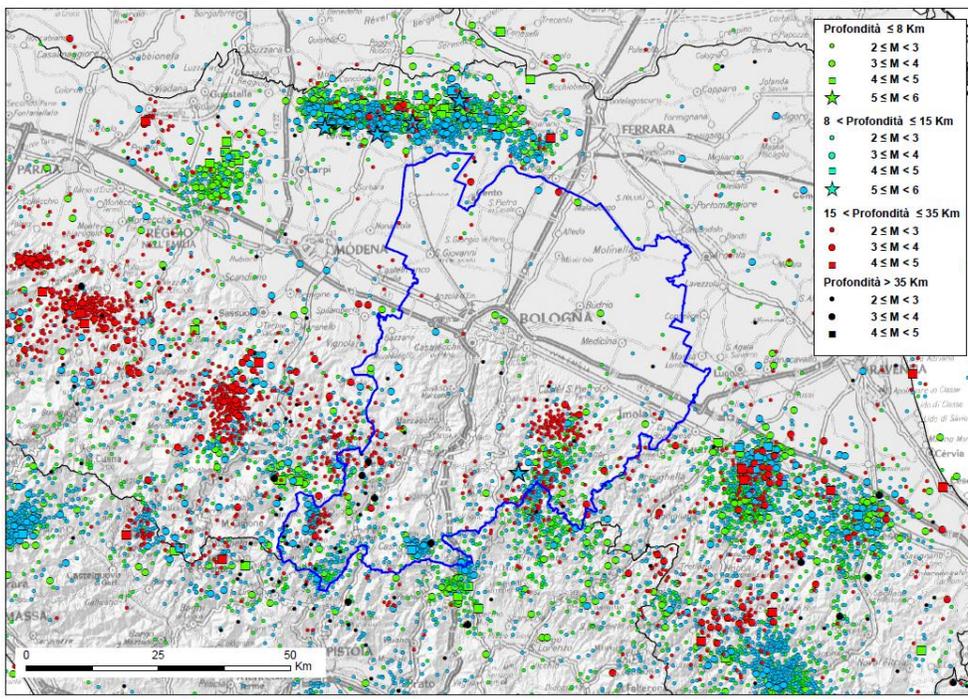
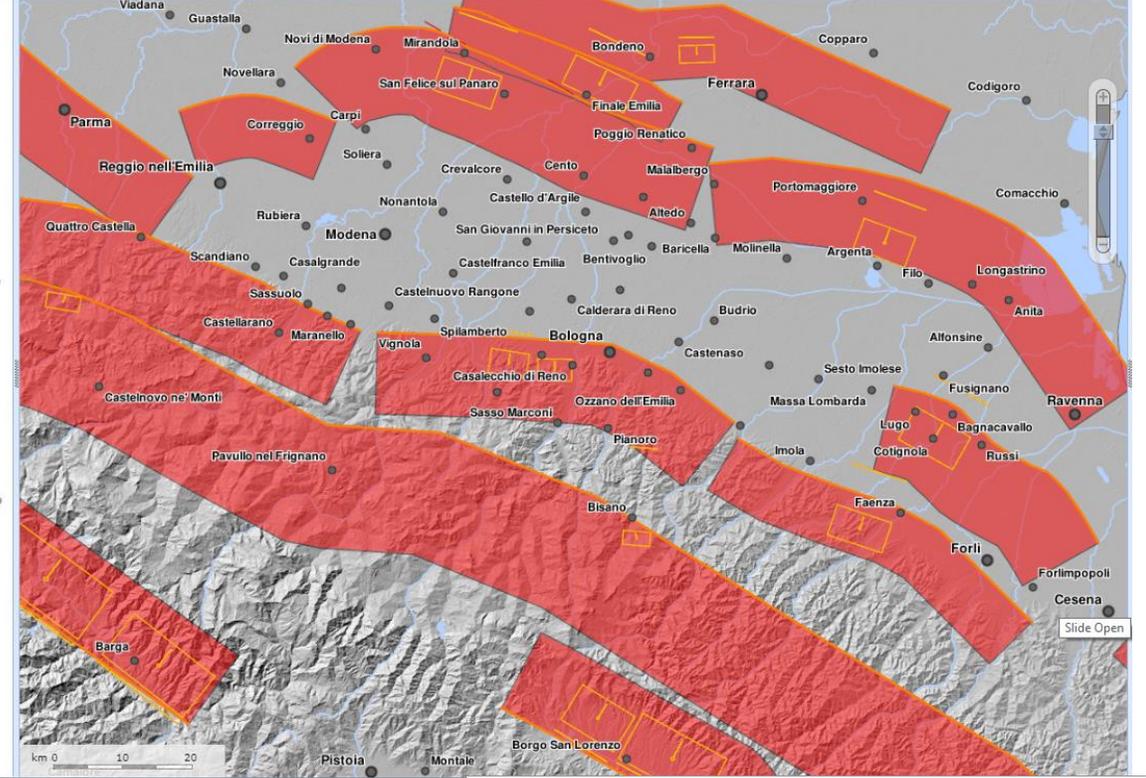
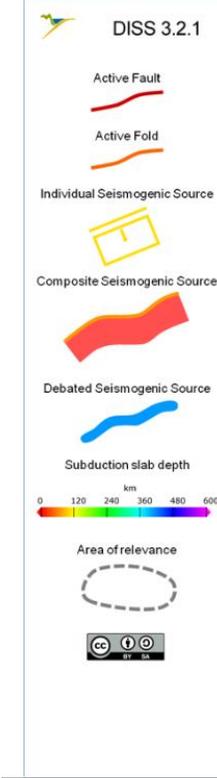
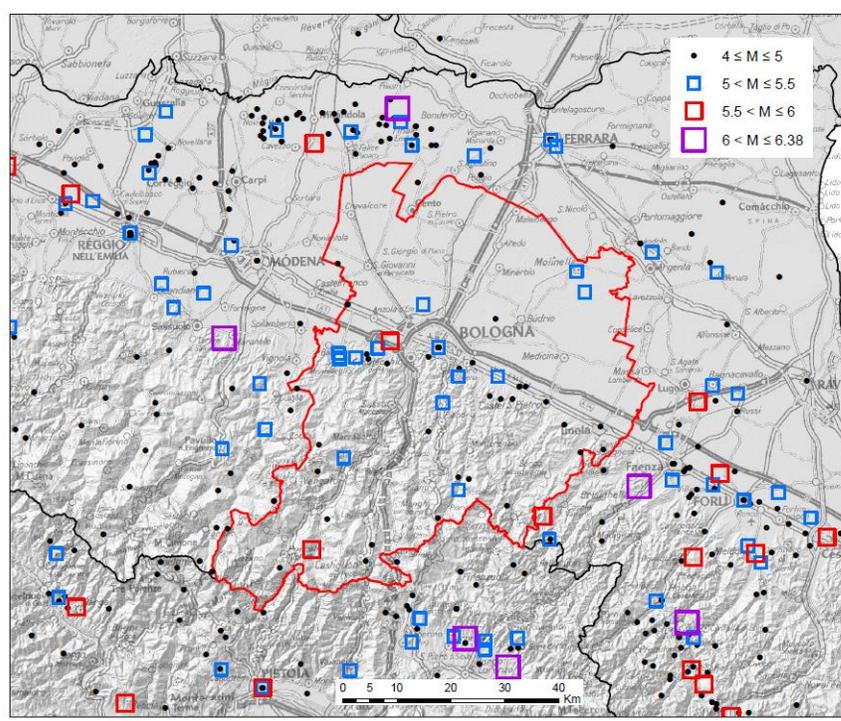
- Unità geologiche affioranti**
- 1 - Depositi alluvionali olocenici
  - 2 - Depositi alluvionali pleistocenici
  - 3 - Sabbie di Imola (Pleistocene medio)
  - 4 - Successione Pliocene sup. - Pleistocene inf.

- Unità alloctone liguridi s.l.**
- 5 - Successione epiligurica superiore (Burdigaliano - Messiniano inf.)
  - 6 - Successione epiligurica inferiore (Luteziano - Burdigaliano)
  - 7 - Liguridi (Giurassico - Eocene medio)
  - 8 - Successione epiligurica (Bartariano - Langhiano)
  - 9 - Subliguridi (Cretaceo-Aquitano)
  - 10 - Mélange tettonico

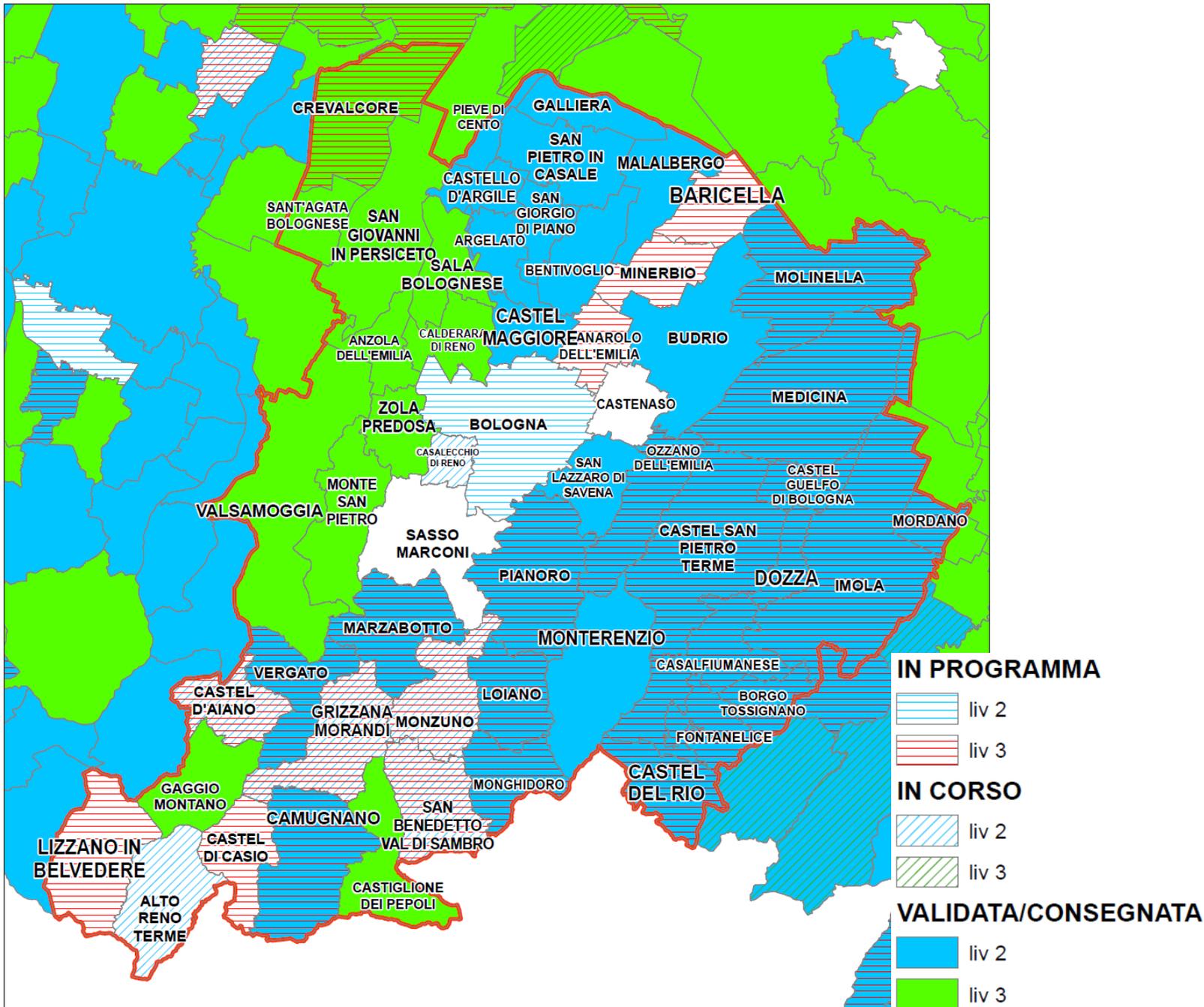
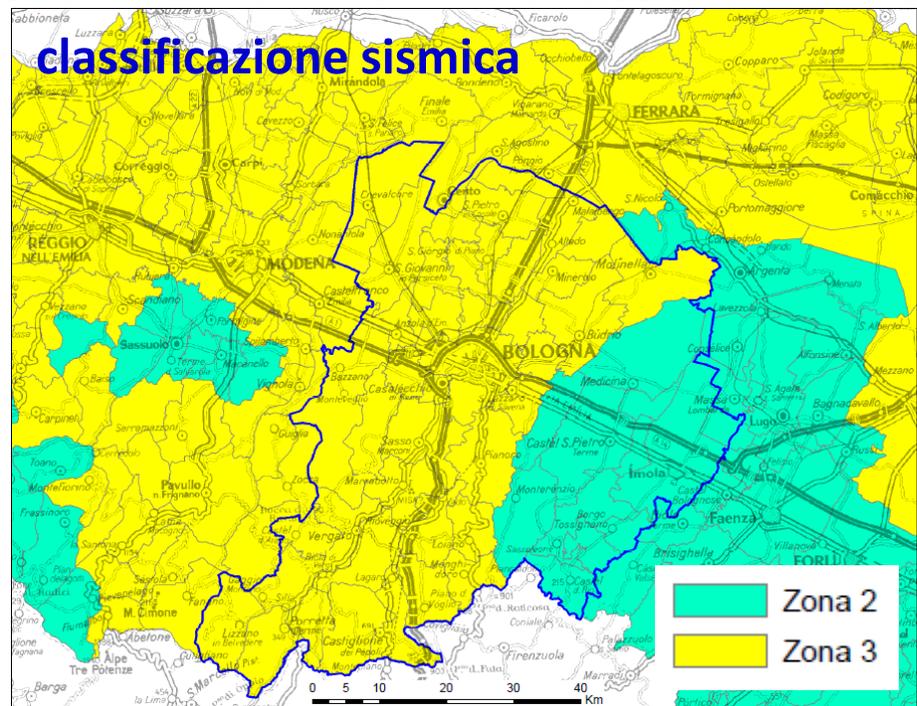
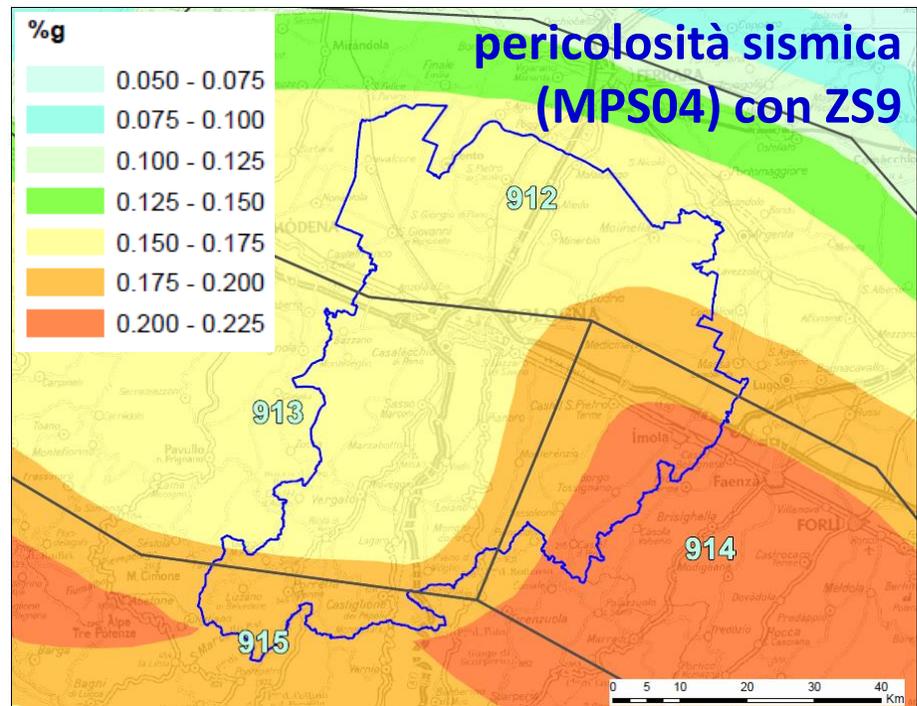
- Unità umbro-marchigiano-romagnole**
- 11 - Successione Messiniano sup. - Pliocene inf.
  - 12 - Evaporiti messiniani
  - 13 - Depositi di avanzassa miocenici
- Unità toscane**
- 14 - Depositi di avanzassa oligo-miocenici e Scaglia Toscana



# Sismicità dell'area



# Studi di microzonazione sismica al momento dello studio (giugno 2019)



## **Criteria e procedure per la selezione degli elementi geologici e morfologici in prospettiva sismica**

Una cartografia degli elementi di pericolosità sismica a scala provinciale era già stata realizzata nel 2013 (DCP n. 57) per il PTCP, reinterprestando in prospettiva sismica la cartografia geologica disponibile. Gli elementi geologici e morfologici ritenuti interessanti in prospettiva sismica (capaci di determinare effetti locali) erano stati selezionati seguendo le indicazioni degli indirizzi regionali (v. Allegato A1) e gli ICMS (2008).

I successivi studi di microzonazione sismica hanno confermato la validità di tale cartografia e la stessa procedura è stata utilizzata anche per la cartografia di pericolosità sismica del PTM.

È stata così redatta una **carta geologico-tecnica a scala di area vasta (7 fogli 1:25.000)**.

In particolare, i dati di base utilizzati derivano dai database GIS dei seguenti documenti tecnici:

- CARG 1:50.000 per la pianura e il margine appenninico-padano (scala di acquisizione dei dati: 1:25.000);
- Carta Geologica regionale 1:10.000 per l'Appennino;
- Inventario del dissesto regionale 1:10.000;
- Piano delle Attività Estrattive e Piano Provinciale per la Gestione dei Rifiuti;
- modello digitale del terreno 10 m x 10 m;
- Piani Stralcio Assetto Idrogeologico dei Bacini Reno, Idice-Savena, Sillaro, Santerno, Samoggia e Senio.

Sono state effettuate specifiche revisioni delle:

- aree instabili e potenzialmente instabili di versante;
- zone di conoide alluvionale dell'alta pianura (da MOPS comunali, dove disponibili);
- zone liquefacibili (da MOPS comunali, dove disponibili).

*Elementi geologici rappresentati nella “Carta degli elementi geologici che possono determinare effetti locali”*

<b>PIANURA</b>	Depositi di conoide alluvionale prevalentemente grossolani	
	Depositi di interconoide alluvionale prevalentemente fini	
	Isobate del tetto delle ghiaie di conoide	
	Depositi di canale e argine con intervalli granulari nei primi 20 m	
	Depositi di piana interfluviale prevalentemente fini	
<b>APPENNINO</b>	Depositi alluvionali intravallivi	
	Depositi di conoide torrentizia	
	Depositi di <b>frana attiva</b>	<b>Differenza mantenuta nel QC per la maggior predisposizione al dissesto delle frane attive</b>
	Depositi di <b>frana quiescente</b>	
	Depositi di frana stabilizzata	
	Depositi di versante s.l.	
	Substrato rigido	
	Substrato non rigido	
	Evaporiti messiniane (Vena del Gesso)	
	Faglie	
	Pendii con acclività tra 15° e 50°	
	Scarpate con acclività >50°	
	<b>APPENNINO E PIANURA</b>	Cave tombate e accumuli di origine antropica
<b>ALTRI ELEMENTI</b>	Alvei attivi e invasi dei bacini idrici	

## **Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali**

Dalla «Carta degli elementi geologici che possono determinare effetti locali» (documento di QC) è derivata la cartografia di piano (**7 fogli 1:25.000**) **riferimento per le indicazioni e raccomandazioni contenute nel documento “Regole”** (indirizzate soprattutto alla MS comunale); per ciascuna zona sono indicati gli approfondimenti necessari

In carta sono riportate anche le perimetrazioni degli abitati da consolidare/trasferire (art. 29 PTPR e art. 25 LR 7/2004) e delle aree a rischio di frana descritte dall'art. 5 dei Piani Stralcio Assetto Idrogeologico e cartografate nelle schede allegate ad ogni rispettivo piano.

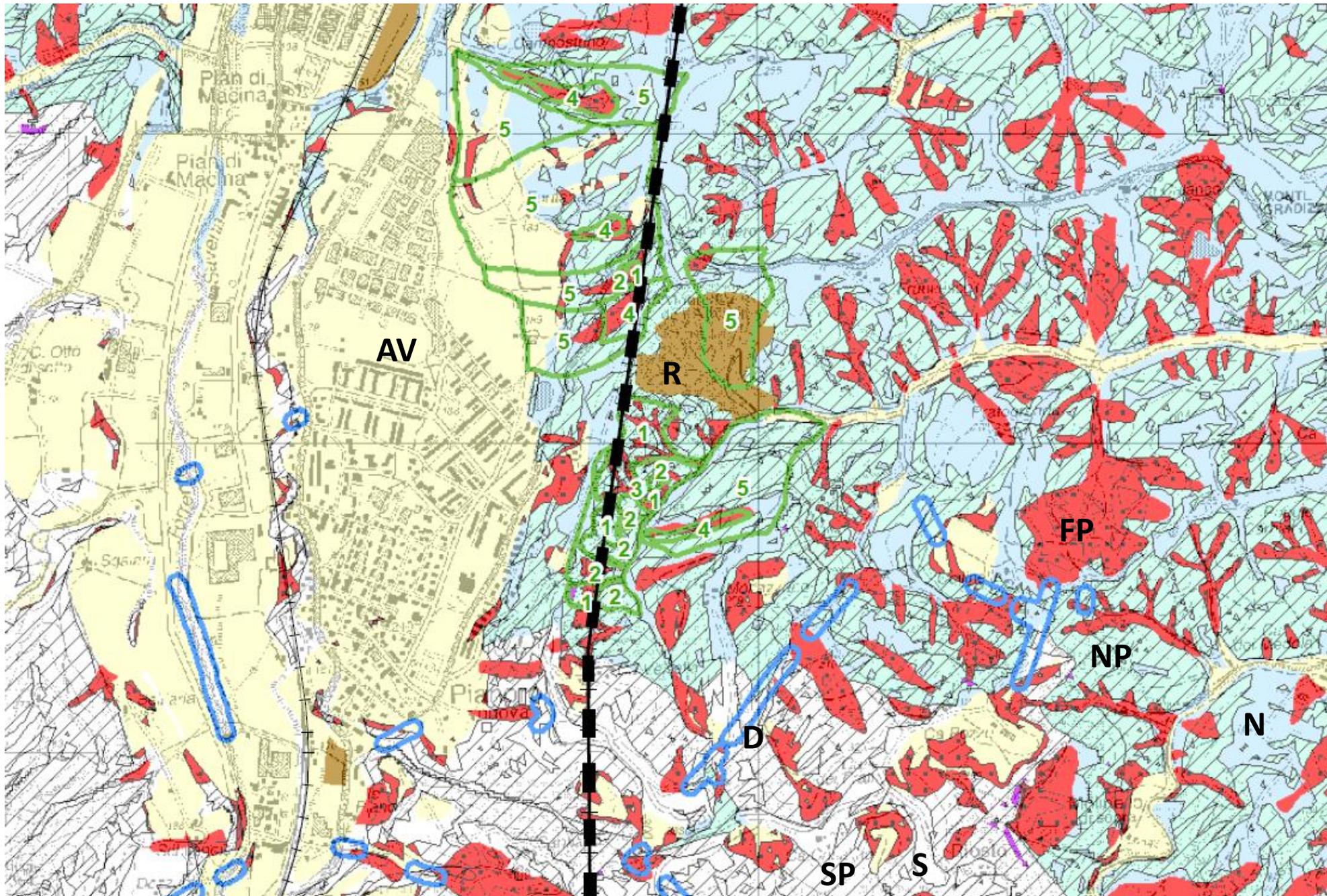
I corpi di frana, indipendentemente dal grado di attività, sono stati rappresentati come  $ZA_{FR}$ . Il grado di stabilità delle  $ZA_{FR}$  d'interesse urbanistico dovrà essere verificato in condizione sismiche (v. Allegato A3 indirizzi RER; ICMS, 2008 + LG «Frane», CTMS 2017).

Per le aree suscettibili di liquefazione ( $ZA_{LQ}$ ) la base è stata la precedente zonazione PTCP (derivata da cartografia geologica), rivista/integrata con gli studi MS disponibili.

Vista l'importanza della profondità del bedrock sismico nelle analisi RSL e la difficoltà di acquisire tale dato in pianura si è ritenuto utile rappresentare le isobate del tetto del bedrock sismico proposte da Mascandola et al. (2019).

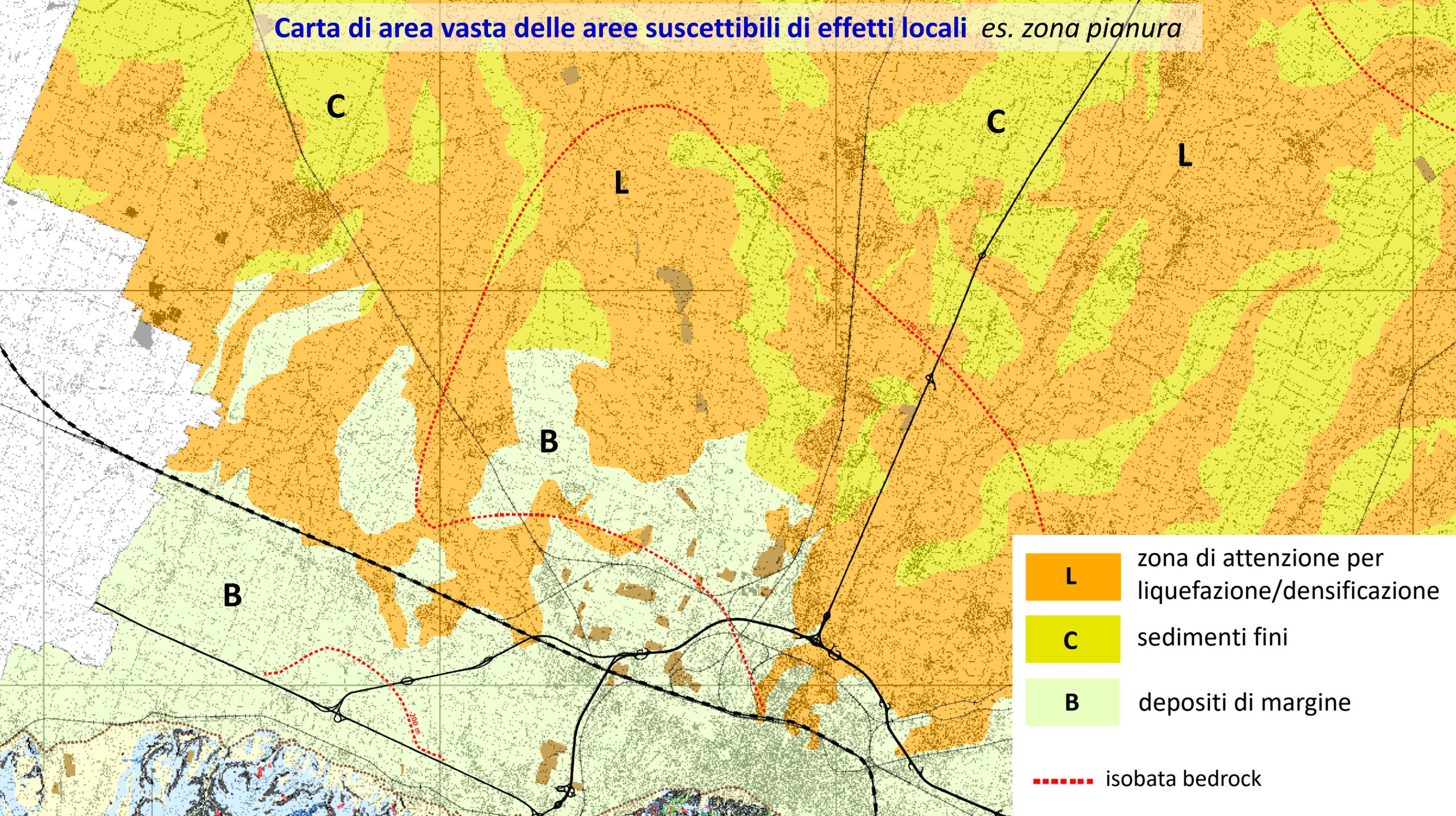
Ambiente	Zona	Effetti attesi	Approfondimenti minimi
<b>Appennino</b>	<b>S:</b> Substrato rigido	Nessuno	$V_{s_{30}}$ : se $V_{s_{30}} \geq 800$ m/s <b>no approfondimenti</b> ; se $V_{s_{30}} < 800$ m/s $\rightarrow$ N
	<b>SP:</b> Substrato rigido $15^\circ < \text{acclività} < 50^\circ$	Amplificazione topografica, se dislivello $> 30$ m	Stima amplificazione topografica ( <b>livello 2</b> ) e $V_{s_{30}}$ ; se $V_{s_{30}} < 800$ m/s $\rightarrow$ NP
	<b>N:</b> Substrato non rigido	Amplificazione stratigrafica	Stima amplificazione ( <b>livello 2</b> )
	<b>NP:</b> Substrato non rigido $15^\circ < \text{acclività} < 50^\circ$	Amplificazione stratigrafica e topografica	Stima amplificazione ( <b>livello 2</b> ). Se dislivello $> 30$ m anche amplificazione topografica e area d'influenza
	<b>AV:</b> Alluvioni intravallivi e detriti di versante	Amplificazione stratigrafica	Stima amplificazione ( <b>livello 2</b> )
	<b>P50:</b> Substrato con acclività $\geq 50^\circ$	Distacchi di massi, crolli e ribaltamenti	Stima amplificazione topografica e stabilità in condizioni sismiche ( <b>livello 3</b> ). In caso di instabilità anche area d'influenza
	<b>F:</b> Zona di attenzione per instabilità di versante	Amplificazione stratigrafica e spostamenti/cedimenti	In caso di interventi ammessi: stima amplificazione e stabilità in condizioni sismiche ( <b>livello 3</b> )
	<b>FP:</b> Zona di attenzione per instabilità di versante con acclività $> 15^\circ$	Amplificazione stratigrafica, topografica e spostamenti/cedimenti	Come F ( <b>livello 3</b> ); se dislivello $> 30$ m anche amplificazione topografica e area d'influenza
	<b>D:</b> Zona di intensa fratturazione/cataclastica	Amplificazione e potenziali cedimenti a cavallo di zone di contatto tra materiali con caratteristiche meccaniche diverse	Stima amplificazione e potenziali cedimenti ( <b>livello 3</b> )
<b>G:</b> Zona di attenzione per cavità sotterranee	Amplificazione 2D e 3D e potenziali cedimenti o crolli	Stima amplificazione e stabilità in condizioni sismiche ( <b>livello 3</b> )	
<b>Pianura</b>	<b>L:</b> Zona di attenzione per liquefazione/densificazione	Amplificazione e liquefazione, potenziali cedimenti.	Stima amplificazione, indice potenziale di liquefazione e cedimenti ( <b>livello 3</b> )
	<b>C:</b> Sedimenti prevalentemente fini di pianura	Amplificazione stratigrafica; in caso di terreni compressibili ( $c_u < 70$ kPa; $V_{s_{30}} < 180$ m/s) densificazioni e potenziali cedimenti	Stima amplificazione ( <b>livello 2</b> ). In caso di terreni compressibili stima cedimenti ( <b>livello 3</b> )
	<b>B:</b> Depositi di margine appenninico-padano	Amplificazione stratigrafica	Stima amplificazione ( <b>livello 2</b> )
<b>Appennino e pianura</b>	<b>R:</b> Zona di attenzione per accumuli di origine antropica	Amplificazioni ed effetti 2D/3D; potenziale instabilità dei pendii, spostamenti e cedimenti.	Stima amplificazione con analisi RSL 2D, stabilità in condizioni sismiche, spostamenti/cedimenti ( <b>livello 3</b> )

# Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali *es. zona Appennino*



- S** substrato
- SP** substrato  $i > 15^\circ$
- P50** substrato  $i > 50^\circ$
- N** substrato non rigido
- NP** substrato non rigido  $i > 15^\circ$
- AV** alluvioni e detriti di versante
- F** zona di attenzione per frana
- FP** zona di attenzione per frana  $i > 15^\circ$
- D** fascia cataclastica
- R** terreno di riporto

**Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali** *es. zona pianura*



- L** zona di attenzione per liquefazione/densificazione
- C** sedimenti fini
- B** depositi di margine
- .....** isobata bedrock

## Considerazioni conclusive

- Il tema della riduzione del rischio sismico è ritenuto fondamentale nell'elaborazione ed approvazione dei piani territoriali e urbanistici; la “Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” del PTM è quindi uno strumento propedeutico ed essenziale per la redazione della ValSAT.
- Le regole e raccomandazioni derivanti dalla suddetta cartografia hanno il compito di indicare quali disposizioni applicare alle aree suscettibili di effetti locali, soggette ad approfondimenti ed eventuali modifiche, in fase di redazione degli strumenti urbanistici comunali.
- La finalità ultima di questo processo di analisi e valutazione è quello di orientare, ove possibile, le previsioni dei piani verso aree a minore pericolosità sismica aumentando di volta in volta la conoscenza degli effetti locali attesi.



Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida

**39° CONVEGNO NAZIONALE**

22 - 24 GIUGNO 2021



**OGS**  
Istituto Nazionale  
di Oceanografia  
e di Geofisica  
Sperimentale



Consiglio Nazionale  
delle Ricerche



**PROTEZIONE CIVILE**  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



ISTITUTO NAZIONALE DI  
GEOFISICA E VULCANOLOGIA



*Sessione 2.2:*

**Scienza e tecnica a supporto della prevenzione sismica e della relativa preparazione**

***Grazie per l'attenzione***

<https://www.ptmbologna.it/ptm> approvato

DCM n. 16 del 12 maggio 2021