

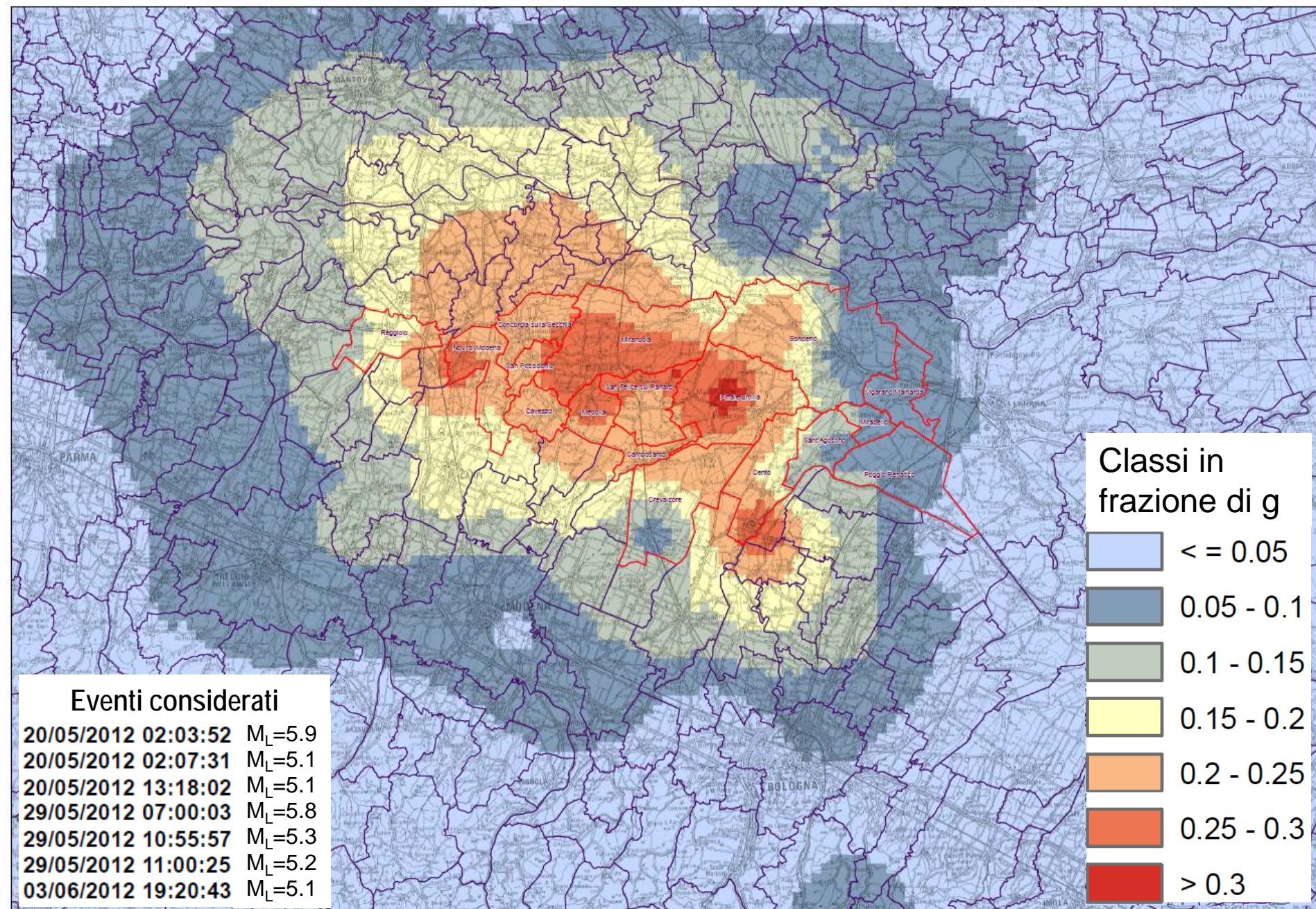
Effetto SISMA 2012

suolo e strutture

Microzonazione sismica dei Comuni $I_{MCS} \geq 6$
(Ordinanza 70/2012)

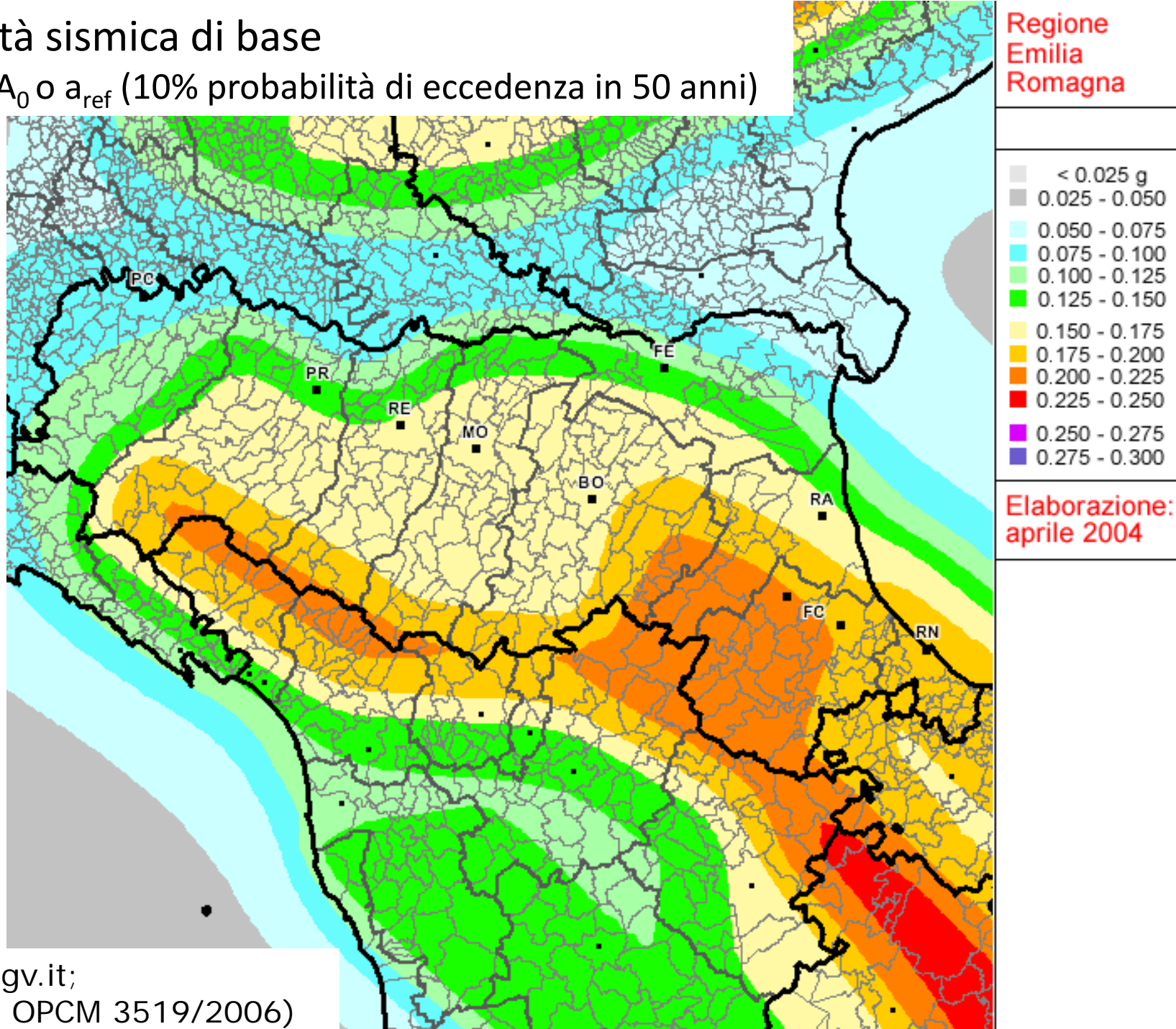
Luca Martelli

Massime PGA osservate (solo componenti orizzontali)

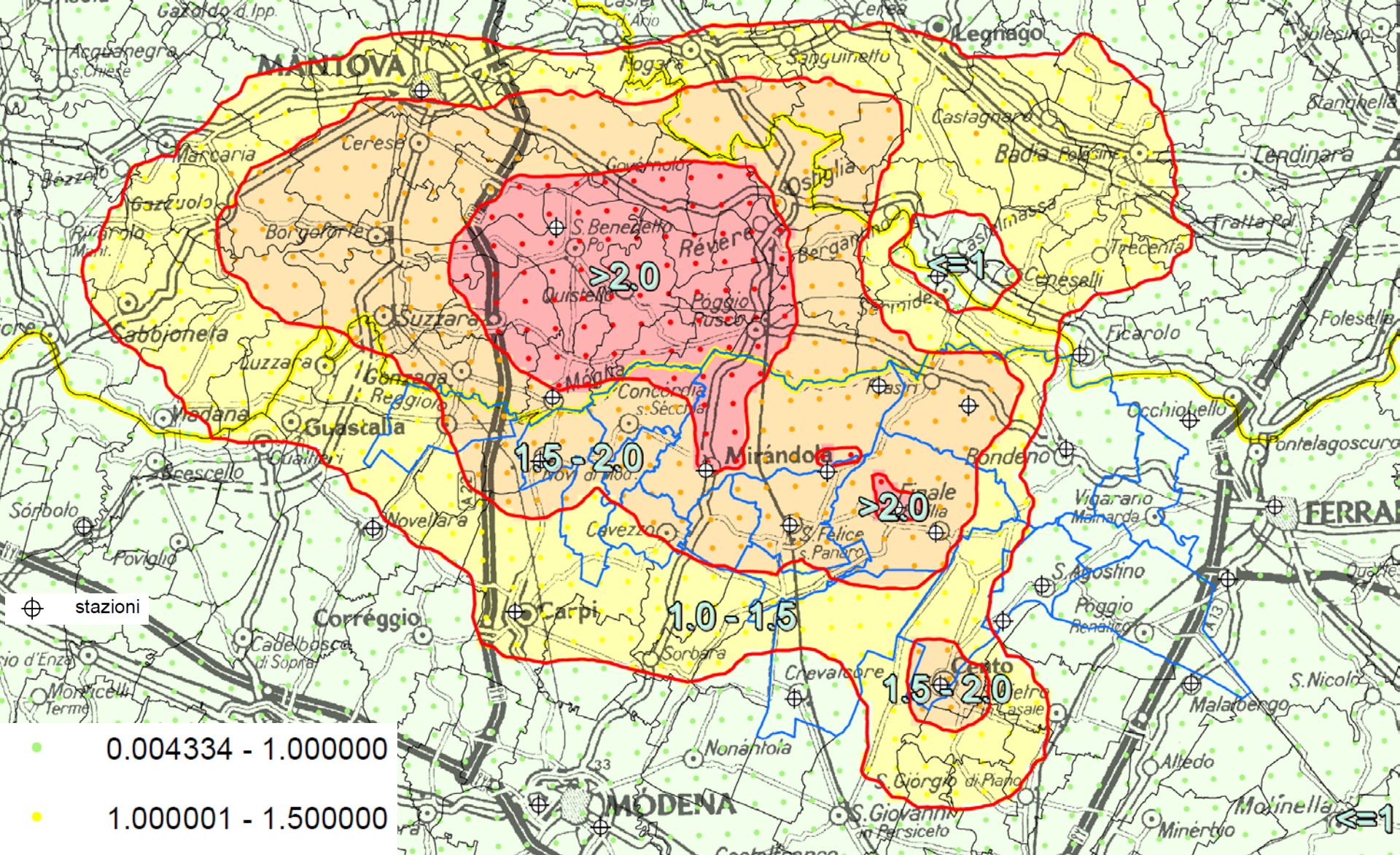


pericolosità sismica di base

valori di PGA_0 o a_{ref} (10% probabilità di eccedenza in 50 anni)



(da: www.ingv.it;
recepita con OPCM 3519/2006)



Stima FA_{PGA} da dati terremoto = $PGA_{osservate}/PGA_0$

In occasione dei terremoti del 20 e 29 maggio 2012 sono stati osservati anche diffusi effetti di liquefazione, in particolare nella zona ovest della provincia di Ferrara.



Carta degli effetti di liquefazione osservati dopo i terremoti del 20 e 29 Maggio 2012

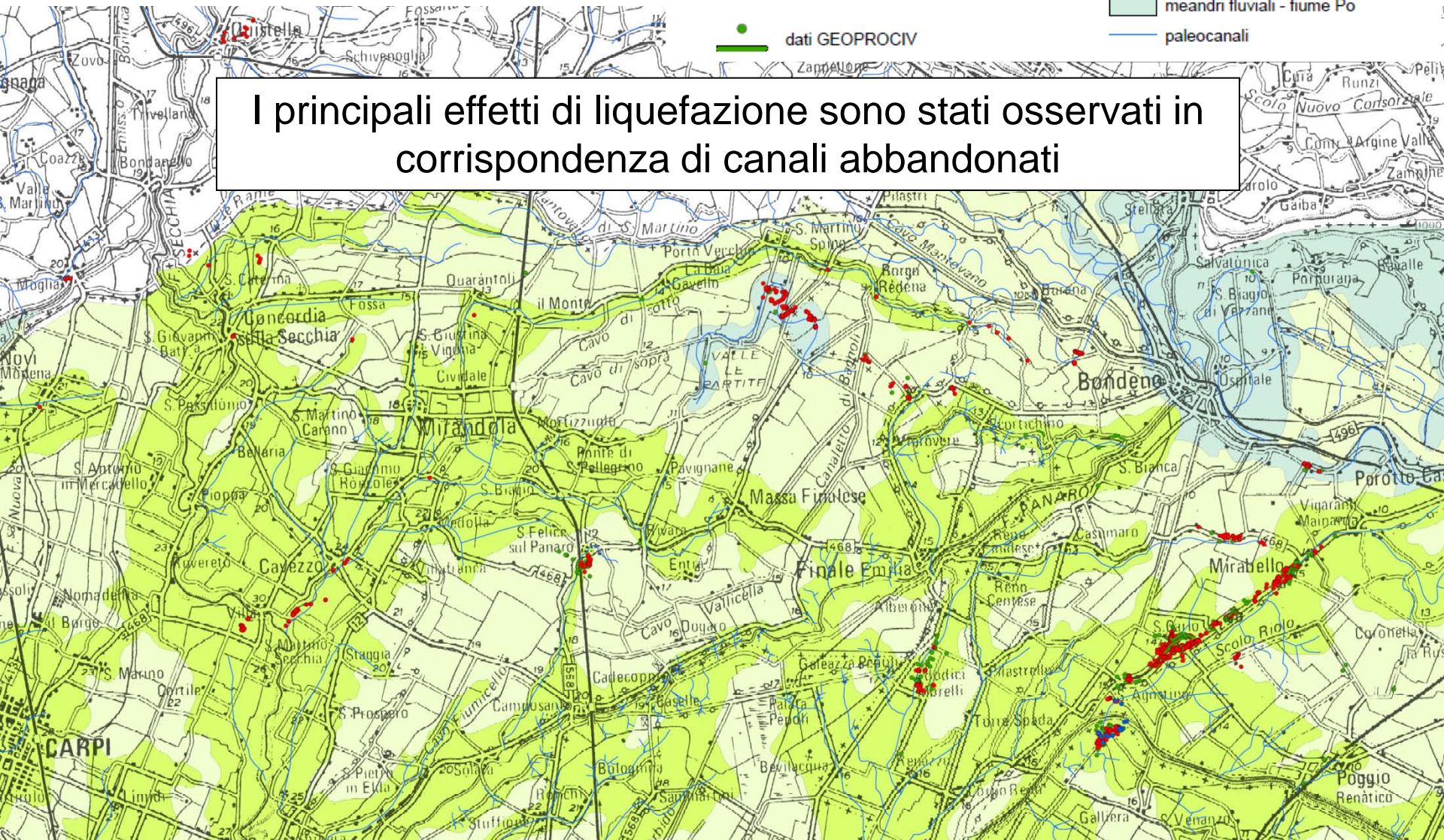
Fenomeni di liquefazione osservati (puntuali e lineari)

- dati STB RENO
- dati STB AFFLUENTI PO
- dati GEOPROCV

Paesaggio geologico

- argini - fiumi appenninici
- piana alluvionale - fiumi appenninici
- meandri fluviali - fiume Po
- paleocanali

I principali effetti di liquefazione sono stati osservati in corrispondenza di canali abbandonati



Considerata la suscettibilità dei territori colpiti dagli eventi sismici di maggio-giugno 2012 all'amplificazione del moto sismico e alla liquefazione, si è ritenuto necessario effettuare la microzonazione sismica, cioè la dettagliata suddivisione del territorio in base al comportamento del terreno durante e dopo il terremoto, dei territori più danneggiati.

La MS permette di perimetrare le zone a diversa amplificazione del moto sismico e quelle soggette a liquefazione.

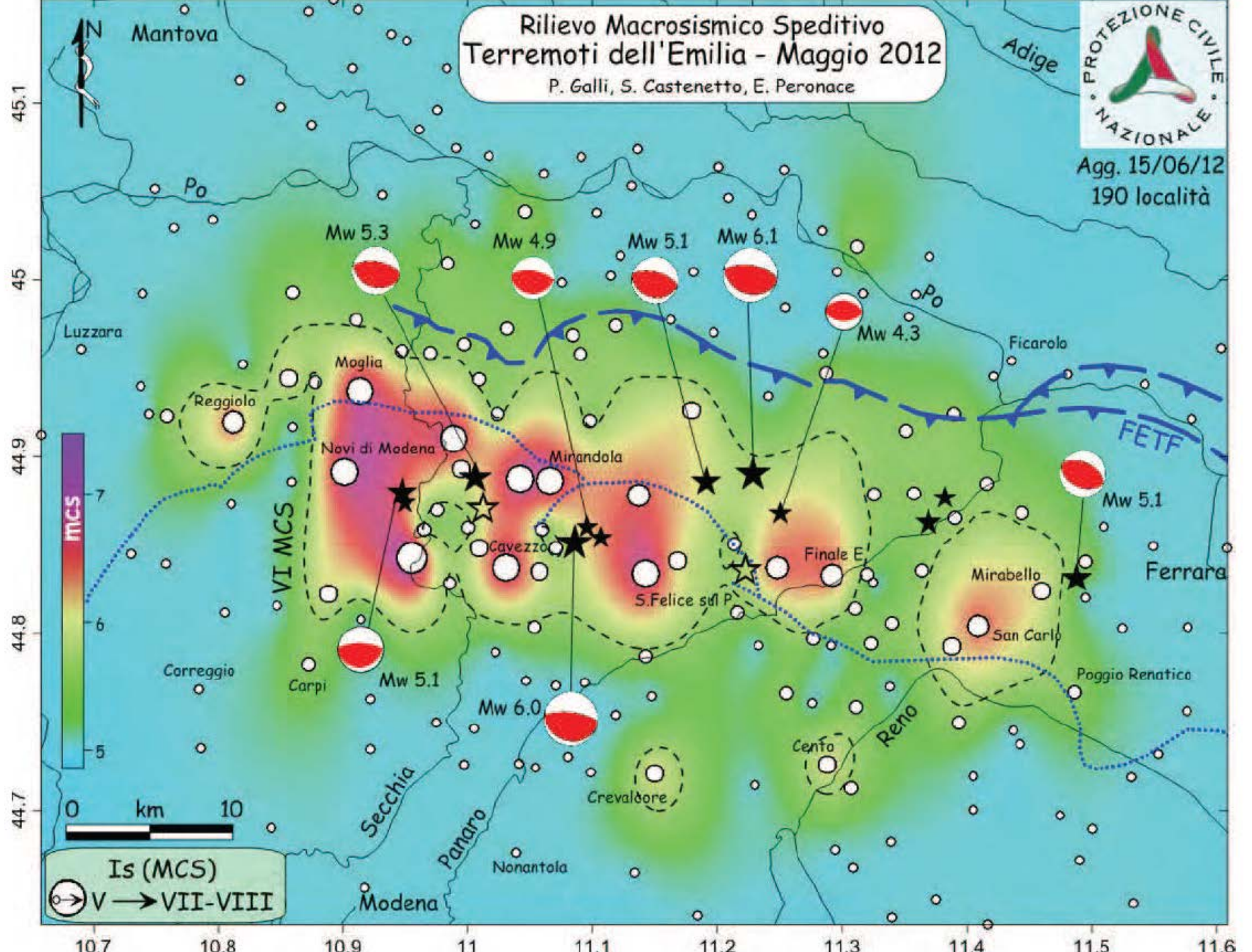
Il Commissario delegato - Presidente della Regione ha stabilito, con l'Ordinanza n. 70/2012, l'esecuzione della microzonazione sismica nei territori più colpiti dai terremoti del 20 e 29 maggio 2012, vale a dire quelli in cui sono stati osservati diffusi effetti di intensità macrosismica ≥ 6 (rapporto DPC: Galli et al., 2012).

Rilievo Macrosismico Speditivo Terremoti dell'Emilia - Maggio 2012

P. Galli, S. Castenetto, E. Peronace



Agg. 15/06/12
190 località



Mw 5.3

Mw 4.9

Mw 5.1

Mw 6.1

Mw 4.3

Mw 5.1

Mw 5.1

Mw 6.0

0 km 10

Is (MCS)

○ → V → VII-VIII

10.7

10.8

10.9

11

11.1

11.2

11.3

11.4

11.5

11.6

45.1

45

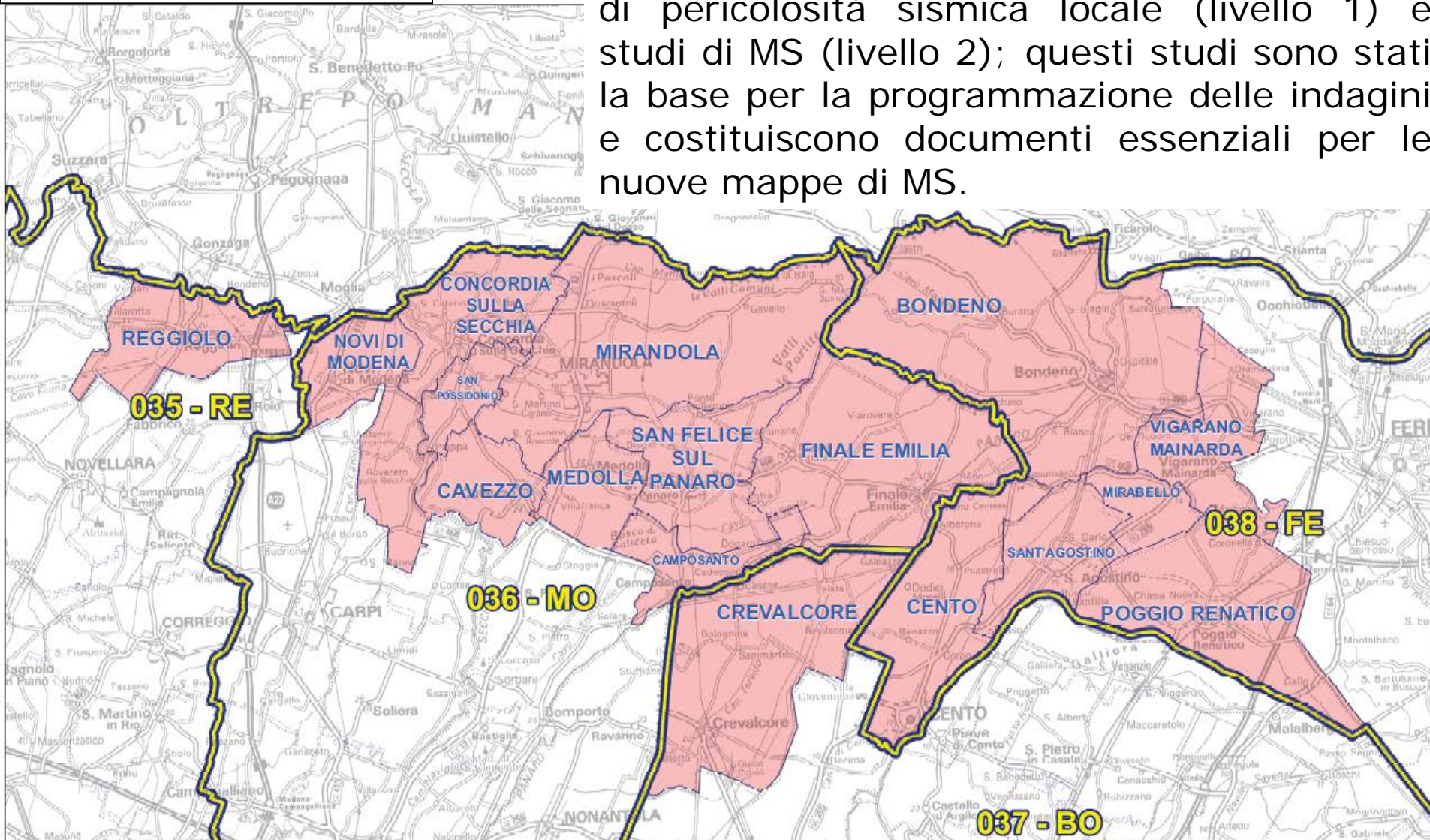
44.9

44.8

44.7

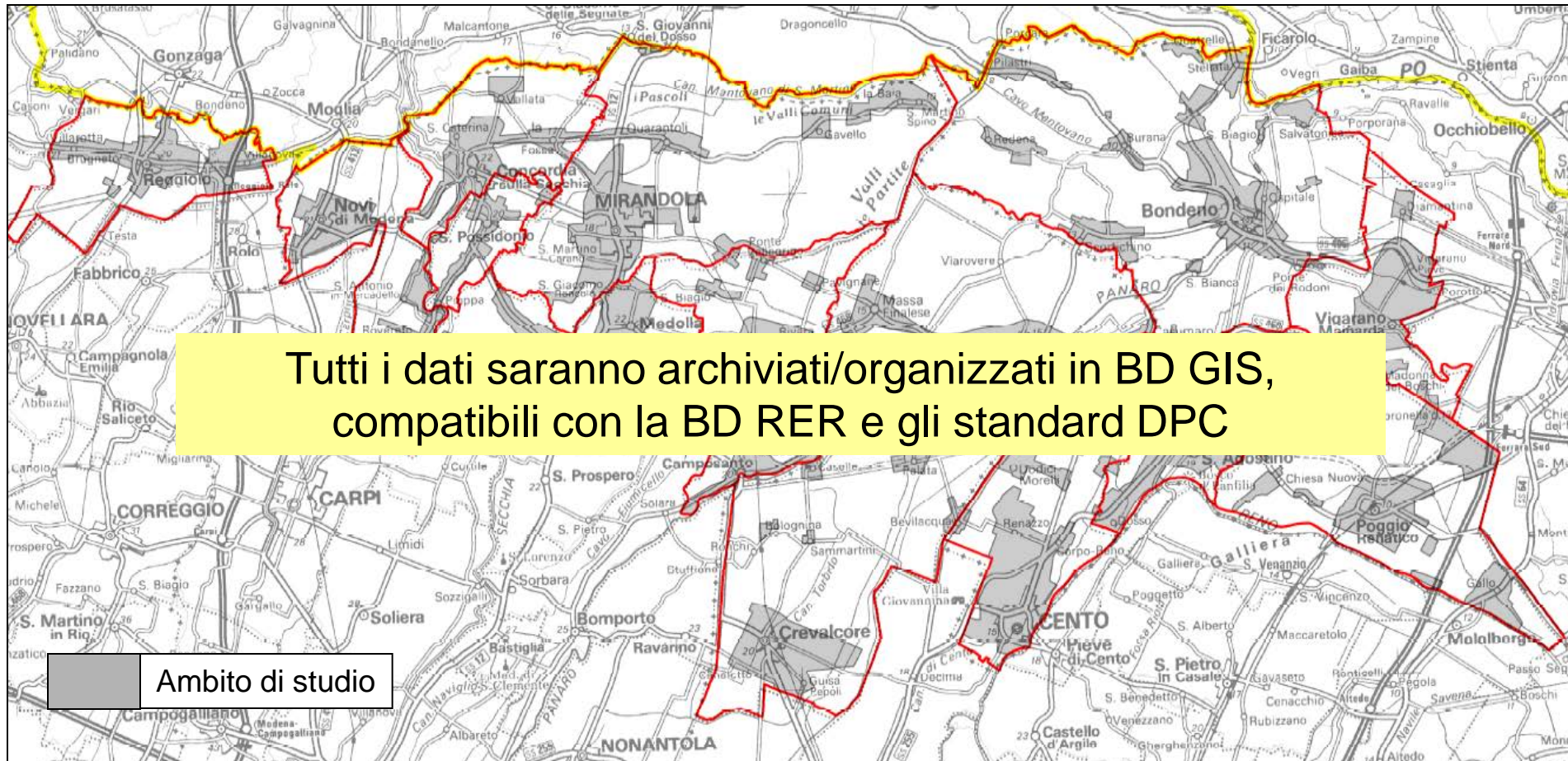
Comuni I_{MCS}≥6

In alcuni Comuni sono già disponibili analisi di pericolosità sismica locale (livello 1) e studi di MS (livello 2); questi studi sono stati la base per la programmazione delle indagini e costituiscono documenti essenziali per le nuove mappe di MS.



Altri studi di MS, nei comuni limitrofi, sono stati realizzati, sono in corso e saranno realizzati grazie ai contributi art. 11 L. 77/2009 (OPCM 3907/2010, OPCM 4007/2012 e OCDPC 52/2013)

La microzonazione sismica (MS) sarà effettuata nei centri abitati (capoluogo e frazioni), nelle aree di ricostruzione e in quelle d'interesse per future urbanizzazioni (indicate da Province e Comuni).



Obiettivi:

- MS livello 2 (carte di: FA_{PGA} , $FA_{0,1-0,5s}$, $FA_{0,5-1s}$)
- analisi delle Condizioni Limite per l'Emergenza (CLE);
- stima del rischio di liquefazione (MS livello 3) laddove sono presenti le condizioni predisponenti.

Risorse disponibili: € 380.000 (ord. 70/2012)

circa il 65%, € 250.000, destinato all'acquisizione di nuovi dati: indagini geotecniche e geofisiche, sia in sito (90%) che di laboratorio (10%);

la restante parte, € 130.000, destinata a incarichi per consulenze specialistiche:

1. supporto per la raccolta e analisi dei dati esistenti,
2. supporto per attività di cantiere e descrizione stratigrafia dei sondaggi,
3. definizione del moto di input,
4. analisi approfondita della risposta sismica locale e stima del rischio di liquefazione.

1 e 2: incarichi a geologi liberi professionisti

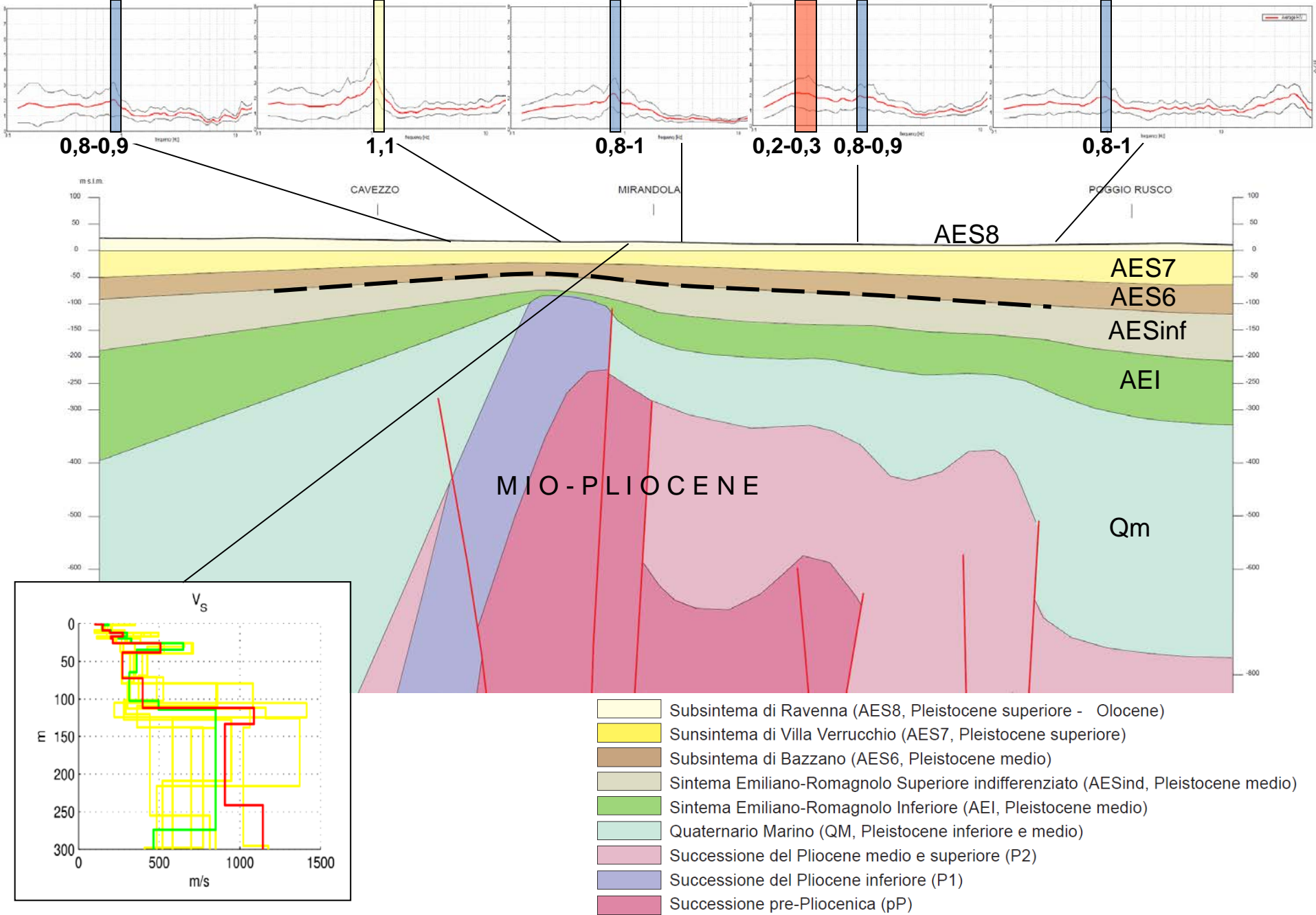
3 e 4: incarichi a enti di ricerca (università, CNR, INGV, INOGS) e a specialisti per particolari analisi e approfondimenti

La BD delle indagini pregresse ha permesso una programmazione mirata delle nuove indagini, sia come localizzazione che come tipologia.

Considerati gli studi già disponibili per Mirandola, S. Carlo (S. Agostino), Mirabello e Bondeno (verifiche sismiche argine dx Po e argine canale diversivo in loc. Scortichino) sono state programmate le seguenti nuove indagini in sito:

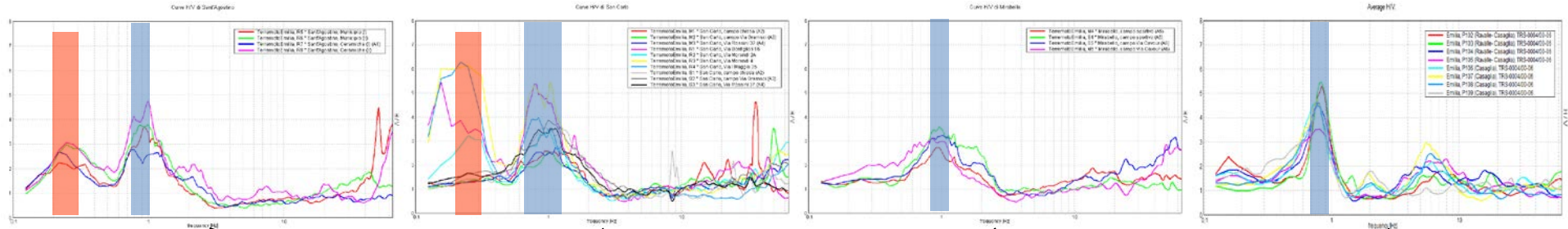
- 17 sondaggi a carotaggio continuo, profondi circa 50 m, di cui 10 DH, e prelievo di 30 campioni indisturbati;
- 1 CH profondo 140 m (Mirandola sud) e 1 CH a 100 m (Medolla nord);
- 100 SCPTU;
- 25 - 30 analisi di laboratorio;
- almeno 5 misure/centro abitato di sismica passiva a stazione singola e almeno 1 array in ogni capoluogo;

Al termine del programma di indagini, la MS sarà basata (considerando anche le indagini eseguite a S. Carlo e Mirabello dal gdl “Liquefazione 2012” e a Scortichino dal gdl “argini”), oltre che sulle indagini pregresse, su 23 nuovi sondaggi a carotaggio continuo a profondità comprese tra 20 e 50 m, 2 coppie di sondaggi profondi fino al bedrock, oltre 100 SCPTU, circa 200 misure H/V a stazione singola e una ventina di array



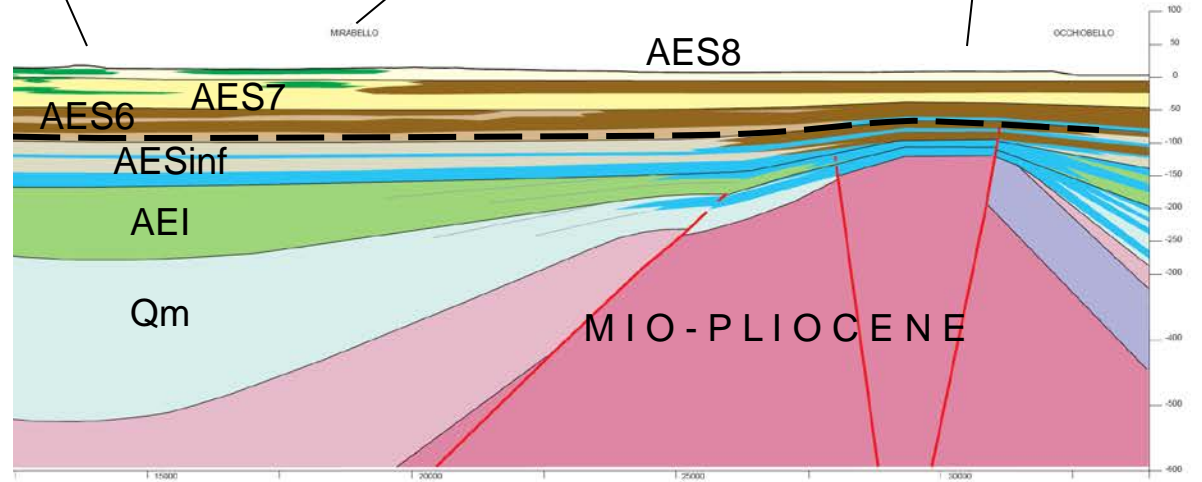
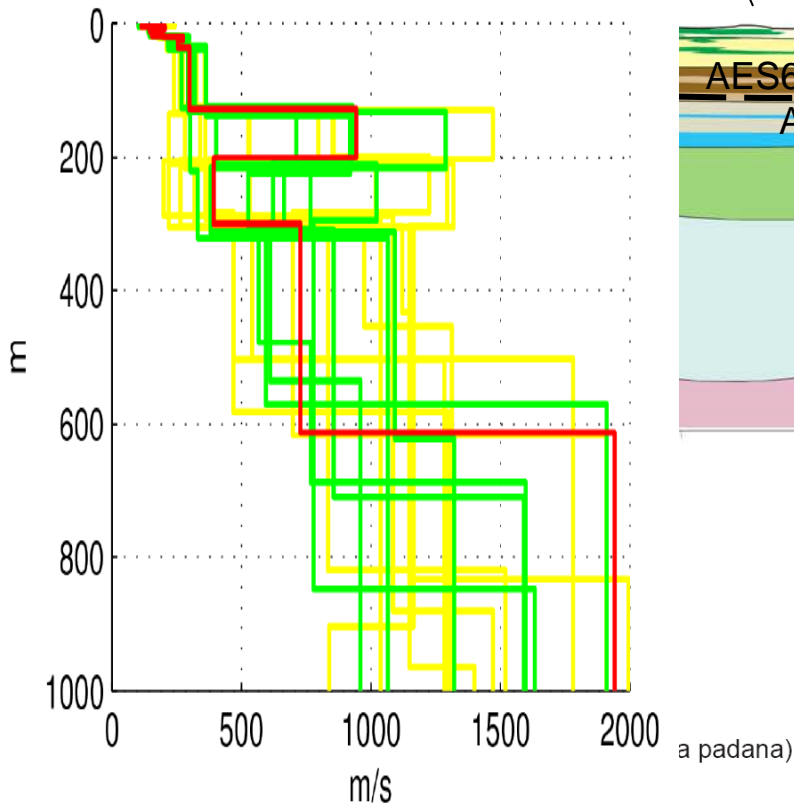
Sezione Cavezzo – Poggio Rusco (esagerazione verticale 12,5x)

Cento-Occhiobello (esagerazione verticale 12,5x)



S. Carlo

V_S



UNITA' IDROSTRATIGRAFICHE

- | | | |
|--------------------|---------|--|
| Gruppo Acquifero A | A0 | Subsistema di Ravenna (AES8, Pleistocene superiore - Olocene) |
| | A1 | Sunsistema di Villa Verrucchio (AES7, Pleistocene superiore) |
| | A2 | Subsistema di Bazzano (AES6, Pleistocene medio) |
| Gruppo Acquifero B | A3 e A4 | Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore indifferenziato (AESInd, Pleistocene medio) |
| | | Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI, Pleistocene medio) |
| Gruppo Acquifero C | | Quaternario Marino (QM, Pleistocene inferiore e medio) |
| | | Successione del Pliocene medio e superiore (P2) |
| | | Successione del Miocene superiore e del Pliocene inferiore (M-P1) |
| | | Marne del Miocene superiore (M) |

Bondeno

- Emilia P51 (Bc. TRS-000400-06)
- Emilia P52 (Loc. Agnelli). TRS-000400-06
- Emilia P3 (Agnelli-Castellina). TRS-000400-06
- Emilia P4 (Loc. Castellina). TRS-000400-06
- Emilia P5 (Castellina-Bondeno). TRS-000400-06
- Emilia P6 (Castellina-Zona Inc. Bondeno). TRS-000400-06
- Emilia P6 (Zona Inc. Bondeno). TRS-000400-06
- Emilia P6 (Zona Inc. Bondeno). TRS-000400-06
- Emilia P6 (Zona Inc. Bondeno). TRS-000400-06

Inverso (Pd)

Ravalle

- Emilia P10 (Ravalle-Casaglia). TRS-000400-06
- Emilia P11 (Ravalle-Casaglia). TRS-000400-06
- Emilia P1 (Proprieta-Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P2 (Proprieta-Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P3 (Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P4 (Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P5 (Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P6 (Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P7 (Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P8 (Ravalle). TRS-000400-06
- Emilia P9 (Ravalle-Casaglia). TRS-000400-06

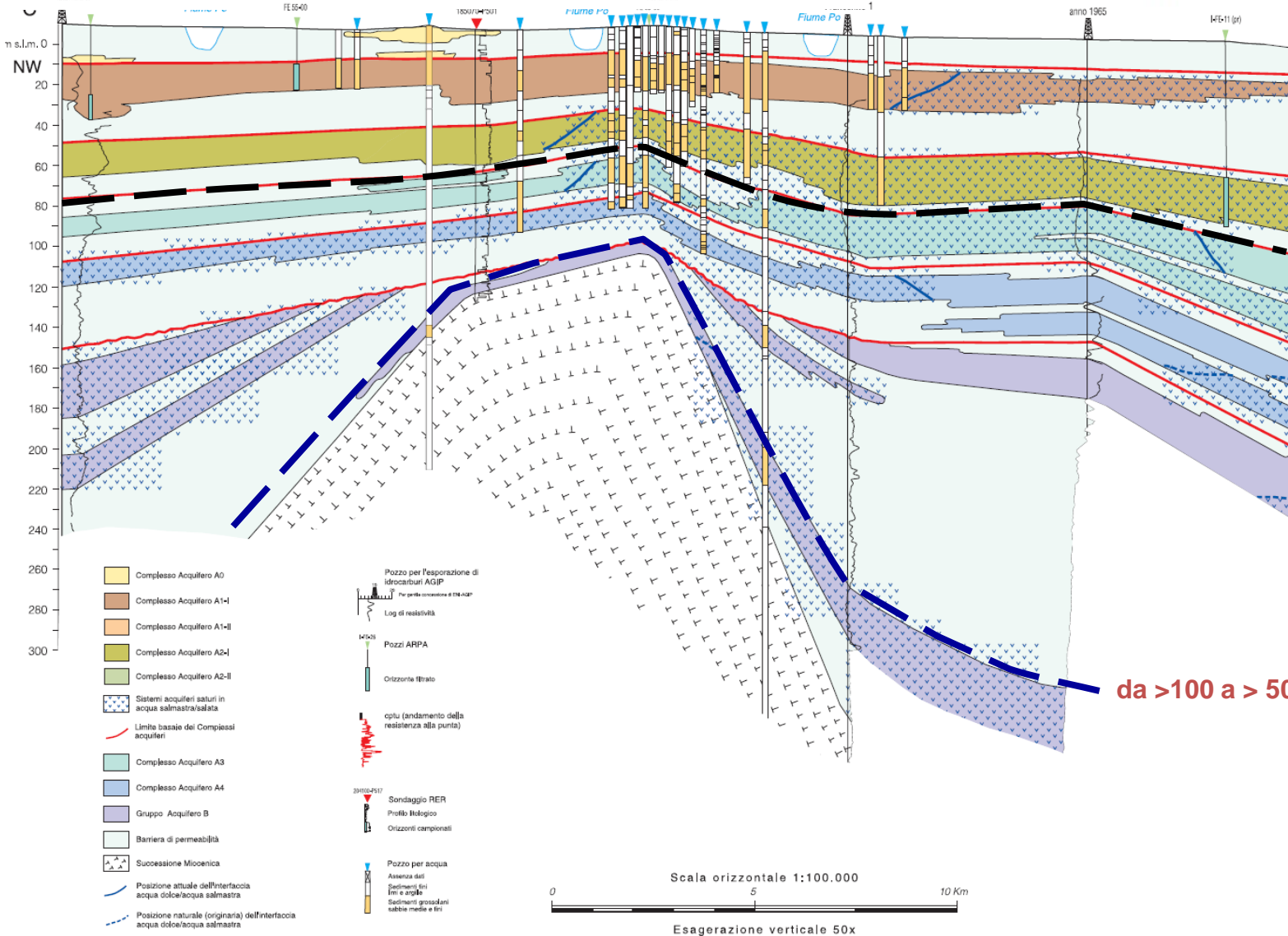
Se.

Inverso (Pd)

Pescara

- Emilia P12 (Francinno)
- Emilia P13 (Francinno)
- Emilia P14 (Francinno)
- Emilia P15 (Francinno)
- Emilia P16 (Francinno-Pescara)
- Emilia P17 (Francinno-Pescara)
- Emilia P18 (Pescara)

Inverso (Pd)

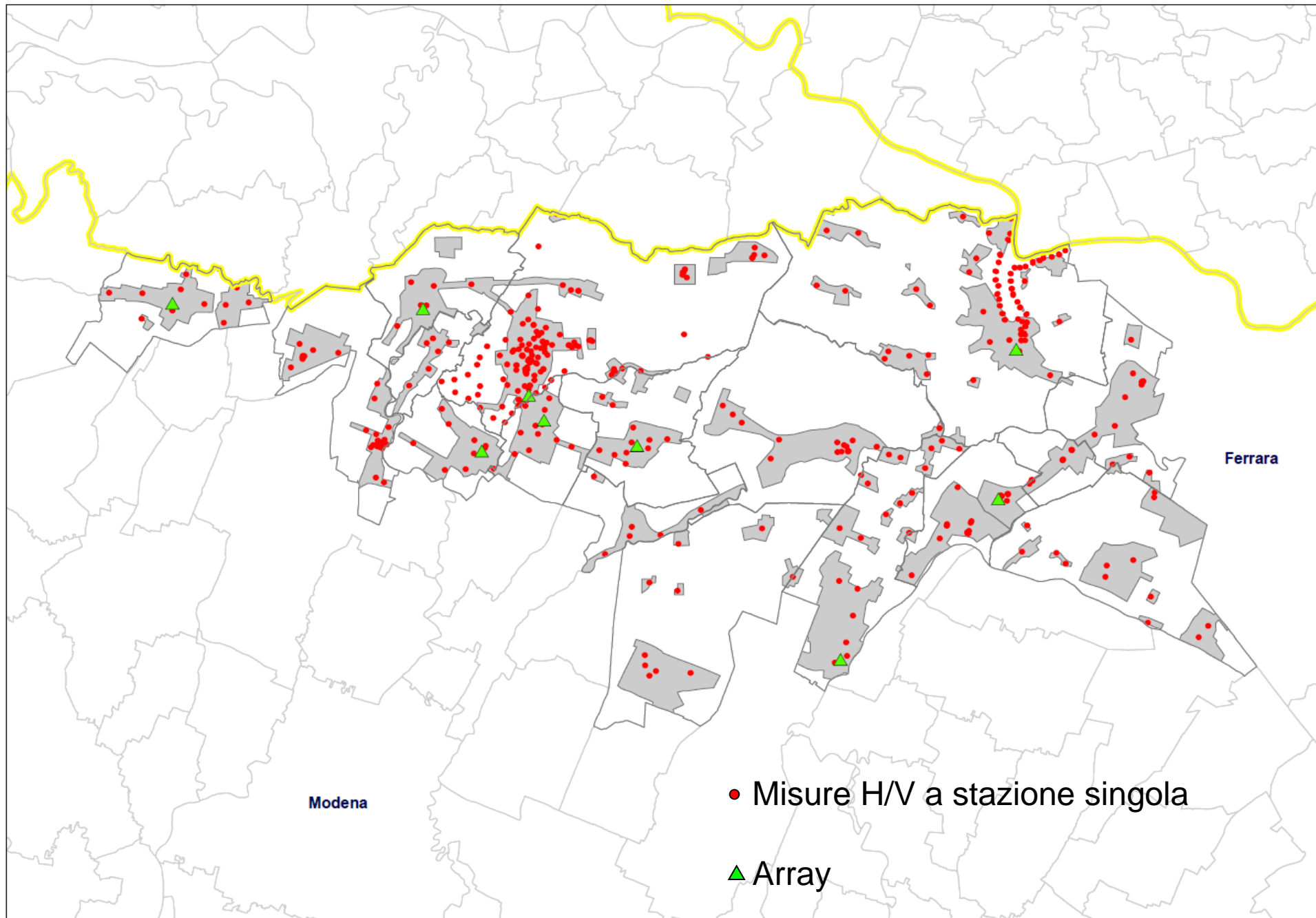


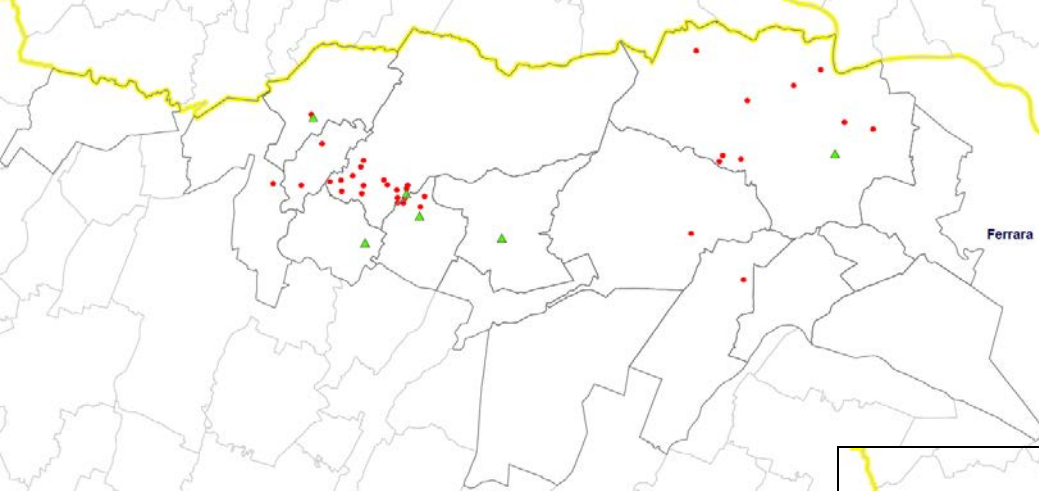
60-100 m da pc

da >100 a > 500 m da pc

Scala orizzontale 1:100.000
 0 5 10 Km
 Esagerazione verticale 50x

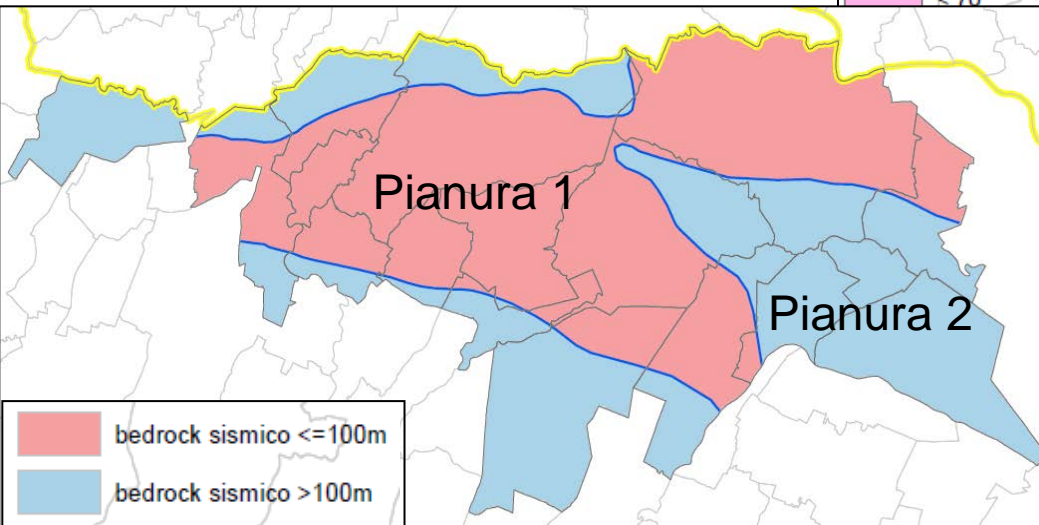
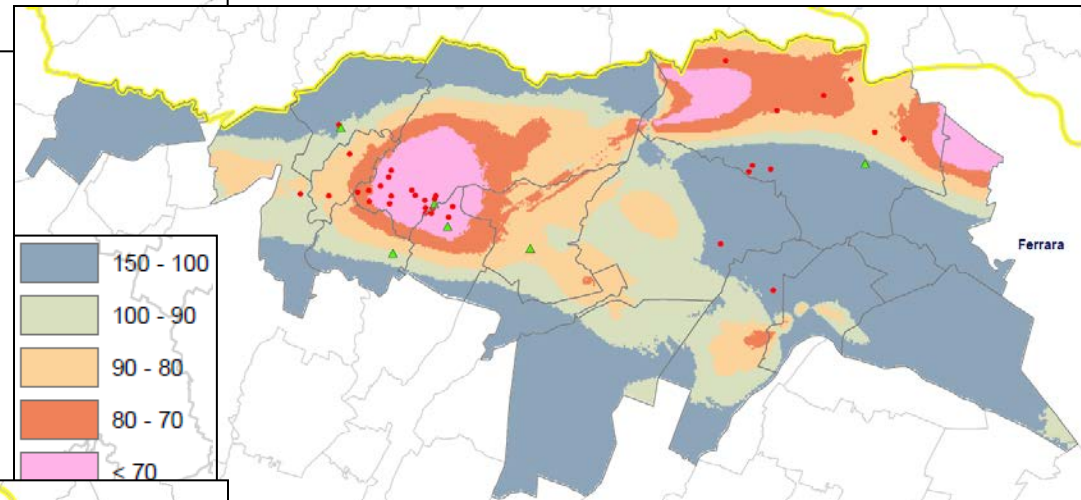
Nuove misure di sismica passiva finora elaborate





- Misure H/V a stazione singola con $F_0 > 1$ e $A > 2,5$
- ▲ Array con importanti superfici di discontinuità Vs a profondità < 100 m

Cfr H/V e profondità base AES6
(230-250.000 anni)

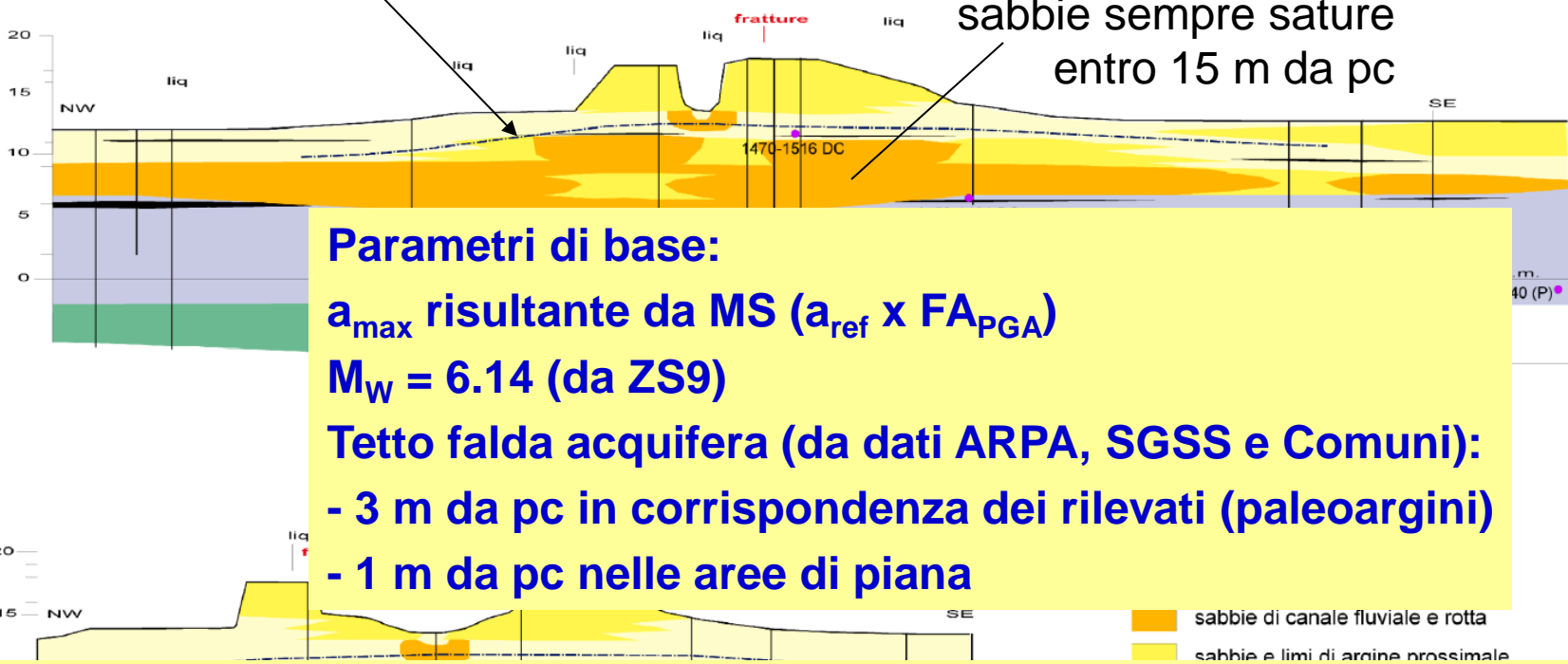


bedrock sismico (\approx pre AES6)

La stima dei vari FA avverrà secondo le tabelle allegate agli indirizzi regionali per studi di MS (DAL 112/2007), considerando la profondità del bedrock

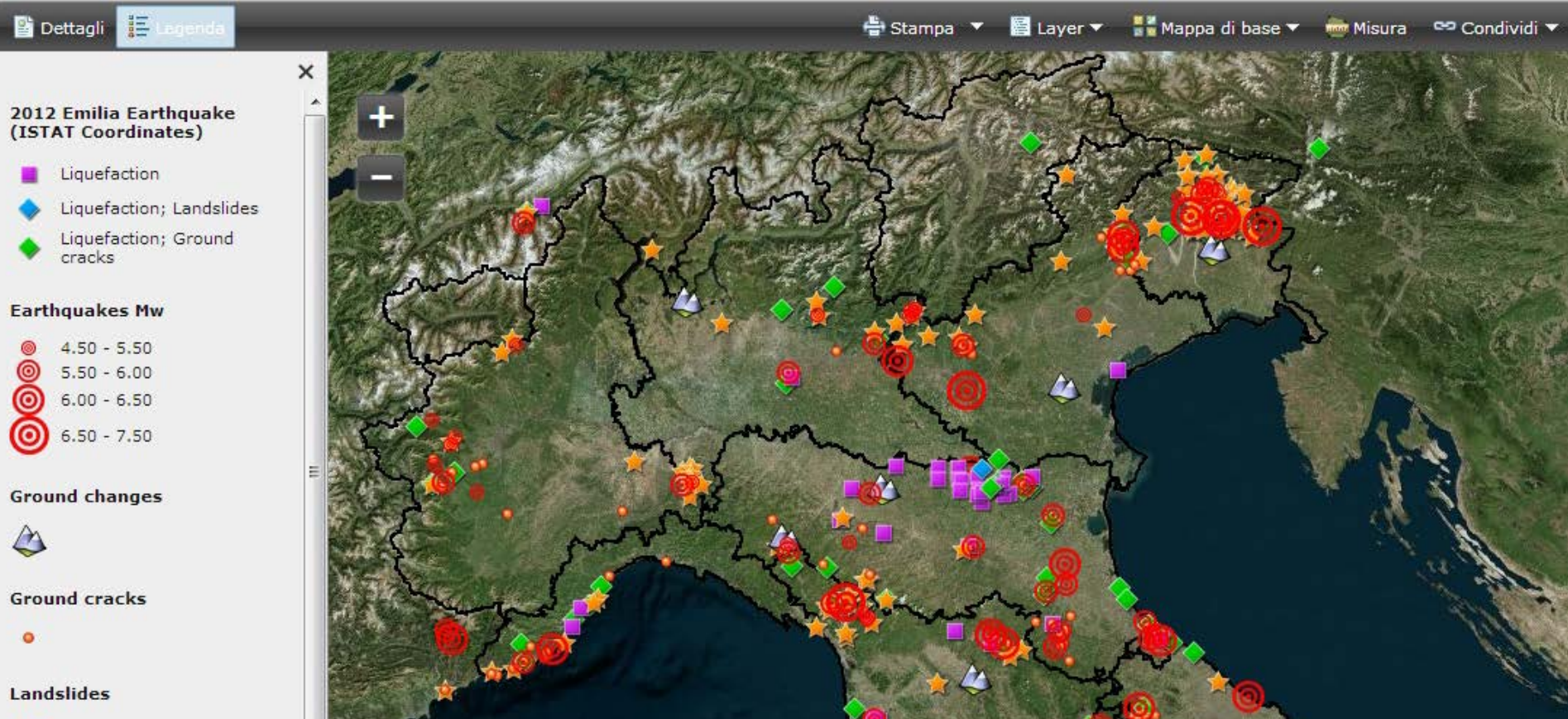
Per esigenze di tempo le verifiche del rischio di liquefazione nei 17 comuni oggetto della MS ord. 70/2012 sono state suddivise in 4 gruppi di lavoro. Per assicurare risultati omogenei su tutto il territorio indagato, i 4 gdl operano in maniera coordinata.

livello della falda a fine luglio



I gdl hanno testato le procedure di verifica speditiva del rischio liquefazione note (v. letteratura scientifica) e hanno selezionato i due metodi che meglio si accordano con i fenomeni osservati (Idriss & Boulanger, 2008; AGI; 2005). Sono già in corso le verifiche del rischio liquefazione in corrispondenza delle verticali di indagine (CPT, CPTe, CPTU) pregresse.

CEDIT: ITALIAN CATALOGUE OF SEISMIC GROUND FAILURES



Catalogo degli effetti deformativi del suolo indotti da forti terremoti in Italia, aggiornato con gli effetti sismoindotti dal terremoto dell'Emilia 2012.

Sulla rivista Italian Journal of Engineering Geology and Environment di dicembre 2012 è pubblicato l'articolo in bilingua che illustra il contenuto del catalogo.

Al momento il catalogo è disponibile in sola consultazione, ma entro fine anno la sua struttura verrà completamente rinnovata per poter essere anche interrogabile e scaricabile.

Effetto SISMA 2012

suolo e strutture

Grazie dell'attenzione

Luca Martelli