



This research has been carried out within the framework of the European LIQUEFACT project. The LIQUEFACT project has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Grant Agreement No. 700748



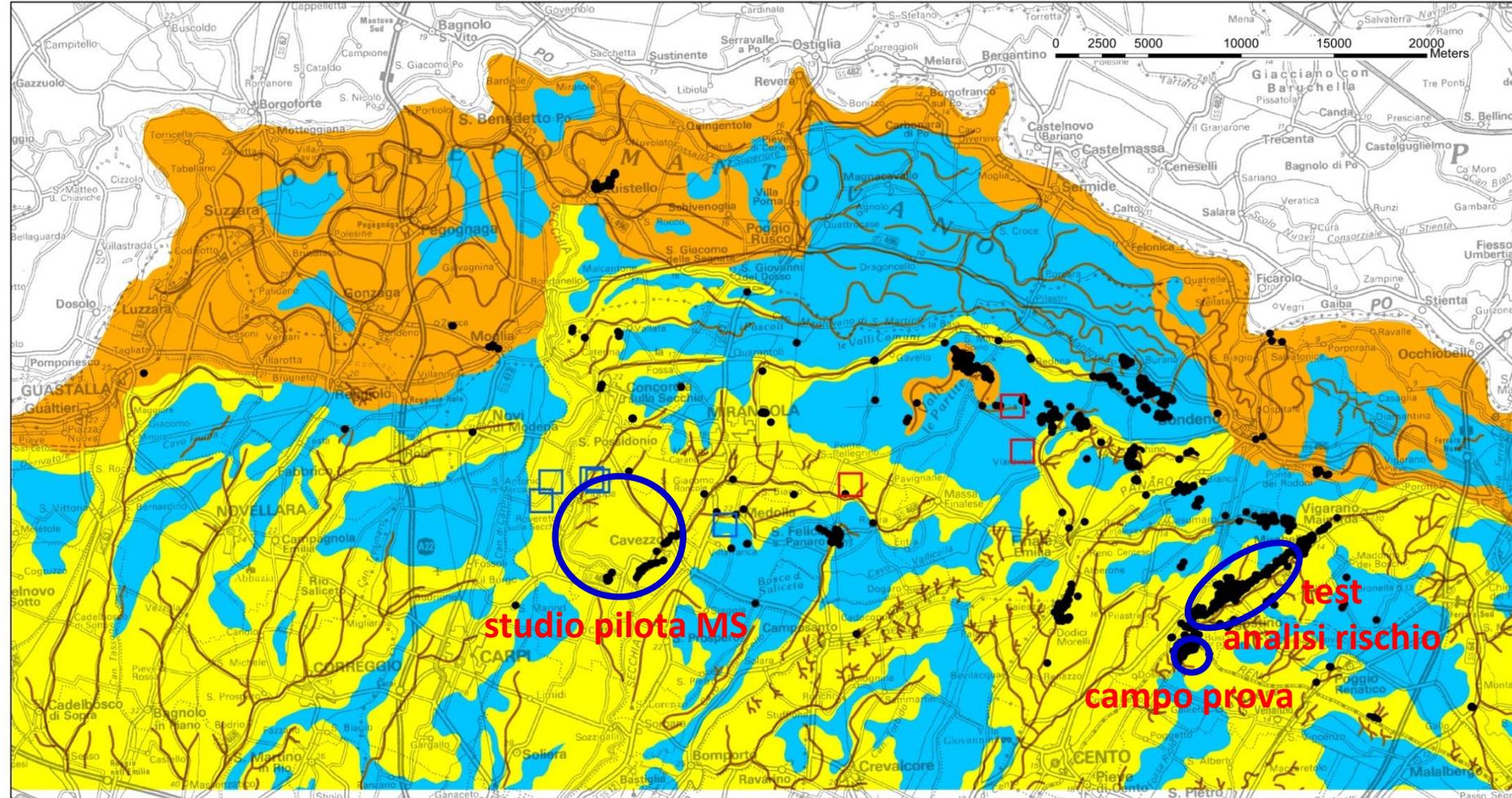
# Il supporto a LIQUEFACT della Regione Emilia-Romagna e delle Amministrazioni Locali

**Luca Martelli**



servizio geologico  
sismico e dei suoli

# Le scosse principali del 20 e 29/5/2012 ( $M_W=6,1$ ; $M_W=5,9$ ) hanno provocato diffusi fenomeni di liquefazione in un vasto settore della pianura emiliana e nell'Oltrepo mantovano.



□ terremoti  $M \geq 5$  del 20/5/2012

□ terremoti  $M \geq 5$  del 29/5/2012

■ prevalenti argille e limi

■ prevalenti sabbie del Po

■ prevalenti sabbie e limi dei fiumi appenninici

• sito con effetti di liquefazione

— paleocanali

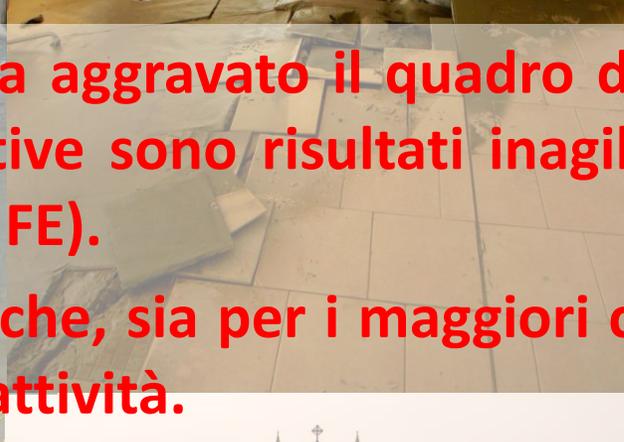
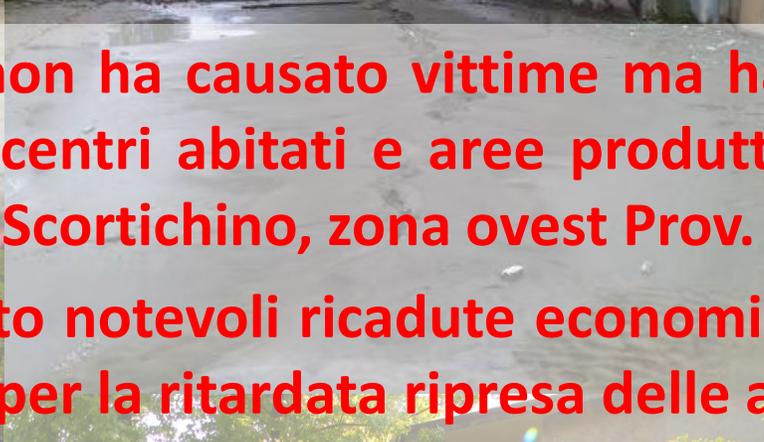
Questo territorio si prestava quindi molto bene allo studio del fenomeno della liquefazione.

Perciò i Partner italiani di Liquefact si sono rivolti alla Regione per un supporto logistico e operativo.

## esempi di danni correlabili alla liquefazione

La liquefazione non ha causato vittime ma ha aggravato il quadro del danneggiamento; alcuni settori di centri abitati e aree produttive sono risultati inagibili per mesi (es.: S. Carlo, Mirabello, Scortichino, zona ovest Prov. FE).

Ciò ha comportato notevoli ricadute economiche, sia per i maggiori costi di riparazione e ricostruzione sia per la ritardata ripresa delle attività.



# liquefazioni successive nello stesso sito: lo stadio comunale di S. Felice del Panaro



29 maggio 2012

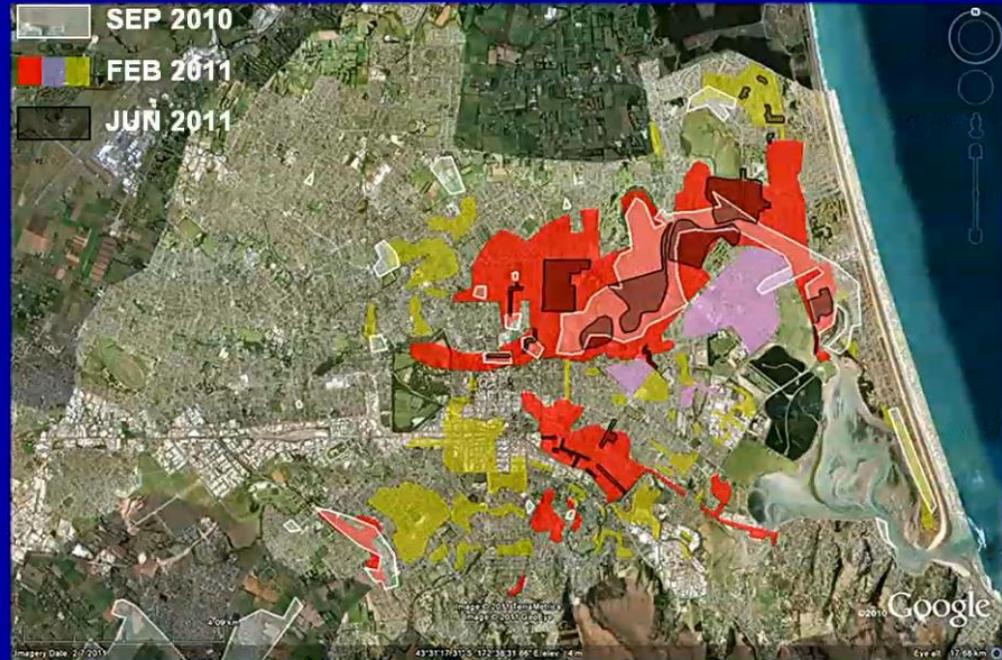
(da Fioravante e Giretti, 2012)



## Re-liquefaction at Avonside



## Multiple Episodes of Severe Liquefaction



Prof. Misko Cubrinovski  
University of Canterbury,  
New Zealand  
"Impacts of Liquefaction  
in the 2010-2011  
Christchurch  
Earthquakes and  
rehabilitation projects"

Liquefact workshop  
Bologna 3/10/2016

Azioni post sisma 2012:

- **contributi economici per interventi di mitigazione del rischio di liquefazione** per la riparazione/ricostruzione degli edifici risultati inagibili nelle aree dove erano stati rilevati fenomeni di liquefazione (OC 51/2012; OC 57/2012; OC 86/2012).
- **indicazioni sulle tecniche** ritenute più idonee in base alle caratteristiche geologiche locali (DD 12418/2012) **e linee guida sulle indagini geotecniche** e la documentazione tecnica da produrre a supporto delle richieste dei suddetti contributi (DD 1105/2014).

Ben presto è apparsa evidente la **necessità di verificare l'efficacia di nuove tecniche e l'effettiva possibilità di realizzare gli interventi, soprattutto in presenza di edifici esistenti.**

Poiché tra le **finalità di Liquefact** figurano **l'analisi e la verifica dell'efficacia di tecniche di intervento e la redazione di linee guida per la prevenzione e mitigazione dei danni da liquefazione**, Liquefact è stato ritenuto un progetto di particolare interesse e la **Regione ha immediatamente aderito all'invito di collaborazione in qualità di stakeholder/end-user.**

La collaborazione tra Regione e partner di Liquefact è stata regolata da 3 accordi di collaborazione approvati dalla Giunta Regionale.

## Prime azioni della Regione

- 1. rendere disponibili le proprie banche dati e cartografie e le competenze delle proprie strutture tecniche** (Servizio Geologico, sismico e dei suoli; Agenzia Regionale per la Ricostruzione Sisma 2012);
- 2. promuovere e favorire il coinvolgimento attivo delle Amministrazioni Locali** dei territori maggiormente interessati dal fenomeno della liquefazione, promuovendo anche **incontri e confronti con le varie Società di gestione delle reti di servizi sul territorio**;
3. poiché il progetto prevedeva test a grandezza reale, i.e. in sito, una delle prime attività è stata **l'individuazione di aree idonee per realizzare studi pilota e campi prova.**

Le verifiche sperimentali previste riguardavano:

- le **tecniche di indagine** per la caratterizzazione del fenomeno e delle conoscenze litostratigrafiche, geotecniche e geofisiche dei siti ai fini della definizione del rischio,
- le procedure di **microzonazione sismica** in aree suscettibili di liquefazione,
- la **determinazione del rischio sismico** in aree suscettibili di liquefazione,
- **l'efficacia di alcune tecniche di mitigazione** degli effetti della liquefazione sismoindotta.

# Area test per la microzonazione sismica (MS)

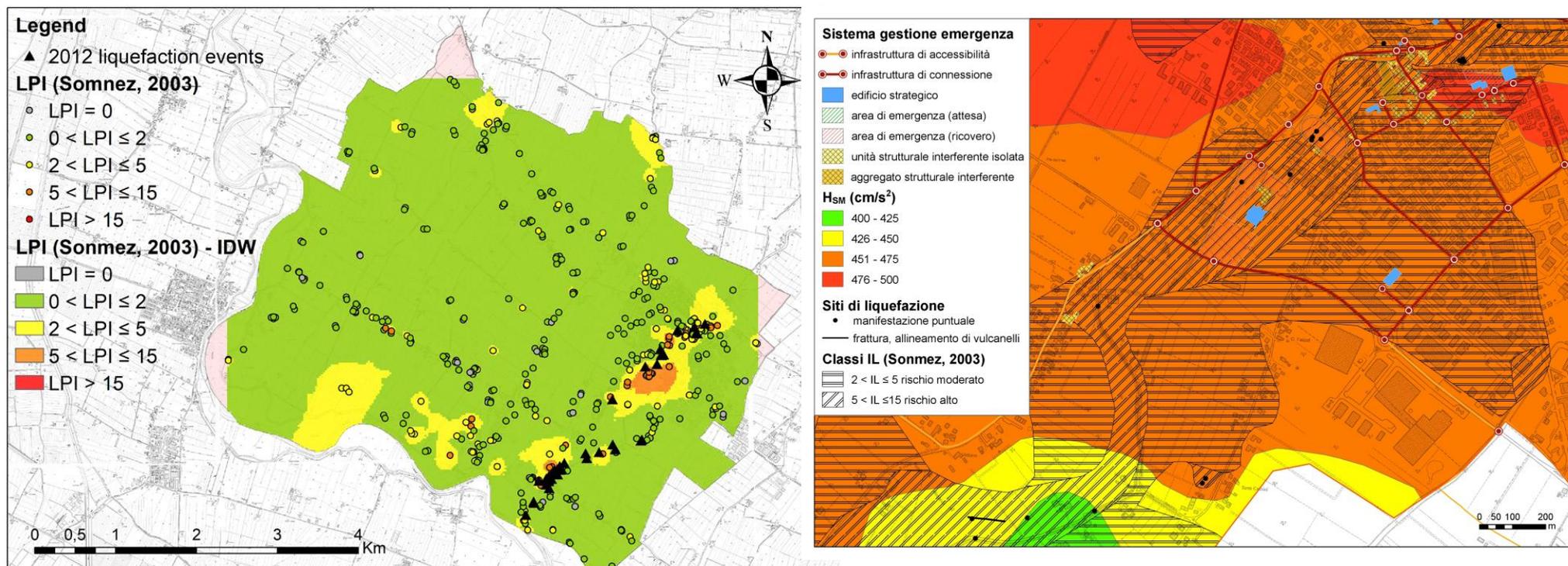
**Criteri di scelta:** quantità dei fenomeni di liquefazione osservati, **danneggiamento**, disponibilità di **indagini**, **studi MS pregressi**, **varietà di ambienti** deposizionali e contesti litostratigrafici.

Comune individuato: **Cavezzo**, che già aveva richiesto l'adeguamento/aggiornamento di MS e analisi CLE, realizzate per la ricostruzione.

**Accordo di collaborazione** RER, EUCENTRE, UniPV (DICAr e DSTA), Comune, Provincia di Modena (**DGR 501/2017**). **V. Lai et al.**

Hanno fornito contributi:  
UniMORE (DSCG),  
OGS TS e INGV MI.

Analisi CLE a cura di:  
Agenzia regionale  
Ricostruzione Sisma,  
Provincia di Modena  
e Comune.



# Campo prova

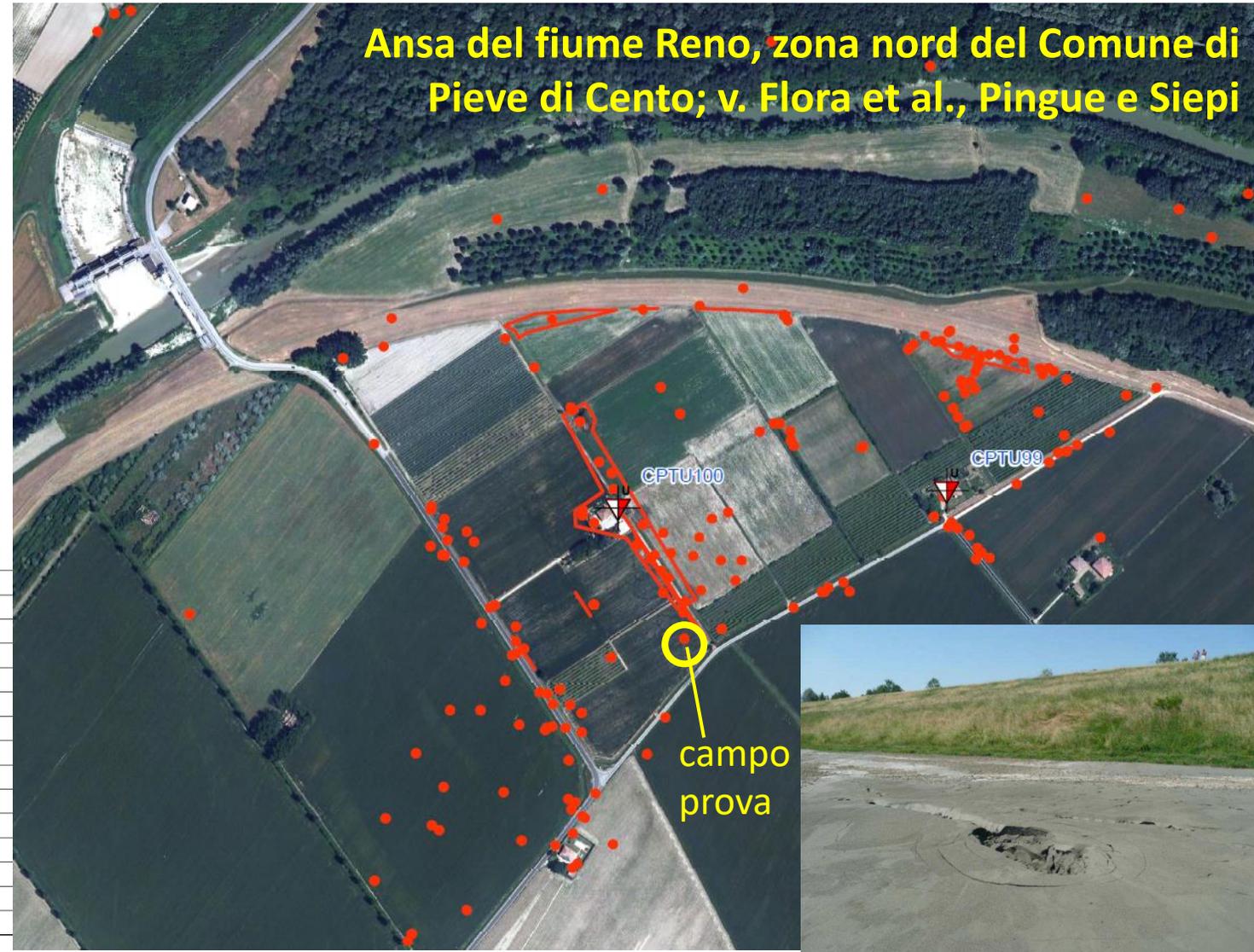
**Finalità:** caratterizzazione del fenomeno della liquefazione e verifica dell'efficacia di alcune tecniche di mitigazione

**Attività previste:** riprodurre artificialmente, tramite una piastra vibrante montata su un autocarro di grandi dimensioni, la liquefazione e quindi monitorare attentamente il fenomeno nel tempo.

Requisiti richiesti:

- facile accessibilità e lontananza da edifici e infrastrutture,
- terreni granulari saturi in superficie e di sufficiente spessore.

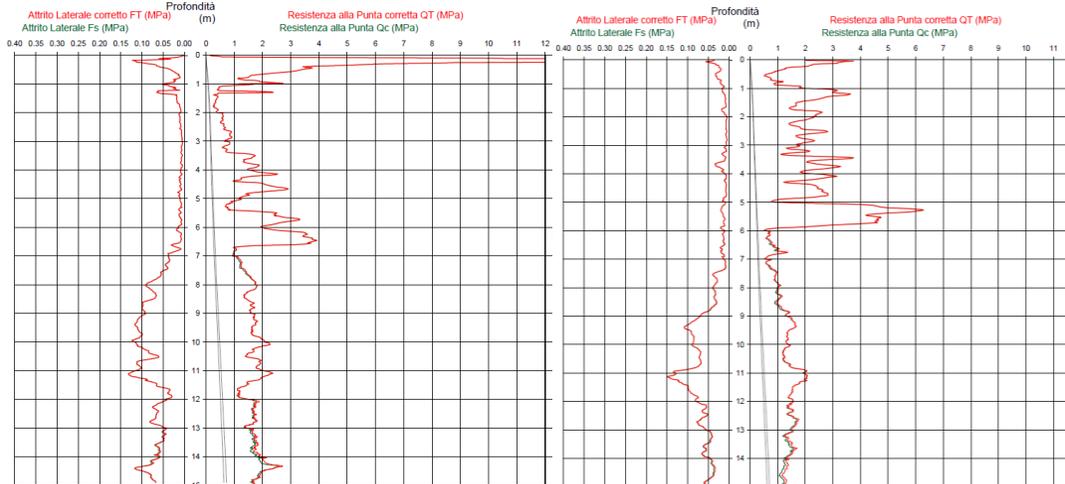
L'attenzione è stata ovviamente focalizzata nelle aree con i maggiori effetti sisma 2012



CPTU 99

CPTU100

2



**Accordo con Università «Federico II» di Napoli**, Dip. Ingegneria Civile Edile e Ambientale (DGR 1435/ 2017).

*Oggetto: a) analisi della vulnerabilità di infrastrutture e strutture e dei danni indotti dalla liquefazione nel sisma 2012; b) analisi di tecniche per la mitigazione dei danni da liquefazione.*

a) Fondamentali le banche dati dei rilievi dei danni (**schede AeDES**) e dei progetti per la ricostruzione (**MUDE, FENICE e SFINGE**).

Lo studio ha permesso di definire **curve di fragilità per la stima del danno in funzione dell'indice di liquefazione**. A tal fine è stato definito un **nuovo indice del potenziale di liquefazione ( $I_{AM}$ )**, correlabile al cedimento indotto dalla dissipazione delle sovrappressioni interstiziali sismoindotte. V. Di Ludovico et al.

b) Analizzate **due tecniche di mitigazione di particolare interesse per l'applicazione in aree urbanizzate: dreni orizzontali e parziale saturazione indotta** (*Induced Partial Saturation, IPS*).

L'analisi è stata condotta considerando **evidenze sperimentali** acquisite **a diverse scale**:

- in laboratorio, in **centrifuga sismica** su modelli a scala ridotta (v. Fioravante et al.),
- in un **campo prova**, ovvero in scala 1:1 (v. Pingue e Siepi).

Lo studio ha permesso di definire **procedure di progettazione per entrambi le tecniche**. V. Flora et al.

**Accordo con Università di Cassino e del Lazio Meridionale**, Dip. di Ingegneria Civile e Meccanica (DGR 2077/ 2017).

*Oggetto: analisi dei dati per la valutazione della vulnerabilità di strutture e infrastrutture alla liquefazione, dei danni indotti e **sviluppo di approcci metodologici finalizzati al miglioramento della resilienza.***

Dati di base: **banche dati AeDES, MUDE, FENICE e SFINGE; studi MS**

Lo **studio pilota** è stato condotto nel Comune di Terre del Reno (frazioni di **San Carlo e Mirabello**) ed ha permesso di definire una **metodologia per la valutazione del rischio da liquefazione con strumenti e procedure semplificati, facilmente implementabili su una piattaforma GIS ed applicabili in maniera estensiva.** V. Modoni et al.

## Ringraziamenti particolari

- a tutti i **colleghi del SGSS** che hanno consentito l'utilizzo delle banche dati, in particolare i colleghi «**informatici**» e gli **ingegneri** che hanno supportato, e soprattutto sopportato, le frequenti richieste;
- ai **colleghi dell'Agenzia per la Ricostruzione Sisma 2012**;
- a **Luca Borsari**, allora Assessore ai Lavori Pubblici e all'Ambiente e oggi Sindaco del Comune di Pieve di Cento, per avere reso possibile la realizzazione del campo prova;
- alla **famiglia Govoni** per avere concesso l'uso del terreno per il campo prova;
- a **Susy Baraldi** e **Agnese Malagoli** dell'Amministrazione Comunale di Cavezzo per avere reso possibile lo studio pilota di microzonazione sismica;
- a **Elena Melloni**, allora responsabile dei settori Lavori Pubblici e Urbanistica del Comune di Terre del Reno, oggi direttore dell'Area Tecnica e Assetto del Territorio del Comune di Crevalcore, per avere agevolato tutte le attività svolte a S. Agostino, S. Carlo e Mirabello;
- a **Simonetta** per l'allestimento degli atti di questa videoconferenza;
- a **Paola** e **Madalina** senza le quali questa videoconferenza non sarebbe stata possibile.

**Grazie per l'attenzione**

*luca.martelli@regione.emilia-romagna.it*