



*WORKSHOP di Microzonazione Sismica*  
*Dalla ricerca scientifica a nuovi standard, pratiche e linee guida*

## ***Il contributo della geotecnica***

 UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA  
DIPARTIMENTO DI **INGEGNERIA**  
**DELL'AMBIENTE**

**Paolo Zimmaro, Ph.D.**

Professore Associato

Dipartimento di Ingegneria dell'Ambiente

Università della Calabria

Research Affiliate

John Garrick Institute for the Risk Sciences

University of California, Los Angeles

**DIAM**  
diam.unical.it  
UNIVERSITÀ  
DELLA CALABRIA 

**UCLA** **Samueli**  
School of Engineering

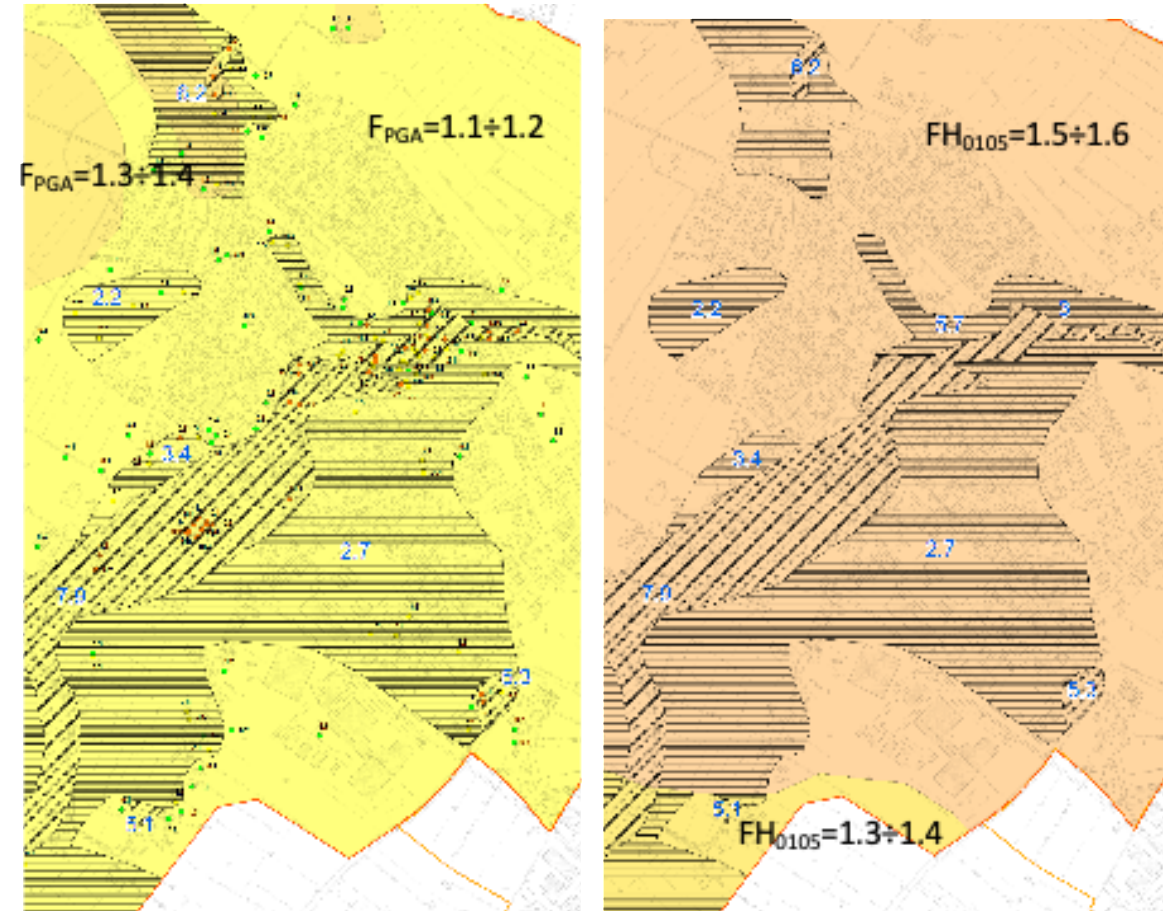
# Contenuti

- *Lessons learned da recenti microzonazioni sismiche*
- *Fasi di uno studio di microzonazione sismica (III livello)*
- *Indagini geotecniche in situ*
- *Prove di laboratorio geotecnico*
- *Risposta sismica locale con approcci numerici*
- *Database e trasparenza*

# Lessons learned da recenti microzonazioni sismiche

## Emilia (2012) – Liquefazione (Cavezzo)

ver. OCDPC 293/2015



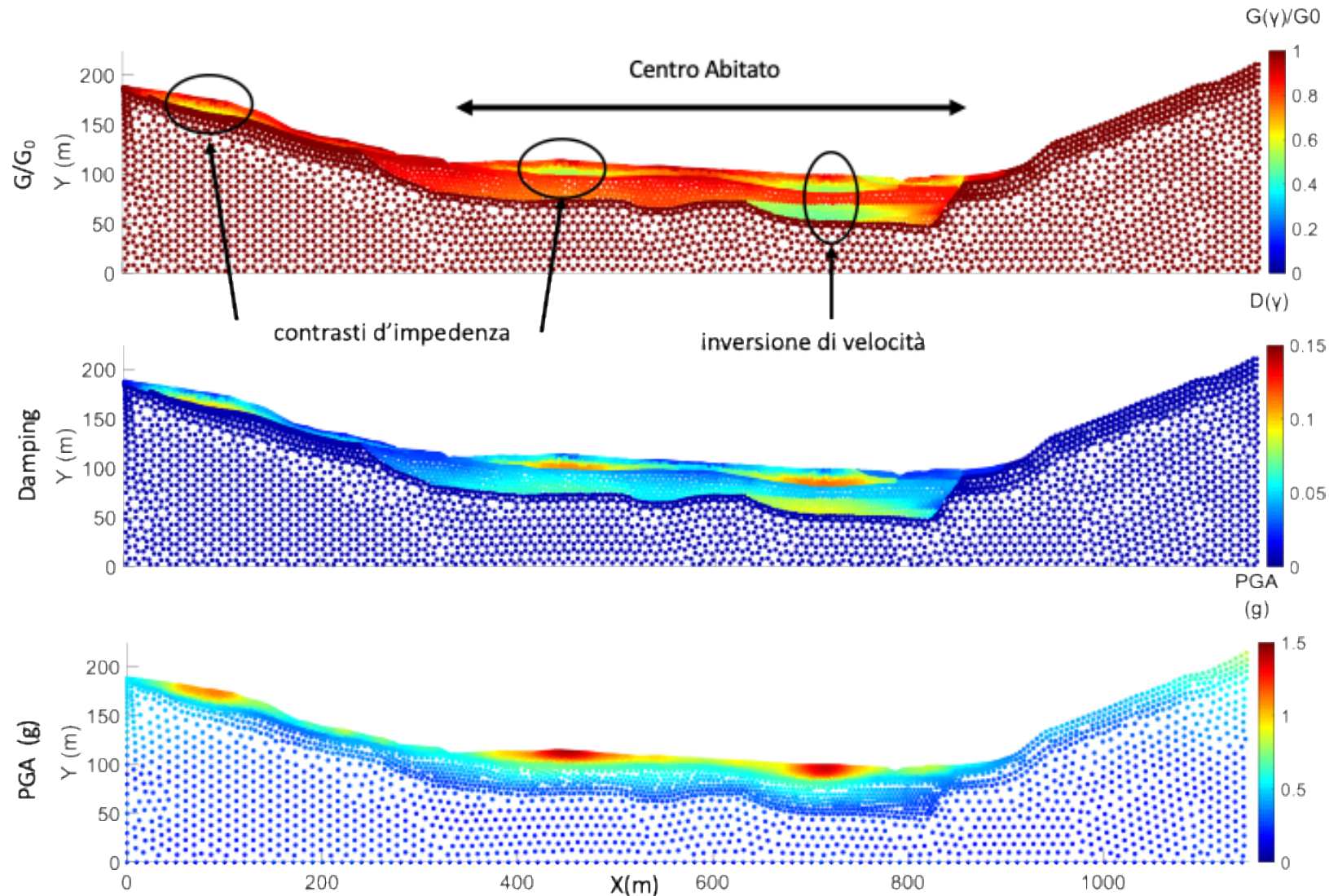
Carte di  $F_{PGA}$ ,  $F_{H0105}$ ,  $F_{H0510}$ ,  $F_{H0515}$ ,  $F_{A0105} + H_{5M}$   
basate su nuove indagini OGS/INGV/EUCENTRE (LIQUEFACT)  
nuova perimetrazione MOPS e aree liquefacibili (indice IL)  
analisi RSL 1D con 7 acc. spettrocompatibili NTC08



# *Lessons learned da recenti microzonazioni sismiche*

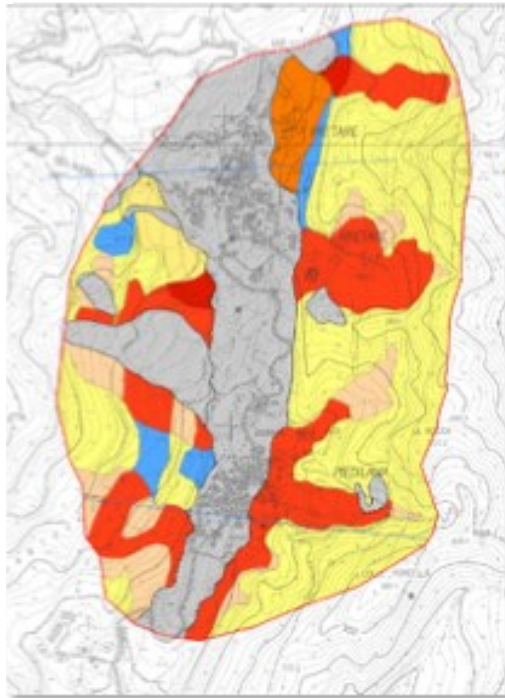
## *Centro Italia (2016) – Amplificazioni 2D*

### *Paleofrana su substrato (contrasto d'impedenza) + effetti di valle*

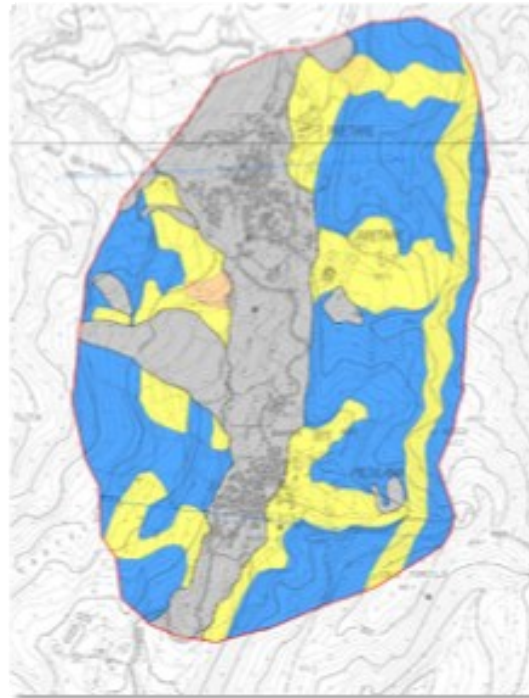


# *Lessons learned da recenti microzonazioni sismiche*

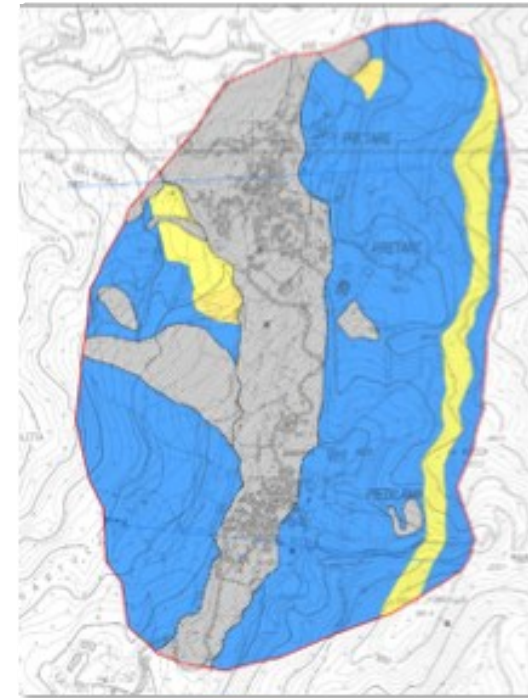
## *Centro Italia (2016) – Amplificazioni 2D – Carte MS di livello 3*



FA (0.1-0.5s)



FA (0.4-0.8s)



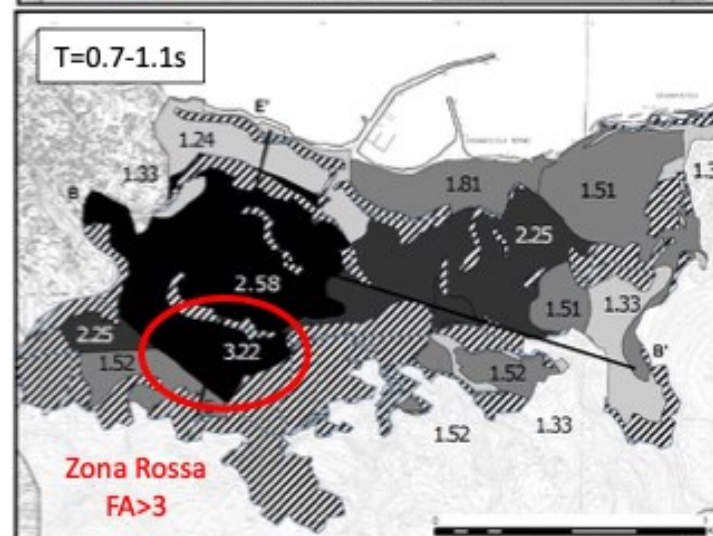
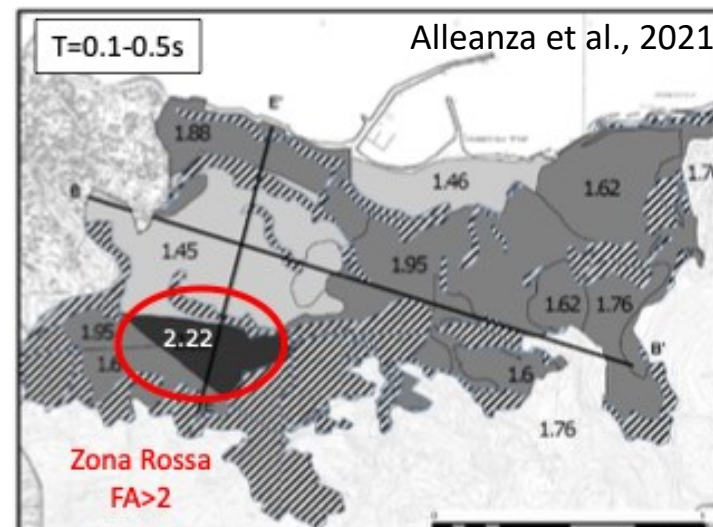
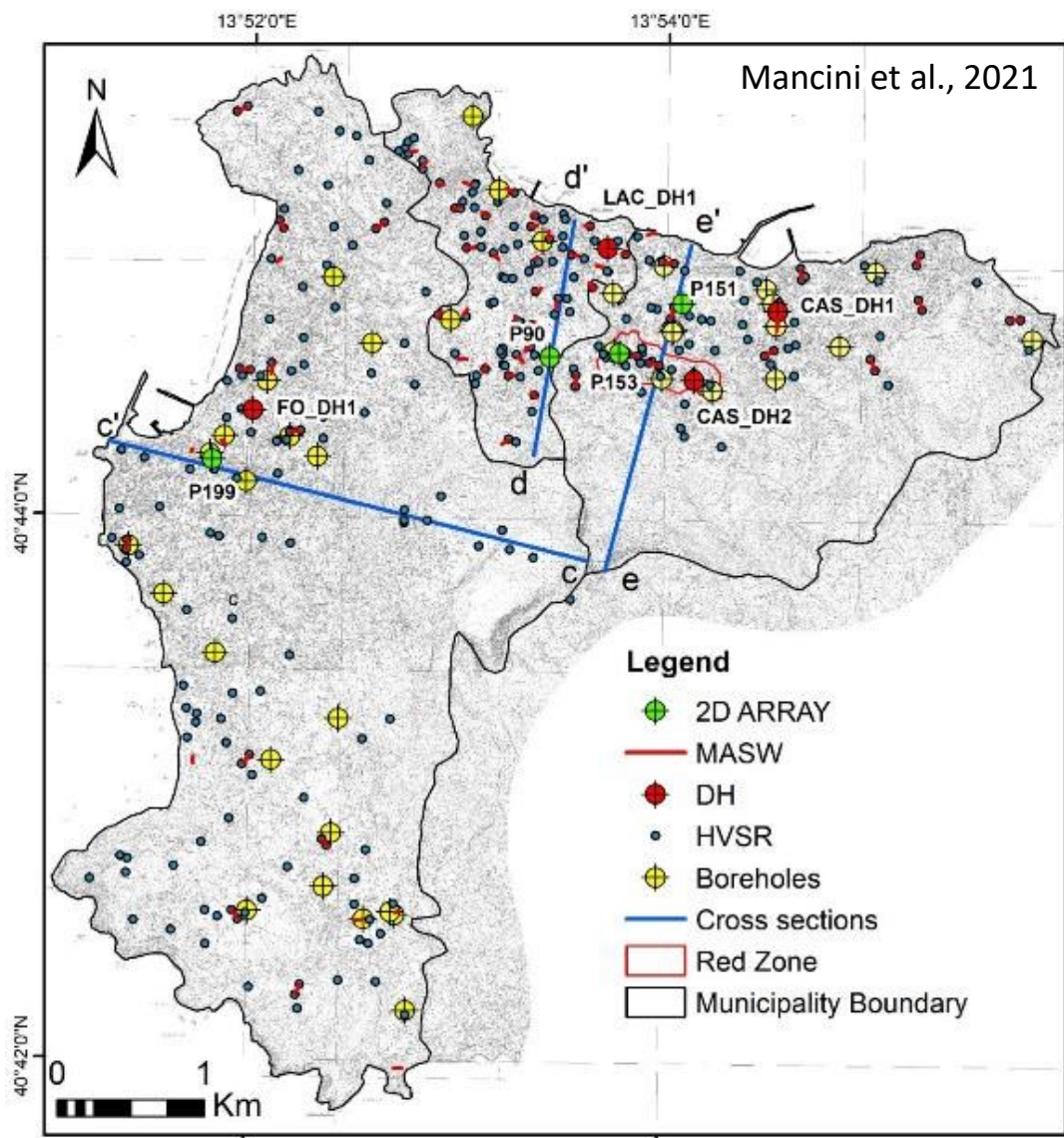
FA (0.7-1.1s)





# Lessons learned da recenti microzonazioni sismiche

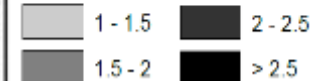
## Ischia (2017) – Microzonazione in area vulcanica



### Carte MS di livello 3

#### Legenda

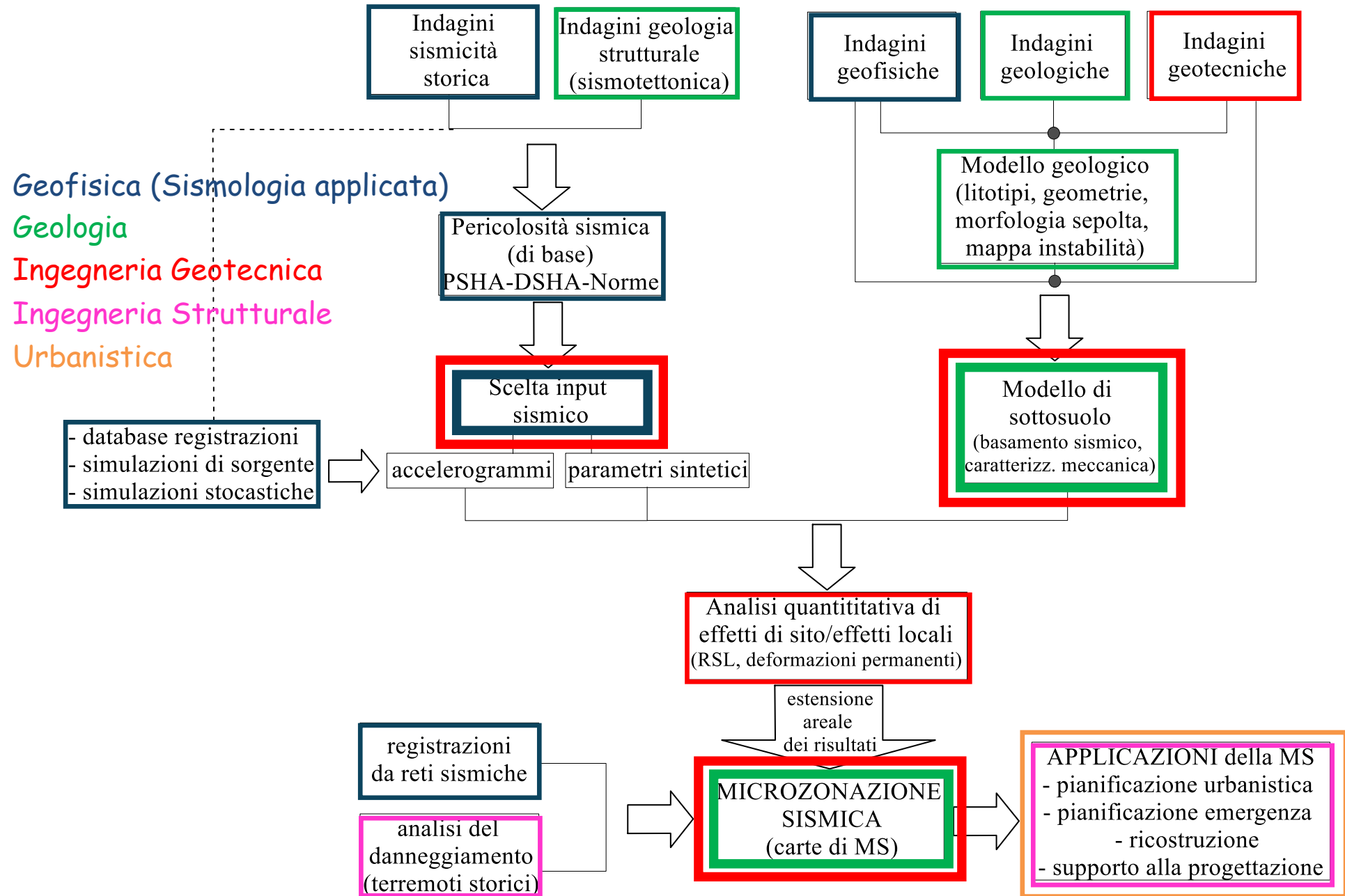
FA



Traccia di sezione

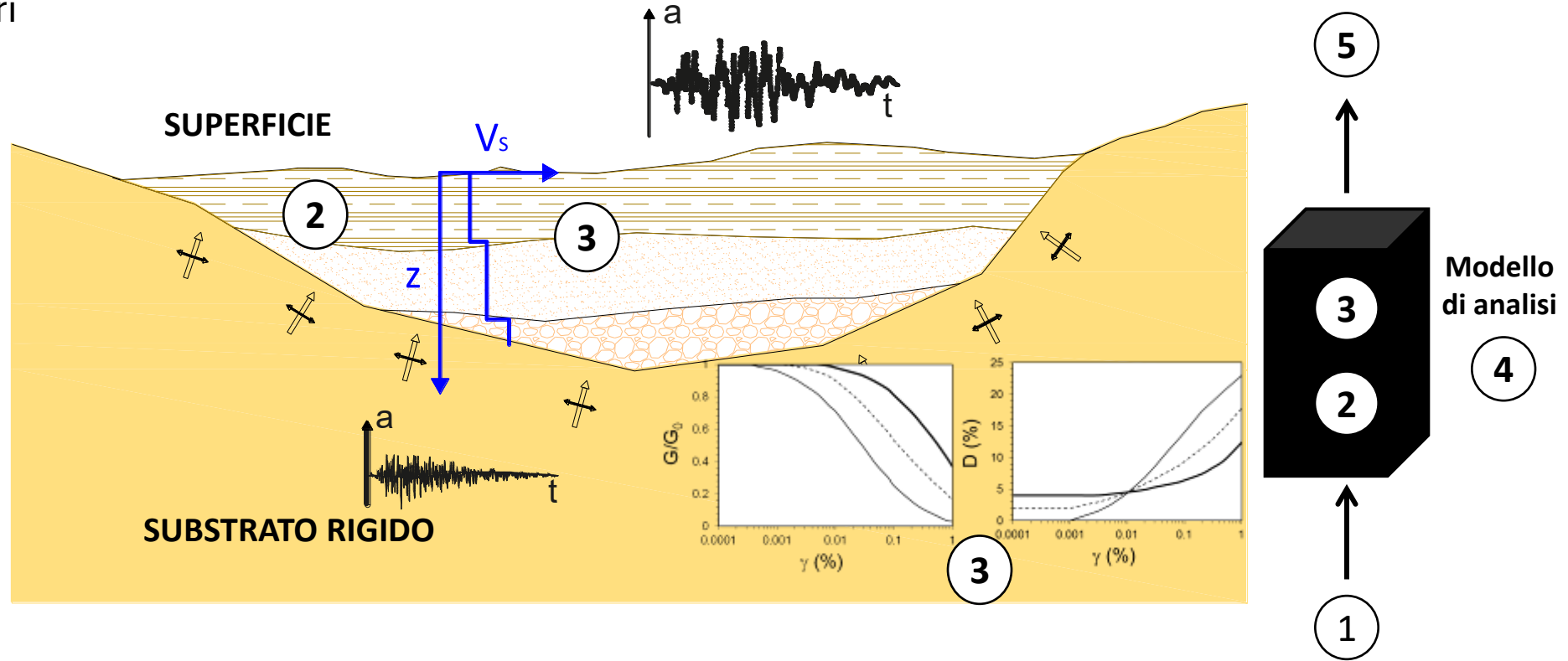
Zona di attenzione per instabilità di versante

# Fasi di uno studio di microzonazione sismica (III livello)



# Metodi numerici (III livello): ingredienti

Slide Prof. F. Silvestri

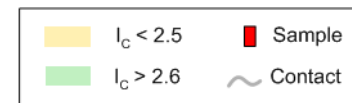
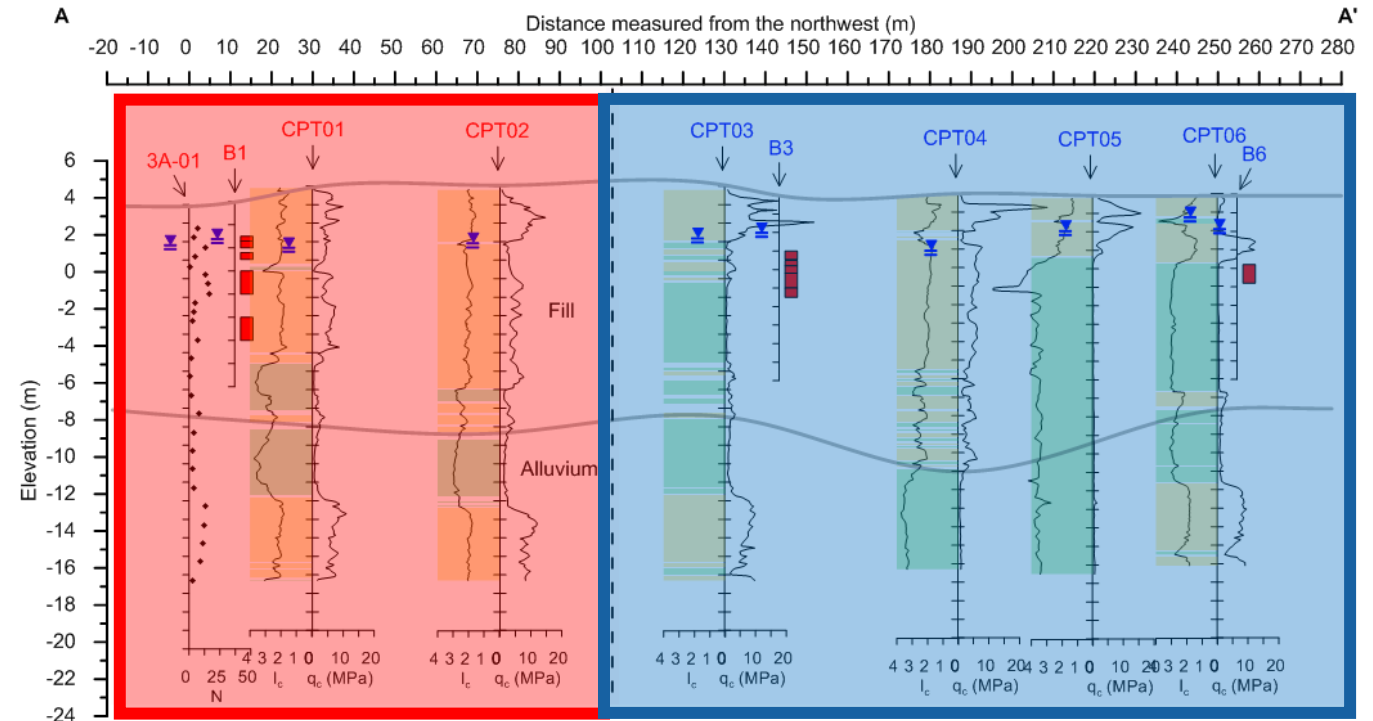
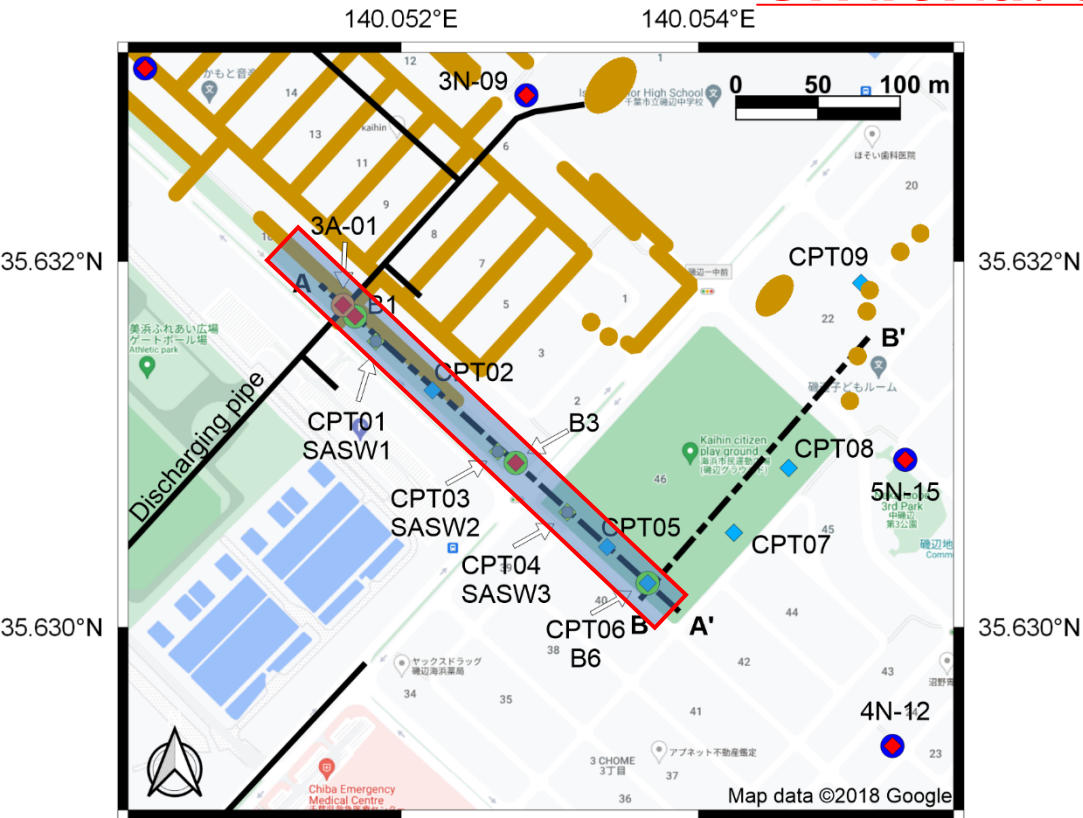


- ① definizione del **moto sismico di riferimento** (accelerogramma)
- ② **modello geometrico di sottosuolo** (stratigrafia, morfologia superficiale e sepolta)
- ③ determinazione sperimentale e modellazione **proprietà meccaniche non lineari**
- ④ **analisi numerica non lineare** della risposta sismica di profili e sezioni
- ⑤ rappresentazione **moto in superficie** mediante accelerogrammi, spettri di risposta etc.



# Indagini geotecniche in situ

## *Criticità: spesso troppo poche!*

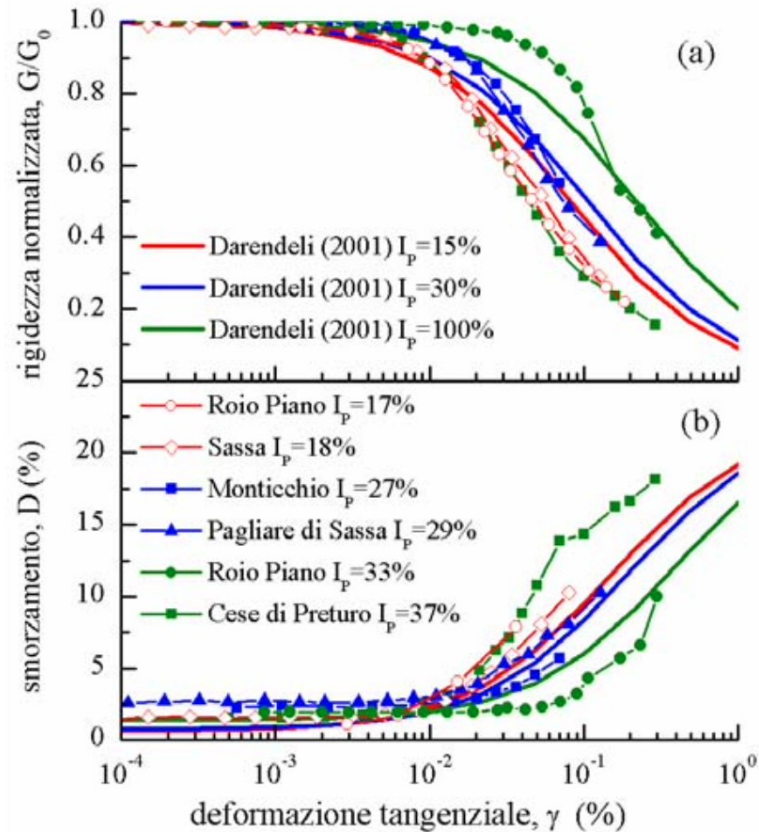


Mihama ward (Tohoku, 2011)  
Da Brandenberg et al. (2024)

## *Opportunità: integrazione multidisciplinare*

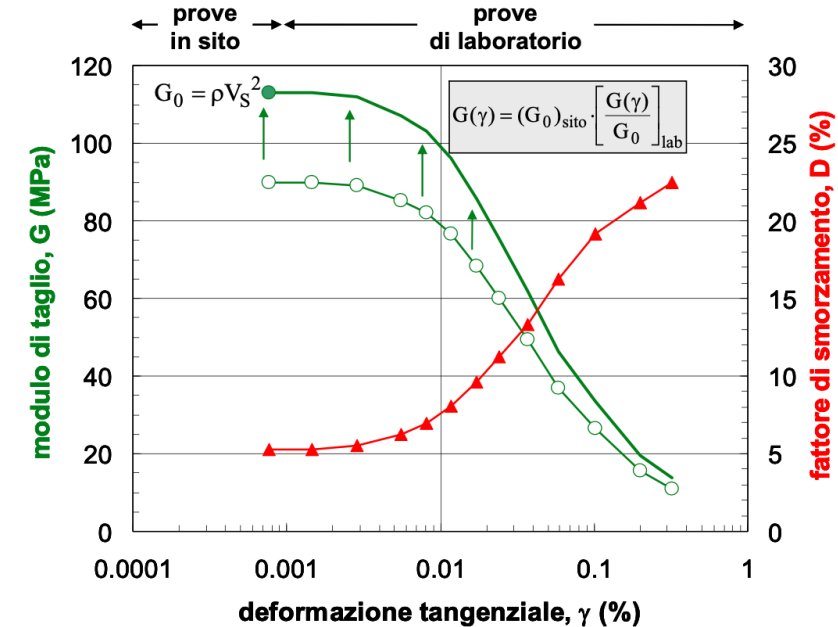
# Prove geotecniche di laboratorio

**Criticità: spesso assenti!**



Progetto CASE

Da Santucci de Magistris et al. (2013)



Relazione Generale CNG  
Silvestri & d'Onofrio (2014)

**Opportunità:**

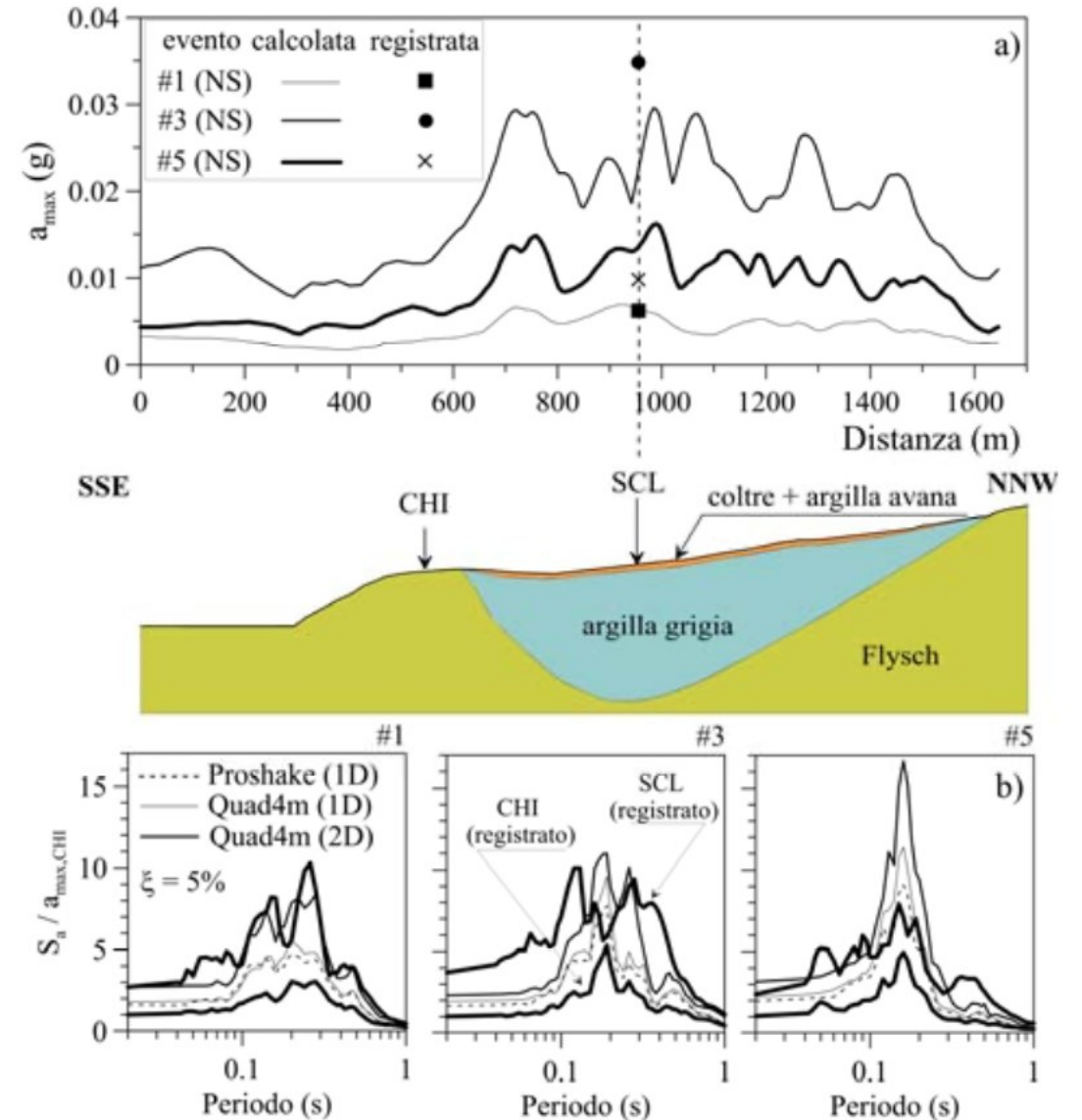
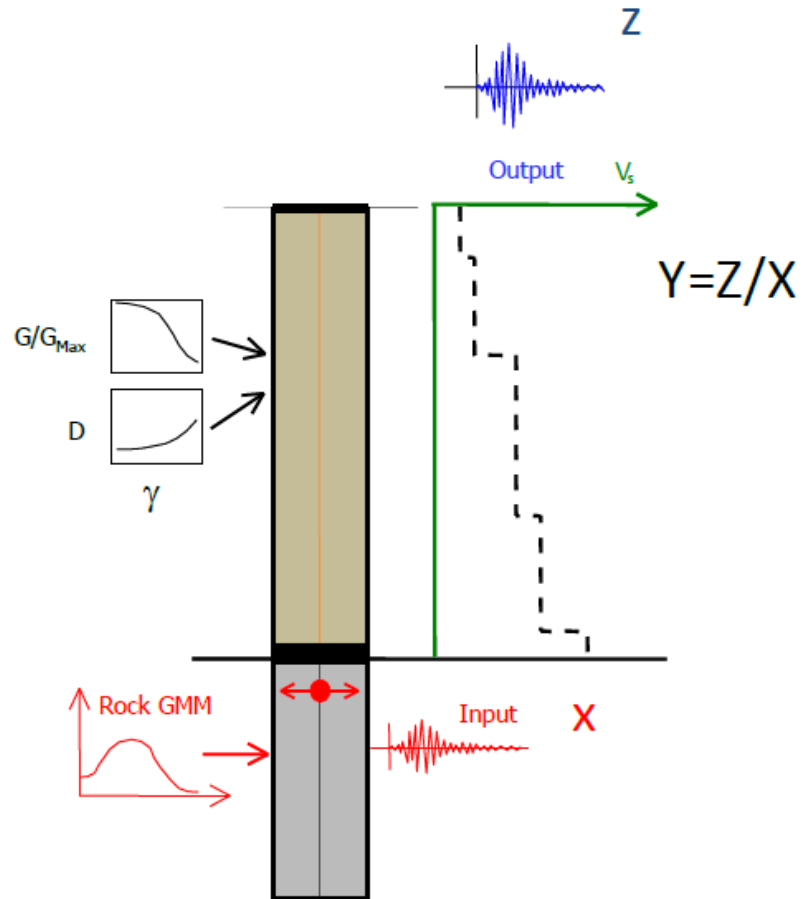
**1. Prove sito-specifiche (riduzione incertezze)**

**2. Integrazione prove di laboratorio + indagini in situ**

**3. Studi di liquefazione per terreni intermedi (limi non plastici, interbedded, etc.)**

# Risposta sismica locale con approcci numerici

**Criticità: Modelli non informati da dati**



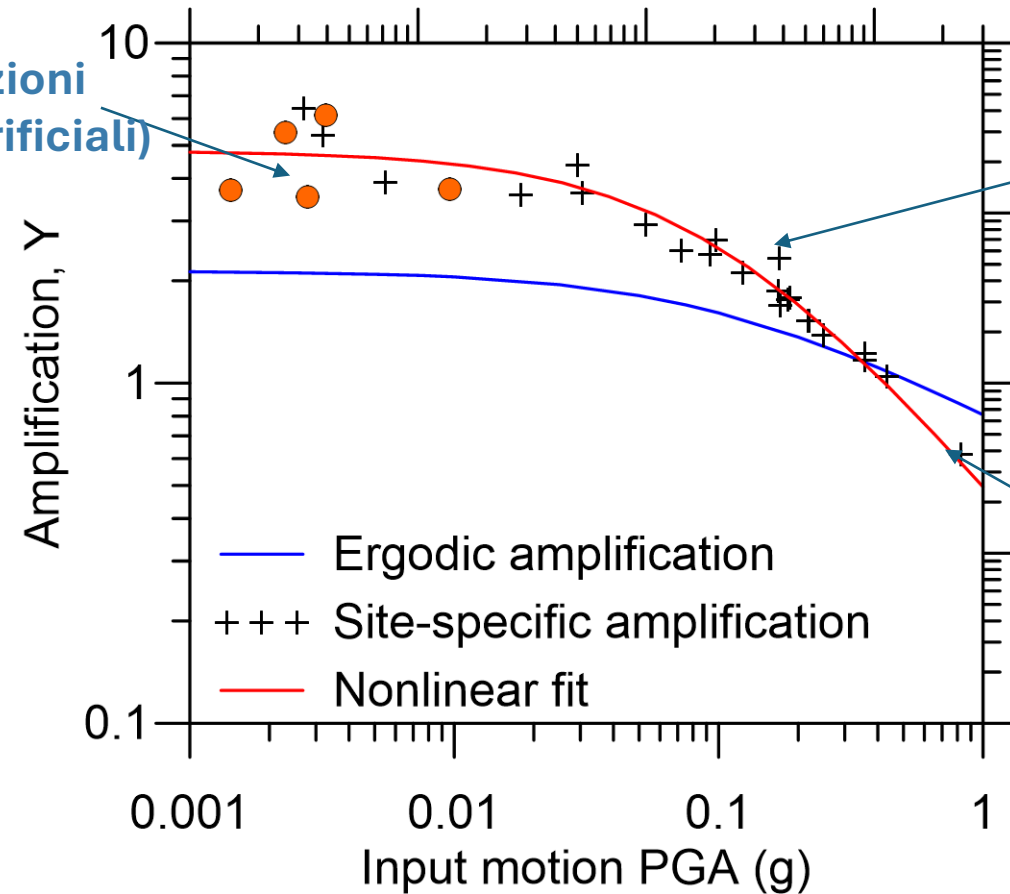
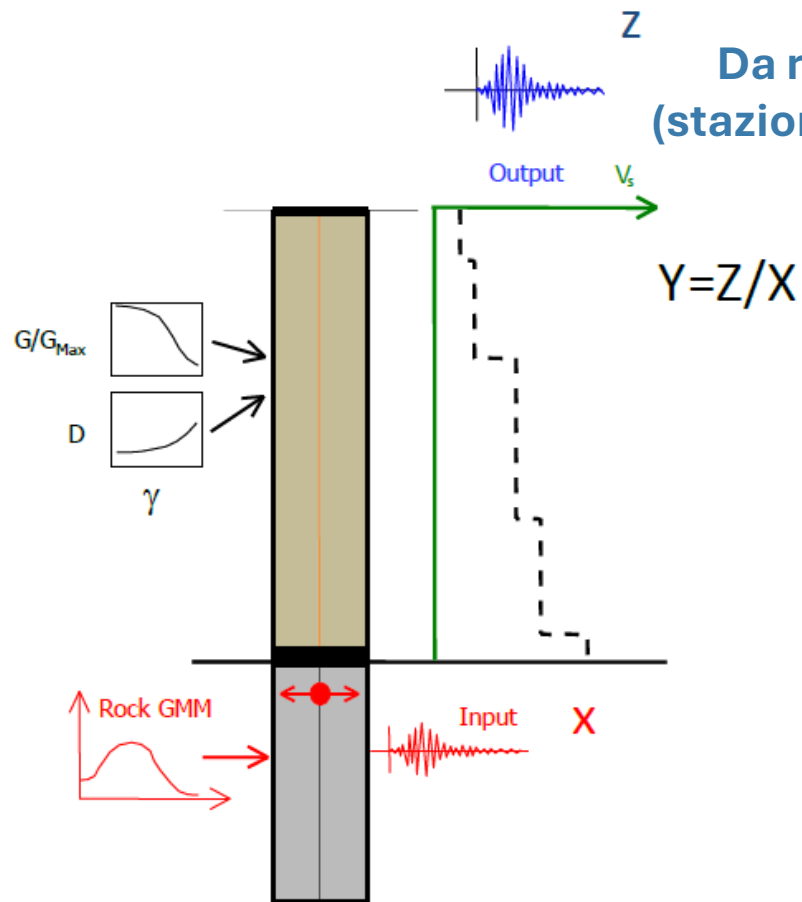
**Opportunità: Riduzione incertezze!**

Da Lanzo e Pagliaroli (2009)



# Risposta sismica locale con approcci numerici

**Criticità: Modelli non informati da dati**



Da  
simulazioni  
numeriche

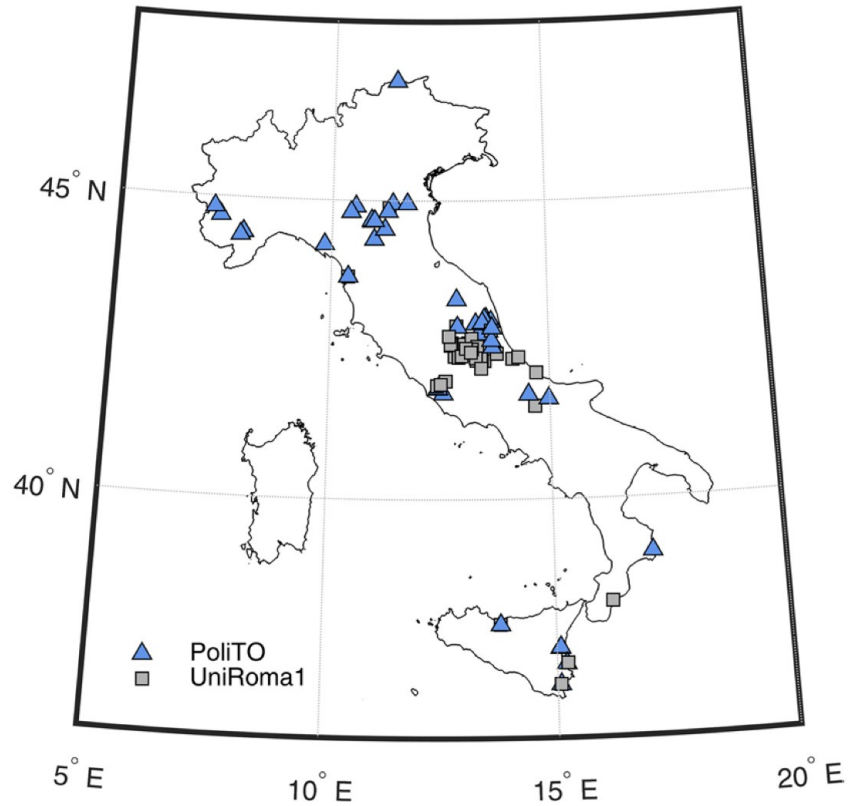
Si inserisce  
nell'integrale  
di  
pericolosità'  
(approccio  
non ergodico)  
al posto della  
blu (generica)

**Opportunità: Riduzione incertezze!**

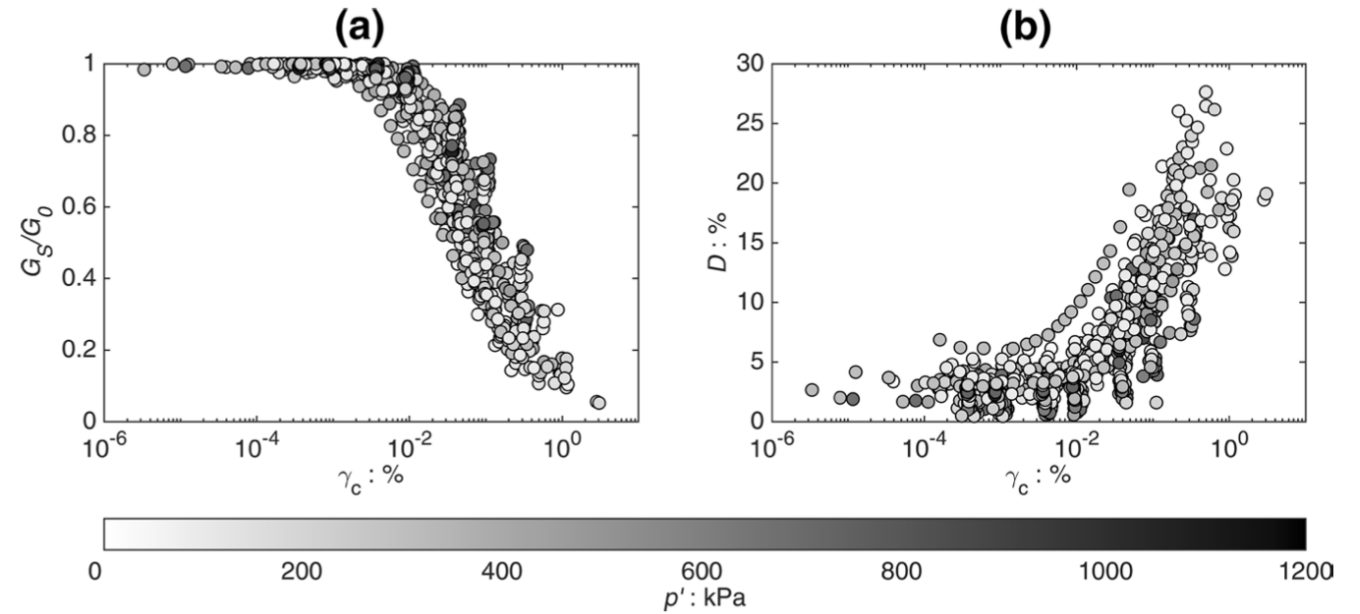
Zimmaro et al. (2017)

# Database e trasparenza

**Criticità: Dati non fruibili/utilizzabili (anche se esistenti – in pdf?)**



PoliTO-UniRoma1 database  
Ciancimino et al. (2023)



**Opportunità: Modelli piu' realistici data-based e data-informed**

# Database e trasparenza

**Criticità: Dati non fruibili/utilizzabili (anche se esistenti – in pdf?)**

**<https://vspdb.org/>**

## VelocityProfileDatabase

Map schema api documentation tables Paolo

If you can't click on the markers on the map, you may need to clear your browser cache (i.e., Ctrl + Shift + R with Developer Tools open).

### Base Map

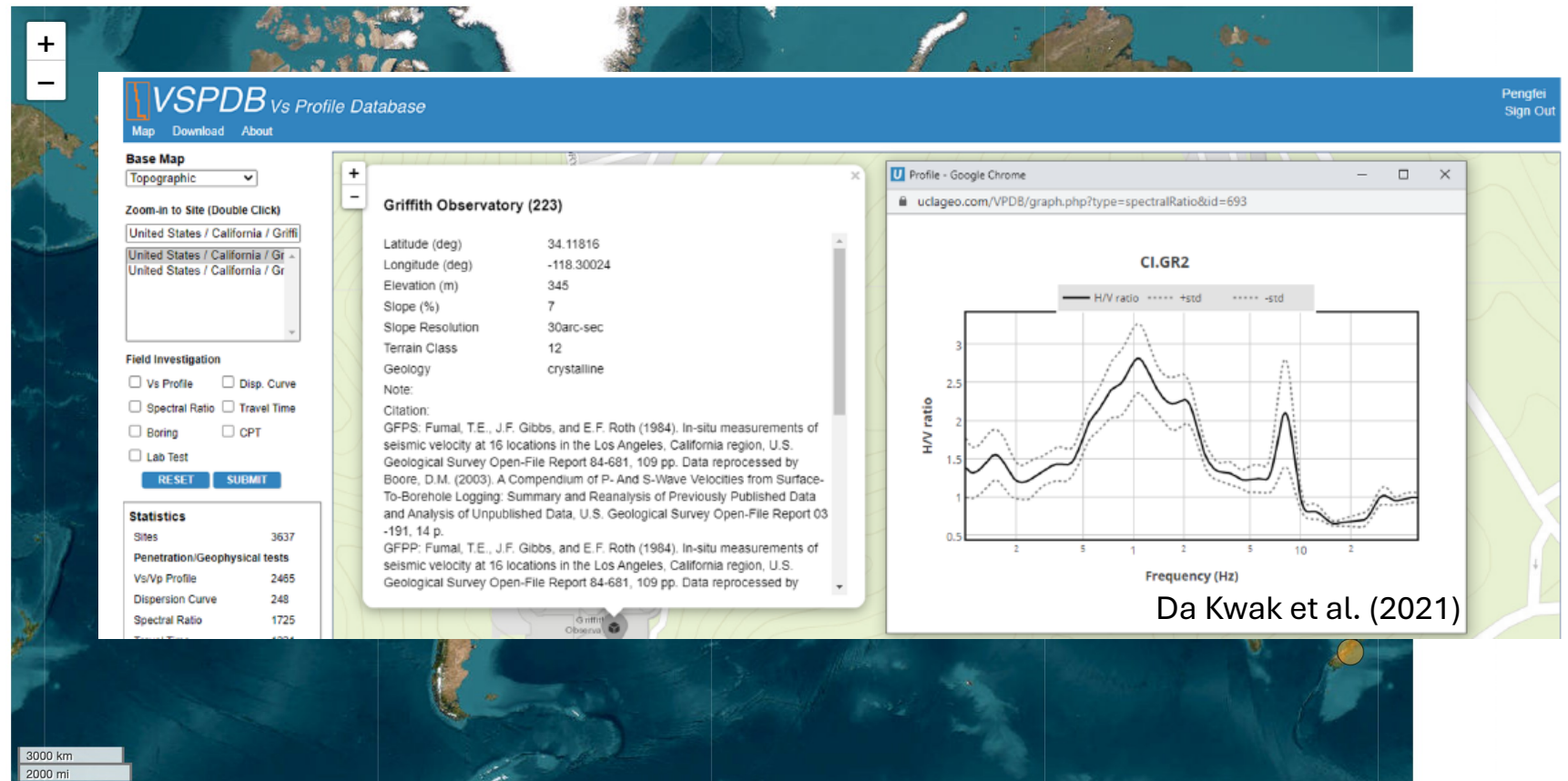
Satellite

### Markers

- ☒ Velocity Profile
- ☒ Dispersion Curve
- ☐ Travel Time
- ☒ Spectral Ratio
- ☐ Boring
- ☒ CPT

### Statistics

|                   |      |
|-------------------|------|
| Sites             | 5382 |
| Tests             | 7336 |
| Velocity Profiles | 2945 |
| Spectral Ratios   | 3293 |
| Dispersion Curves | 495  |
| Borings           | 0    |
| CPTs              | 1375 |
| Travel Times      | 0    |

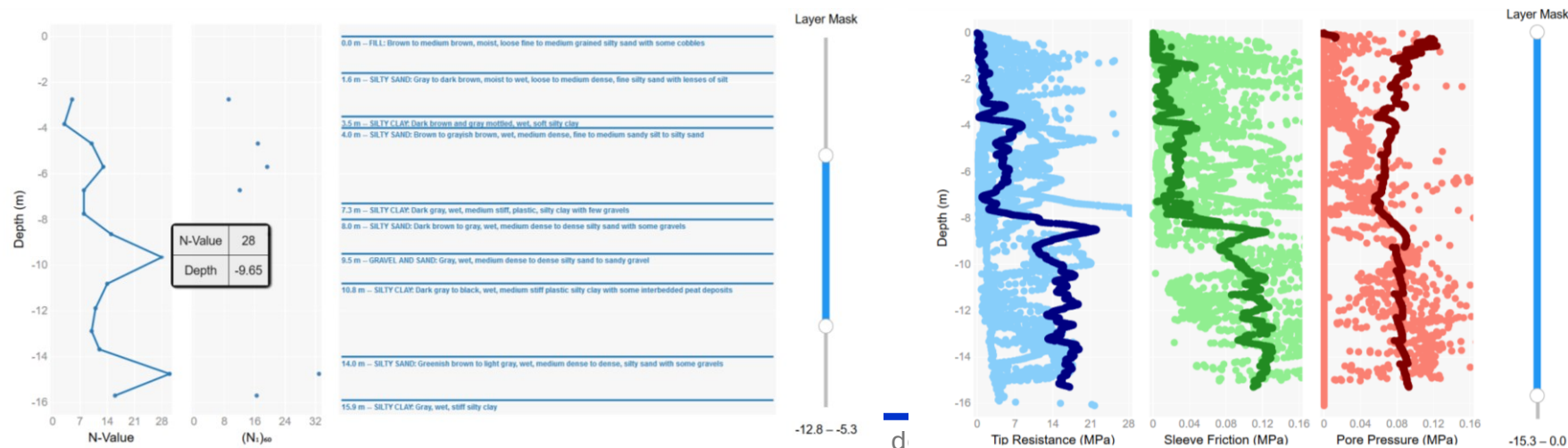
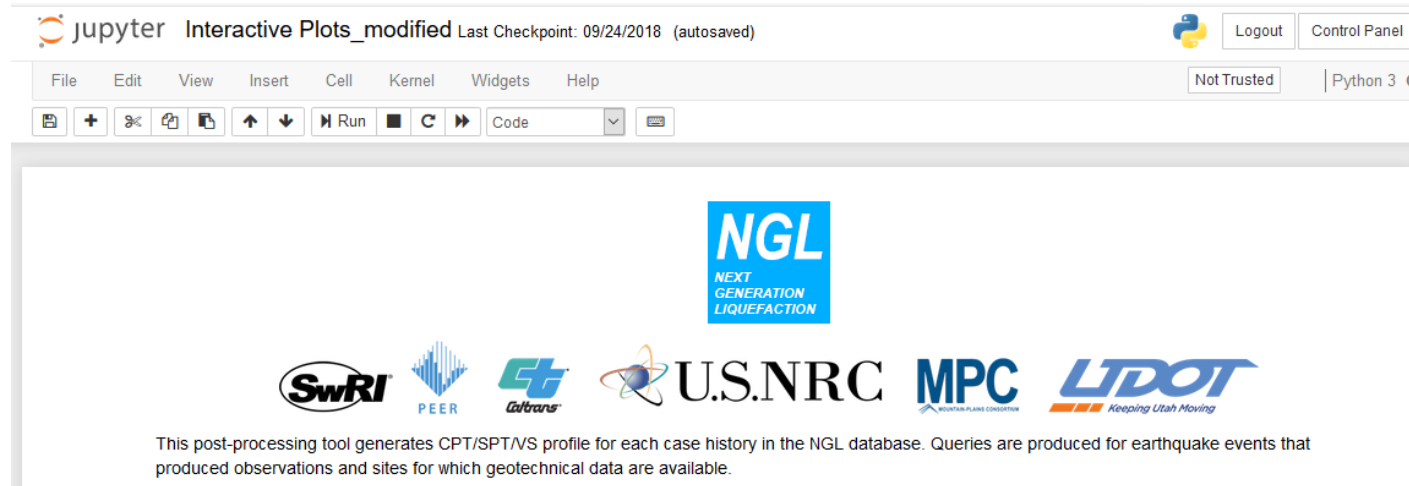




# Database e trasparenza

**Criticità: Dati non fruibili/utilizzabili (anche se esistenti – in pdf?)**

**Nextgenerationliquefaction.org (API + cloud-based)**



Zimmaro et al.  
(2019)

# Conclusioni

- *L'ingegneria geotecnica gioca un ruolo fondamentale negli studi di microzonazione sismica*
- *Troppo spesso indagini geotecniche e prove di laboratorio sono assenti*
- *Le incertezze nella caratterizzazione geotecnica provocano risultati poco affidabili anche in presenza di modelli numerici sofisticati*
- *Necessità di nuovi database digitali (con accessibilità da cloud, API, etc) per garantire trasparenza e stimolare nuovi studi – il centro MS può diventare benchmark internazionale*

WORKSHOP di Microzonazione Sismica

*Dalla ricerca scientifica a nuovi standard, pratiche e linee guida*



***Il contributo della geotecnica***

***Grazie per l'attenzione!***

**Paolo Zimmaro, Ph.D.**

Contatti:

Email: [paolo.zimmaro@unical.it](mailto:paolo.zimmaro@unical.it)

Sito web: <https://uclageo.com/Zimmaro>



UNIVERSITÀ DELLA CALABRIA  
DIPARTIMENTO DI **INGEGNERIA**  
**DELL'AMBIENTE**



**Samueli**  
School of Engineering