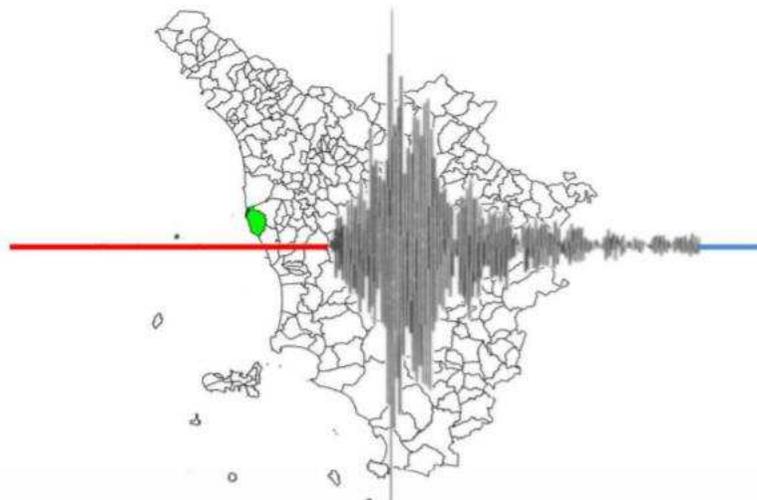




Comune di Livorno



*“ E pur si muove ..... ”*

## **1° Giornata di alfabetizzazione sismica Comune di Livorno**

Giovedì 20 febbraio 2020 dalle ore 9,00 alle 12,30  
presso il “Cisternino di Città” - Largo del Cisternino 13



### **LA MICROZONAZIONE SISMICA**

**Dott. Geol. Pierangelo Fabbroni**

**Prevenzione Sismica Regione Toscana**



Regione Toscana



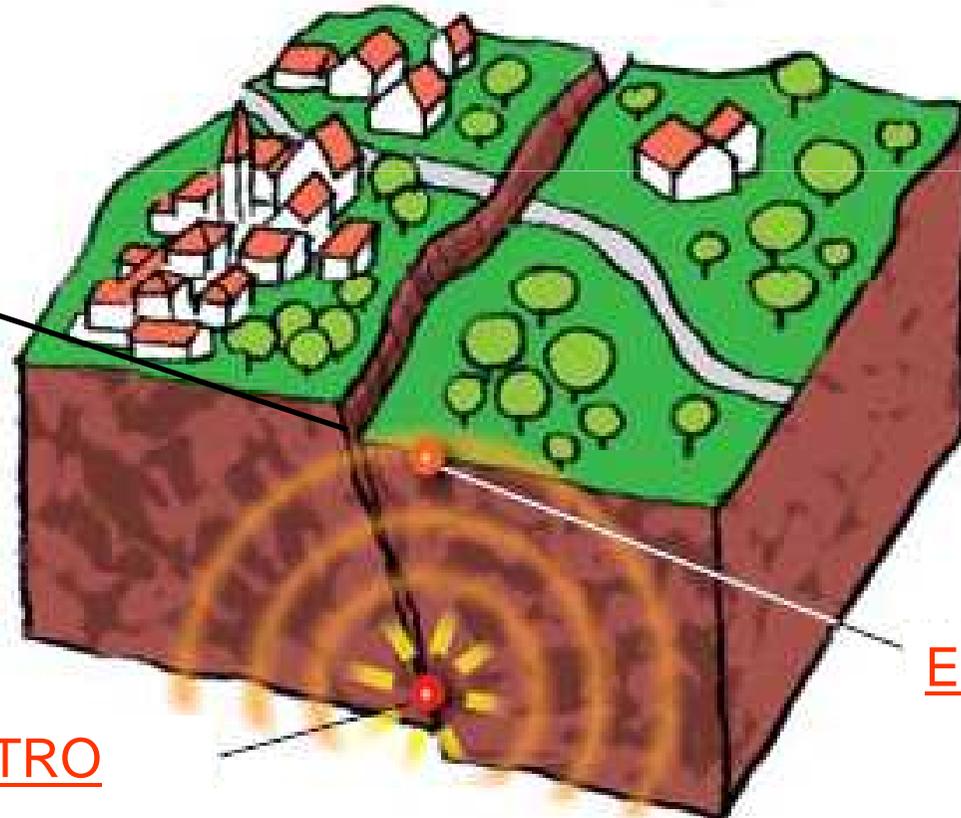


## COME SI GENERANO I TERREMOTI

Il volume di roccia da cui ha avuto origine la rottura è detto **IPOCENTRO** o FUOCO o SORGENTE del terremoto.

Con il termine **EPICENTRO** invece si indica l'area della superficie terrestre sulla verticale dell'ipocentro.

FAGLIA

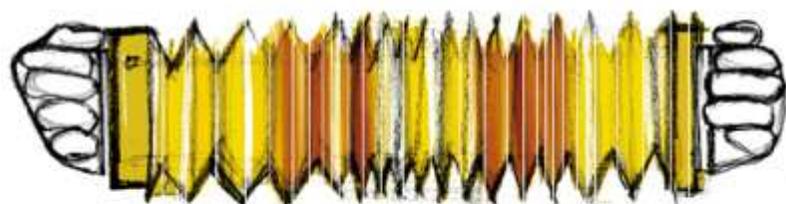


EPICENTRO

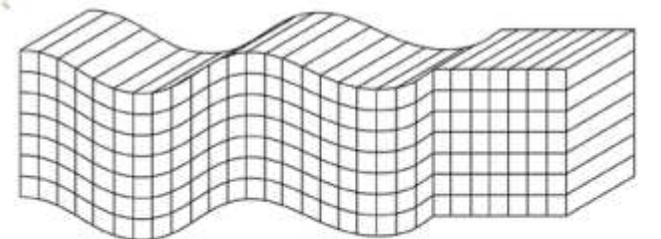
IPOCENTRO



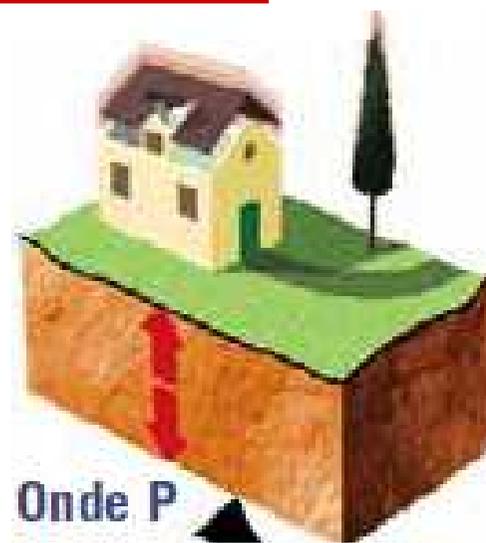
# LE ONDE DEL TERREMOTO



ONDE PRIME →



ONDE SECONDE →

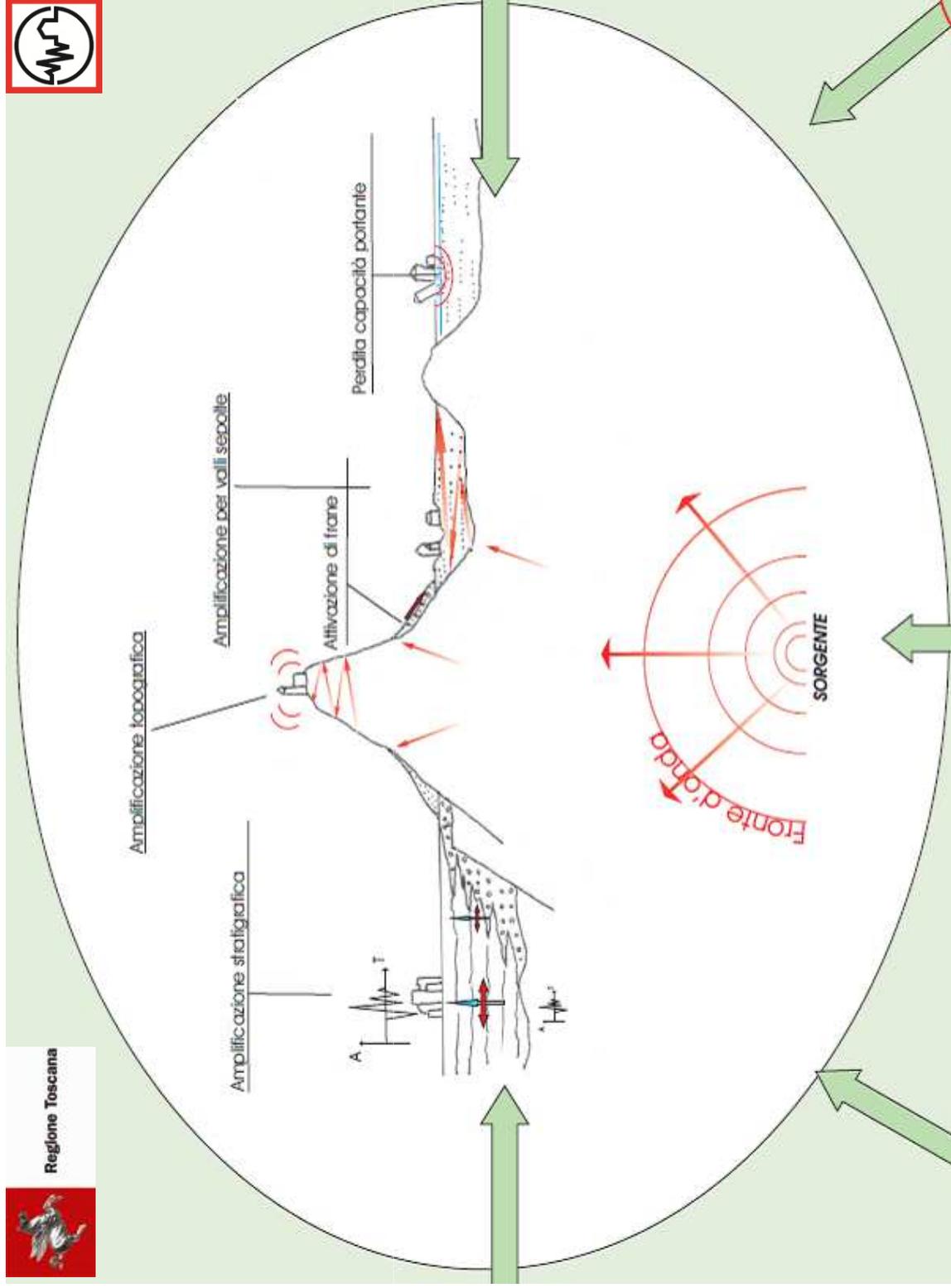


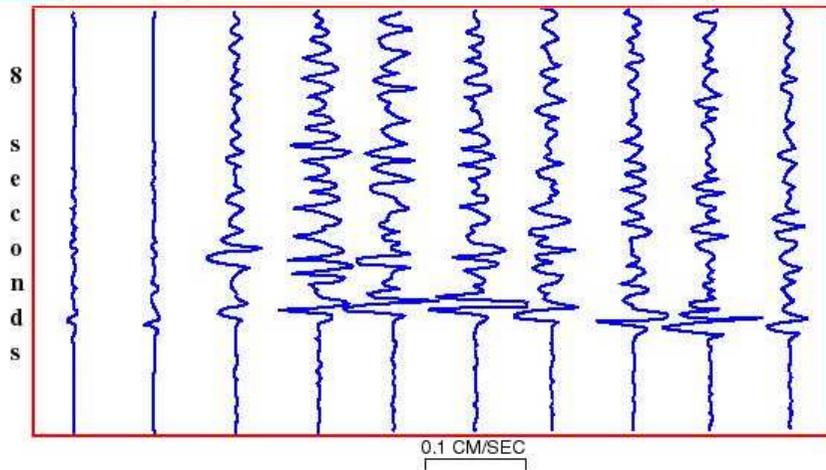
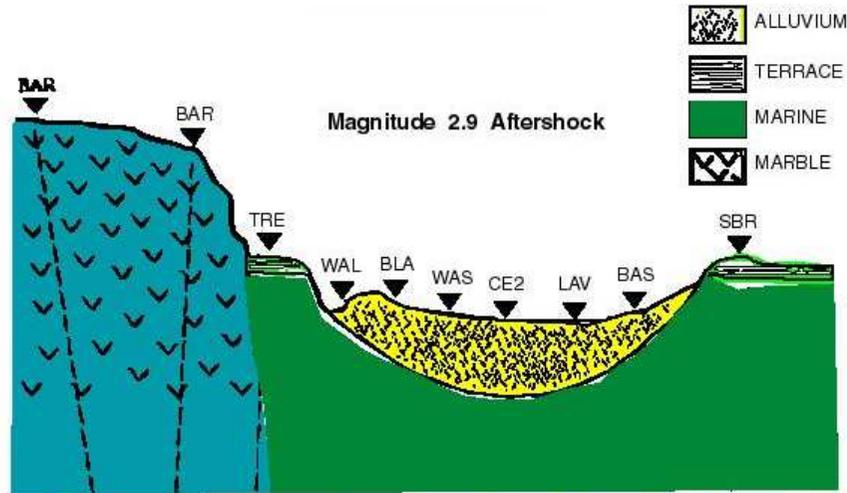
Onde P



Onde S

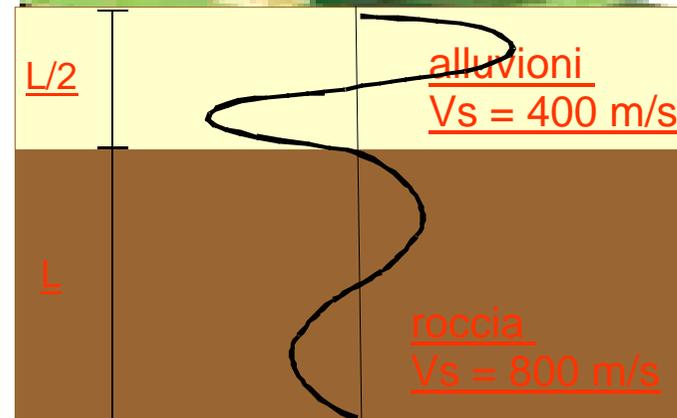
Negli ultimi metri del loro percorso le onde sismiche generano **EFFETTI LOCALI** dovuti alle differenti condizioni geologiche e morfologiche incontrate





North/South Velocity Component S-wave: 4 Hz Low-pass Filtered

## Effetti locali dovuti alle differenti condizioni geologiche





## EFFETTI LOCALI NEL TERREMOTO DEL 1846 Orciano Pisano(L. PILLA)

"Maggiori differenze derivanti dalla natura de'luoghi"

"Il poggio detto del Castellaccio... ha un ossatura di strati...molto solidi e consistenti e qui alcuni abitanti raccontano che intesero tanto il rombo come la scossa in una maniera energica e spaventevole; ma quest'ultima fu istantanea e non durò più che un secondo.

I *Monaci* poi del Monastero di Monte Nero, che si trova molto più in basso...sopra un suolo smosso...su le coste de'medesimi poggi, mi hanno narrato che la scossa fu intesa da essi ancora violenta, ma di durata assai più lunga, cioè di circa 15 secondi."



# Onna - Monticchio

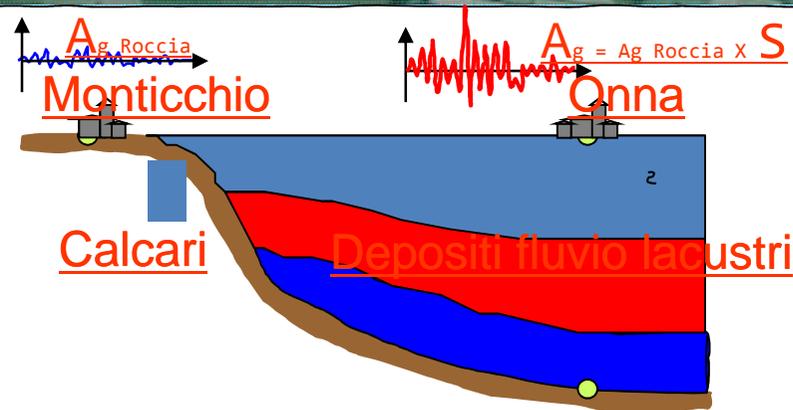
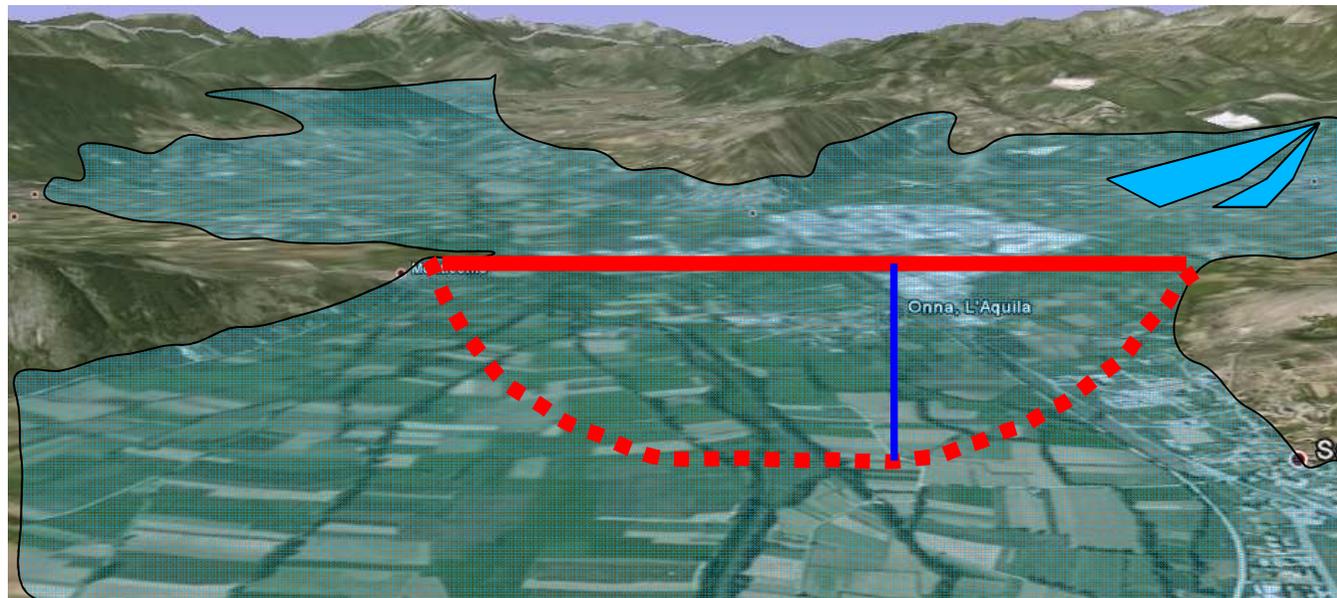


Fonte: Geol. Di Marcantonio



# Onna - Monticchio

Fonte: Geol. Di Marcantonio



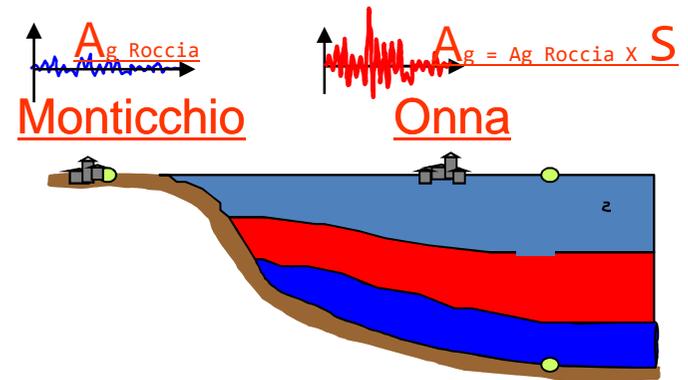
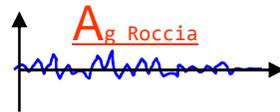
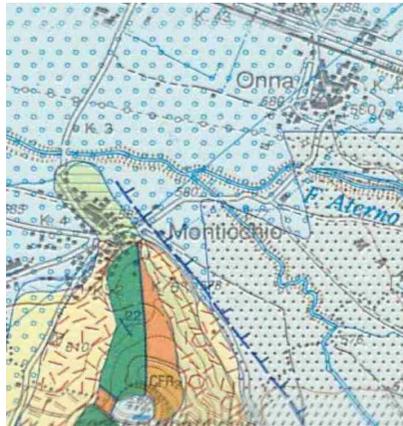


$$A_g = A_g \text{ Roccia} \times S$$

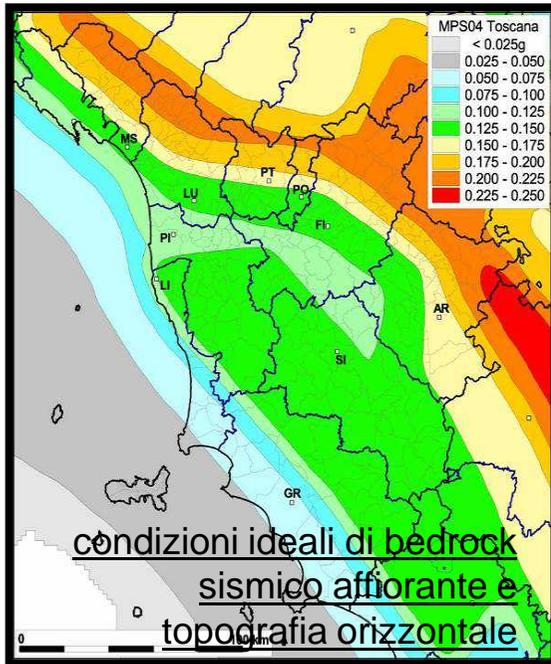




# Monticchio



# Incrementi azione sismica a scala di progetto e da Microzonazione sismica



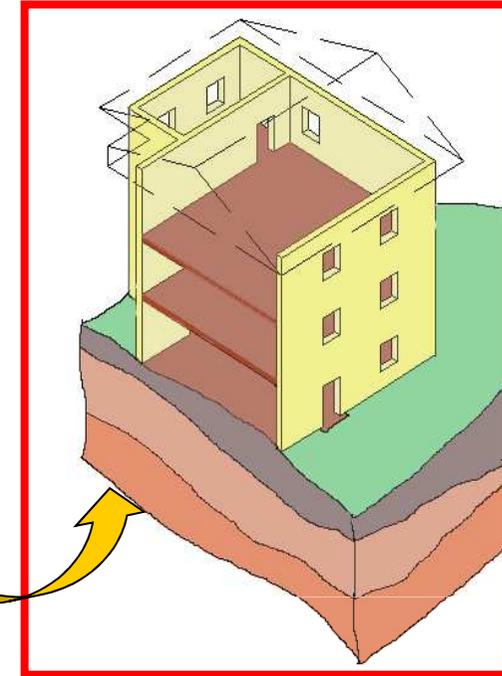
condizioni ideali di bedrock  
sismico affiorante e  
topografia orizzontale

$S_s$  = coefficiente di amplificazione  
stratigrafica;

da Analisi RSL o in alternativa sottosuoli  
fondazione (approccio semplificato)

$S_t$  = coefficiente di amplificazione  
topografica

$$S = S_s * S_t$$

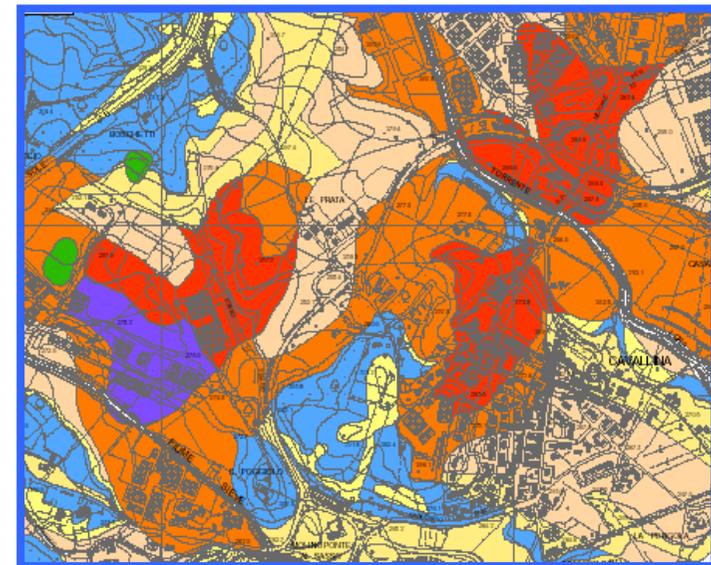


## MICROZONAZIONE

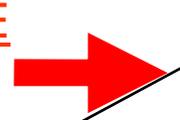
Descrive la misura dello scuotimento al sito, che può differire dallo scuotimento di base in quanto dipendente dalle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, e geotecniche locali.

- LIVELLO 1
- LIVELLO 2
- LIVELLO 3

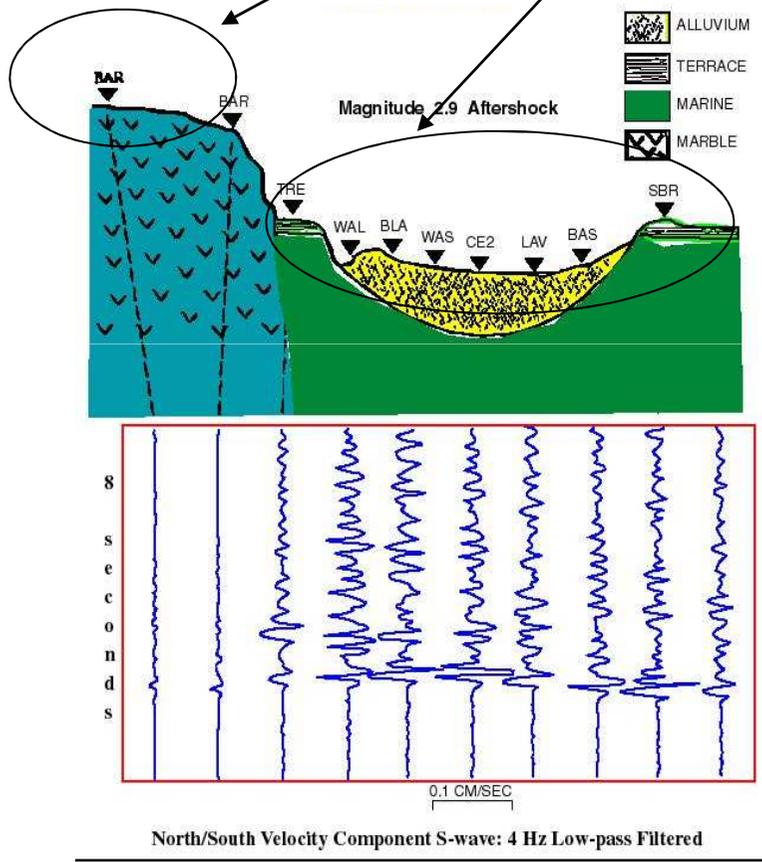
- $FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1$
- $1 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1.1$
- $1.1 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1.3$
- $1.3 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1.5$
- $1.5 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 2$
- $2 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 2.5$



AREALMENTE  
Tre tipologie  
di zone



ZONE STABILI  
ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE  
ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

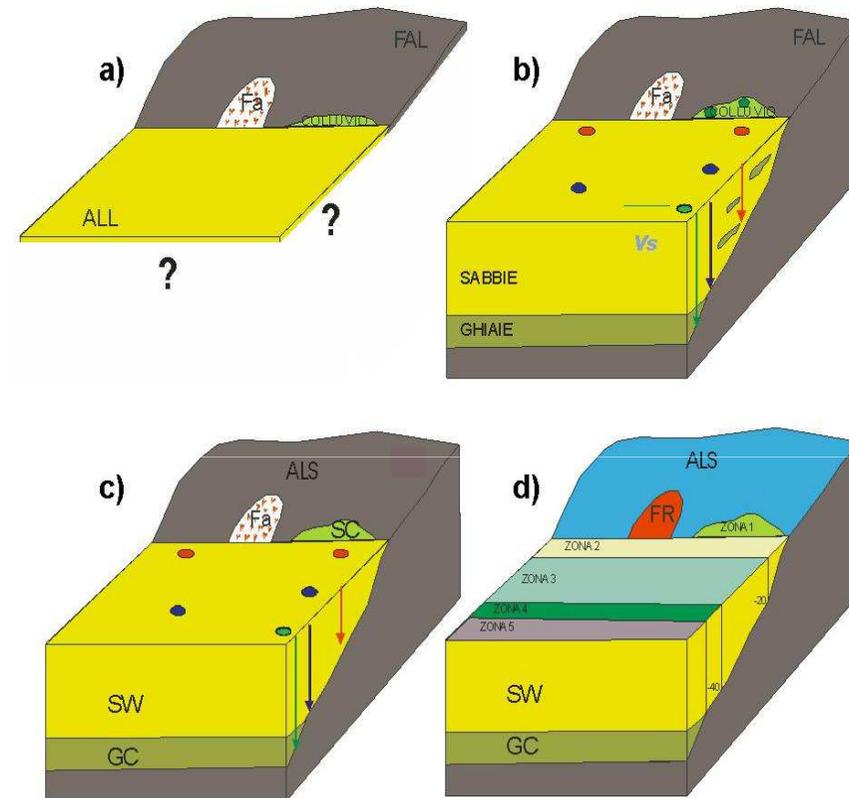
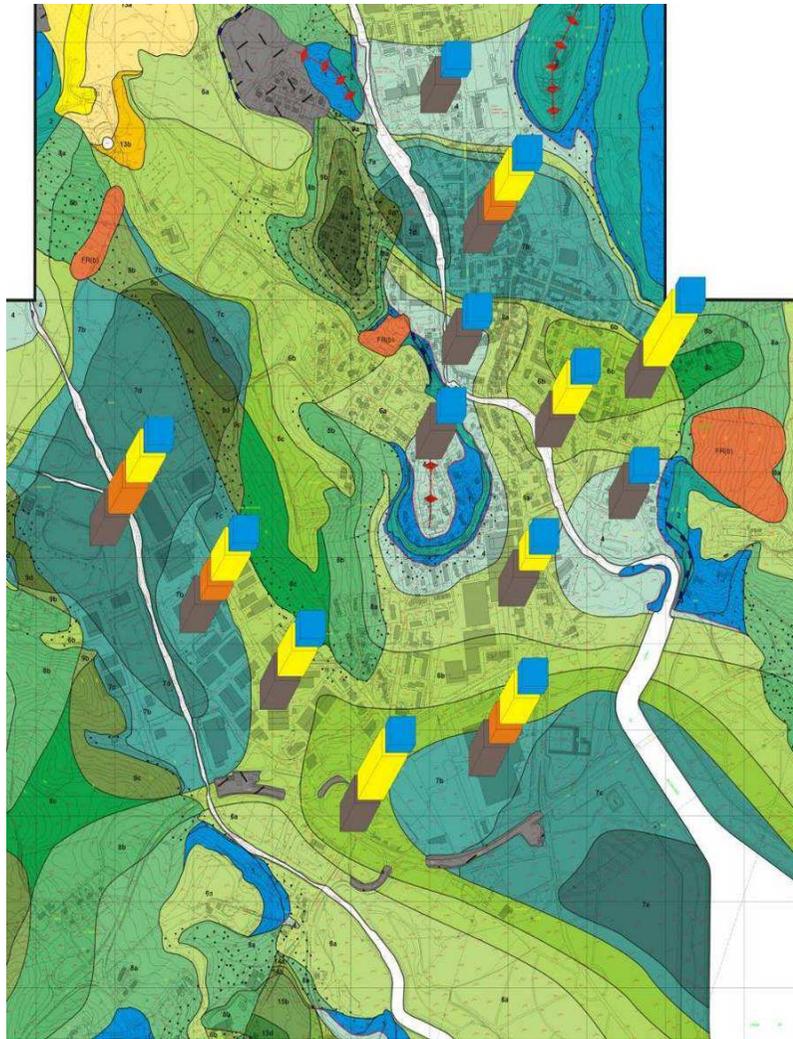


Innesco di fenomeni cosismici:  
LIQUEFAZIONE ecc.



## IL QUADRO CONOSCITIVO DEL TERRENO

### 2) Ricostruzione tridimensionale 3D del modello geologico-tecnico di sottosuolo mediante la redazione della carta di microzonazione sismica di livello 1



suddivisione ragionata degli spessori associati a ciascuna microzona, delle loro geometrie ma anche delle proprietà meccaniche ( $V_s$ ). E' quindi indispensabile poter disporre di un elevato quantitativo di indagini geognostiche

# LEGENDA

## INFORMAZIONI SUL SUBSTRATO

**SUBSTRATO** (comprese eventuali coperture di alterazione con spessore < 3 m):  
 a) lapideo con  $V_s$  media > 800 m/s  
 b) lapideo con  $V_s$  media < 800 m/s



### FORMAZIONI DI RIFERIMENTO

- a) Formazione Acquarino/Arvenarie di Monte Falterona/Pietraforte (alternanza arenarie, peliti e marne in rapporti variabili)
- b) Formazione di Sillano (argilla e silti con intercalati livelli calcarei)

### SUBSTRATO:

- a) stratificato
- b) non stratificato



## INFORMAZIONI SUI TERRENI DI COPERTURA

**DEPOSITI ALLUVIONALI ANTICHI, TERRAZZATI E RECENTI**  
**SIV**

Ciotolami in matrice limoso-sabbiosa, ghiaie, sabbie e limi (SIV).

**DEPOSITI FLUVIO - LACUSTRI DEL BACINO DEL MUGELLO**

Sabbie medio-fini di delta conoide (MGO2\_s).  
 Argille, lacustri, siltose talora marmose e lignitifere.  
 Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie.  
 (Vs < 500 m/s) - (MGO1\_s)

**UNTA MIOCIENE**  
 Sabbie medio-fini di delta conoide (MGO2\_s).  
 Argille, lacustri, siltose talora marmose e lignitifere.  
 Locali intercalazioni di sabbie e ghiaie.  
 (Vs > 500 m/s) - (MGO1\_v)

## ZONE STABILI



1011



10111

## ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

Instabilità di versante (FR):



attiva (3012)  
 quiescente (3022)  
 inattiva

## ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

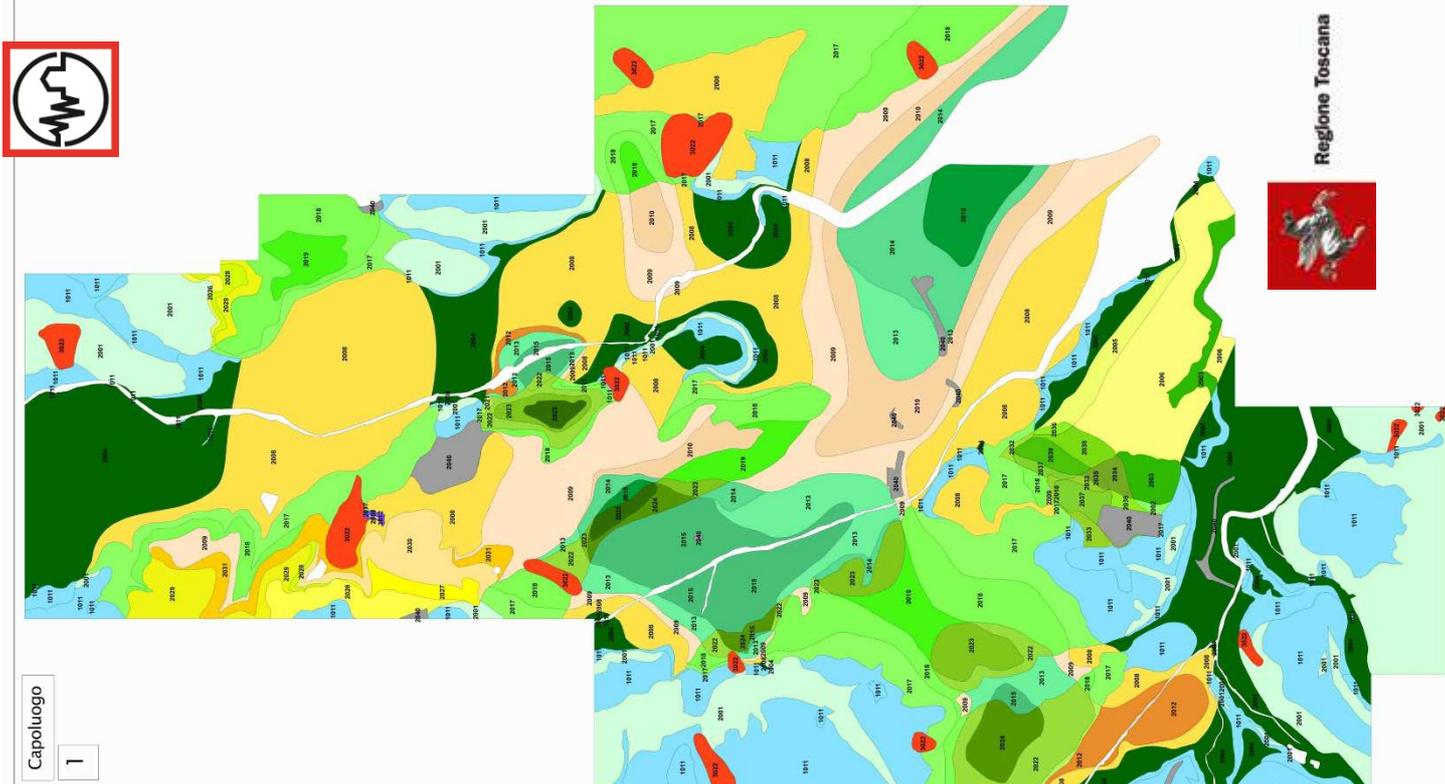
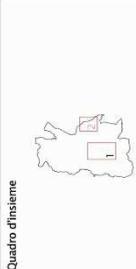
Anno	Substrato	Formazione	Spessore	Simbolo
2001	S	SIV	0-15 m	[S]
2004	S	SIV	0-15 m	[S]
2005	S	SIV	0-15 m	[S]
2006	S	SIV	0-15 m	[S]
2009	S	SIV	0-15 m	[S]
2010	S	SIV	0-15 m	[S]
2012	S	SIV	0-15 m	[S]
2013	S	SIV	0-15 m	[S]
2014	S	SIV	0-15 m	[S]
2015	S	SIV	0-15 m	[S]
2016	S	SIV	0-15 m	[S]
2017	S	SIV	0-15 m	[S]
2018	S	SIV	0-15 m	[S]
2019	S	SIV	0-15 m	[S]
2020	S	SIV	0-15 m	[S]
2021	S	SIV	0-15 m	[S]
2022	S	SIV	0-15 m	[S]
2023	S	SIV	0-15 m	[S]
2024	S	SIV	0-15 m	[S]
2031	S	SIV	0-15 m	[S]
2040	S	SIV	0-15 m	[S]
2040	S	SIV	0-15 m	[S]

Capoluogo  
 1

**MICROZONAZIONE SISMICA**  
 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica

Scala 1:5.000  
 Località Capoluogo  
 Regione Toscana  
 Comune di Barberino di Mugello

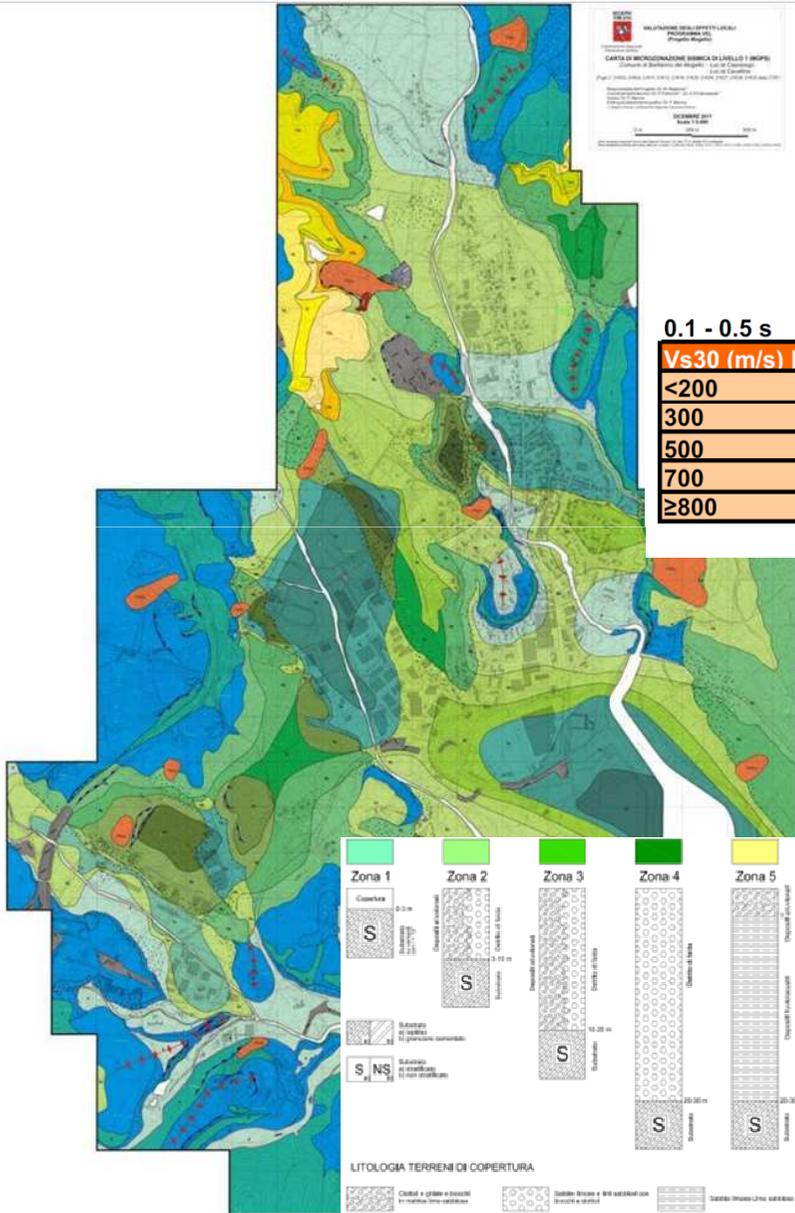
Autore: [Nome]  
 Data: [Data]



Regione Toscana



# UTILIZZO DELLA MICROZONAZIONE SISMICA



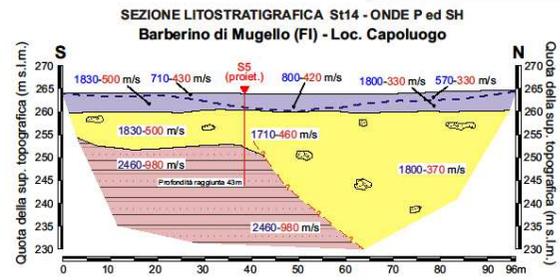
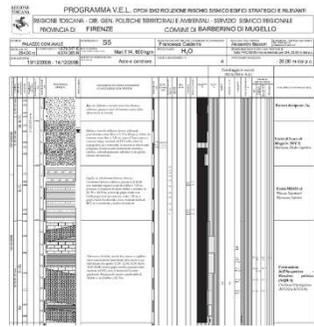
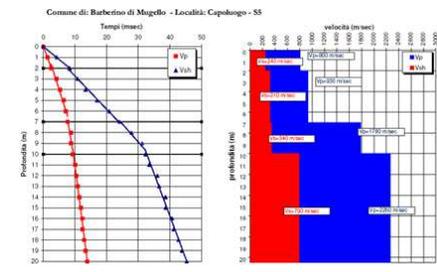
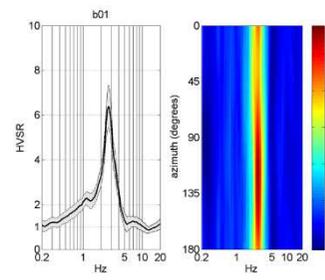
MILITARE DELL'INGEGNERIA  
 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1 (INPE)  
 Comune di Barberino di Mugello - Loc. di Capoluogo  
 L. n. 42 del 29/04/2001  
 Art. 17 della Legge n. 42 del 29/04/2001  
 DICEMBRE 2011  
 Scala 1:1000

Toscana costiera



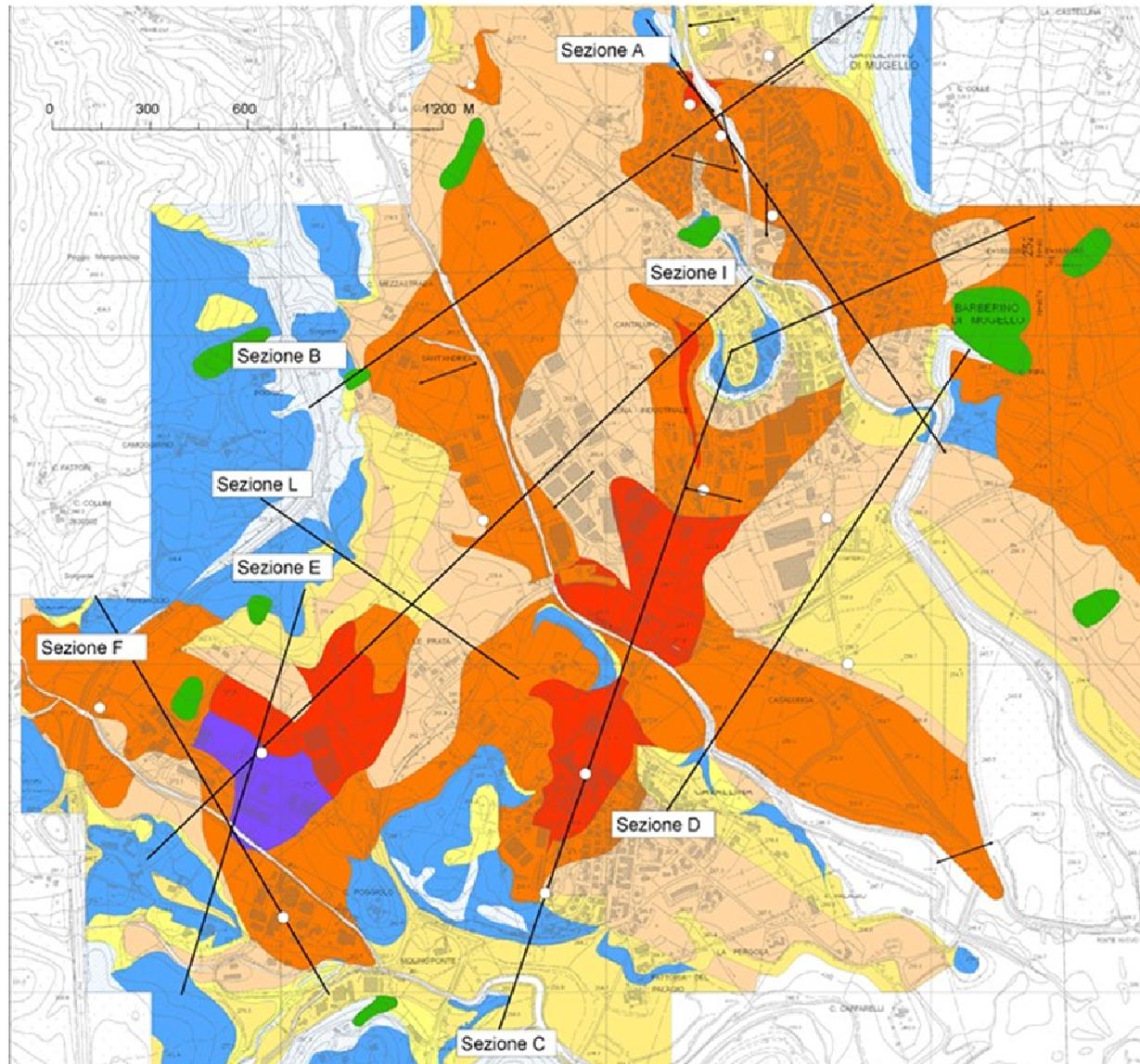
0.1 - 0.5 s

Vs30 (m/s)   f0(Hz)	<1	1.5	2.5	3.5	4.5	5.5	6.5	7.5	≥ 8	75° perc.
<200	1.3	1.4	2.1							1.4
300	1.2	1.4	1.7	1.7	1.8	1.5	1.5	1.1	1.7	1.4
500	1.0	1.2	1.3	1.5	1.5	1.4	1.2	1.5	1.3	1.2
700	0.9	1.1	1.3			1.4	0.9	1.2	1.1	1.0
≥800	0.8	0.8								0.8





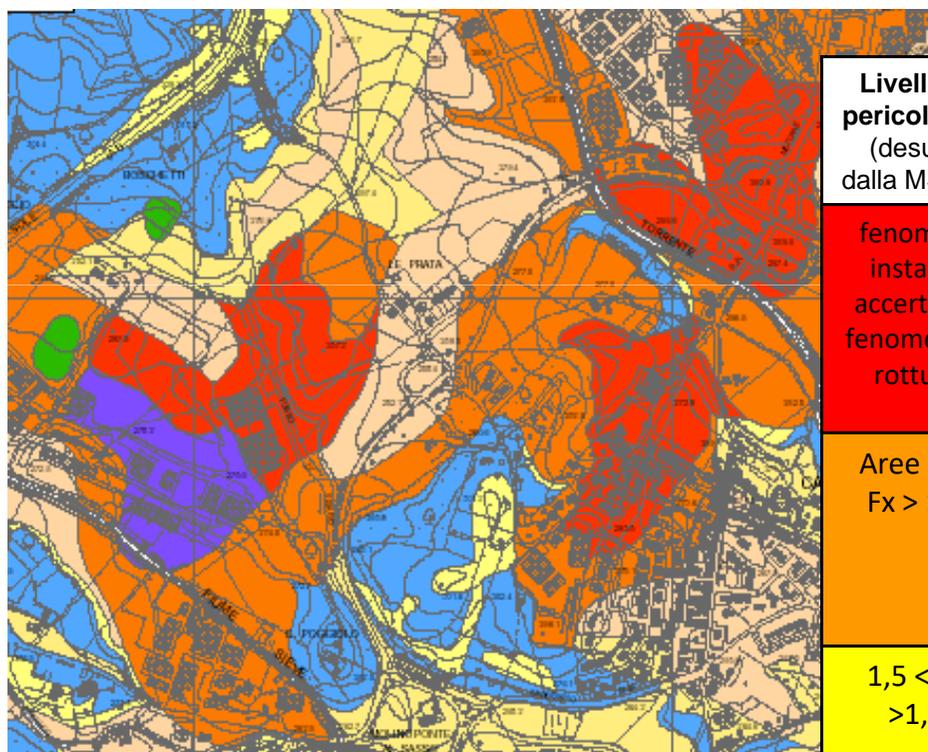
## UTILIZZO DELLA MICROZONAZIONE SISMICA



(da estrapolazione areale delle analisi 2D)

-   $FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1 \quad Ft = 1.2$
-   $FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1$
-   $1 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1.1$
-   $1.1 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1.3$
-   $1.3 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 1.5$
-   $1.5 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 2$
-   $2 < FHa_{(0.1-0.5)} \leq 2.5$
-   $2.5 < FHa_{(0.1-0.5)}$
-  Instabilità di versante

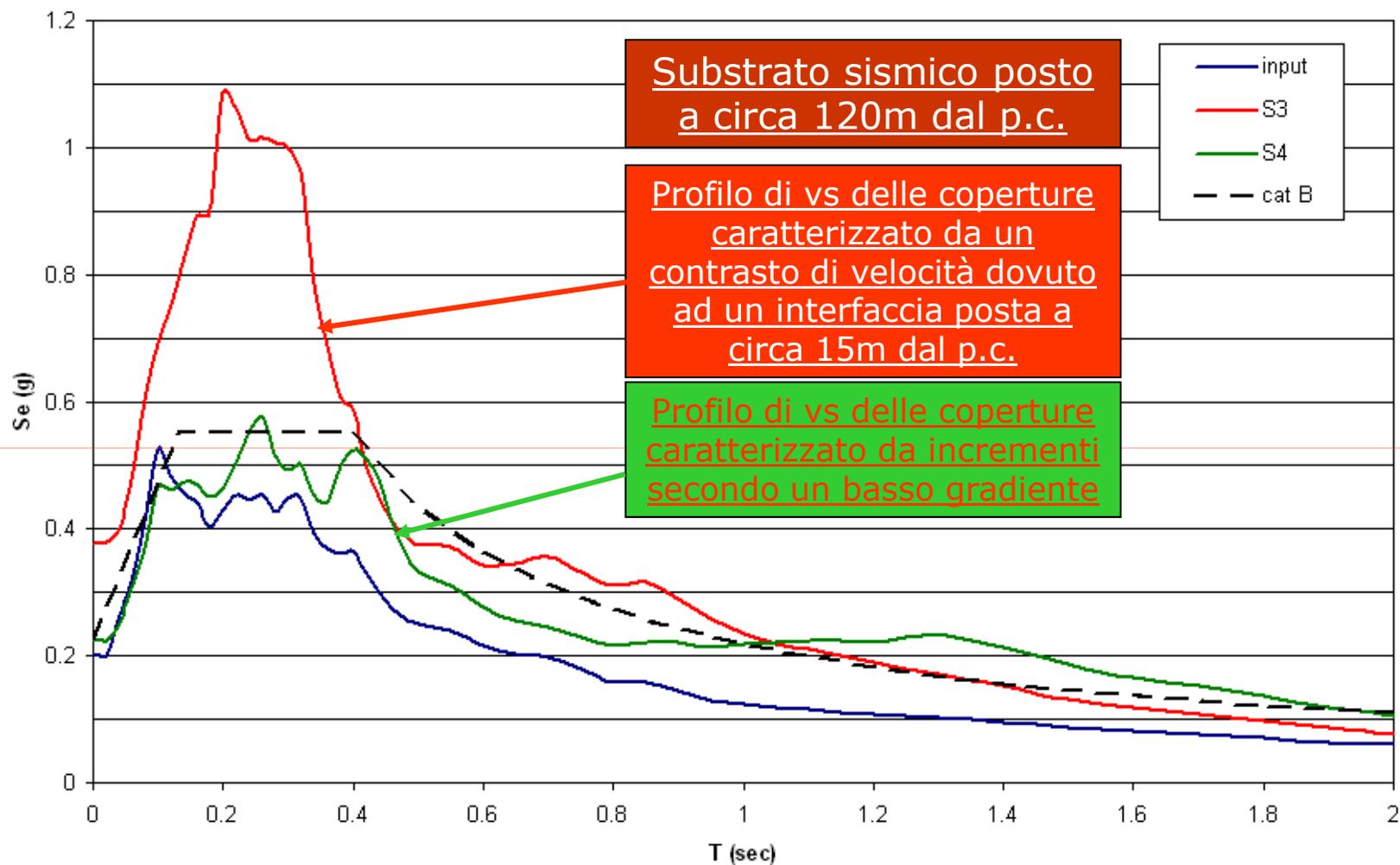
## MODALITA' DI UTILIZZO DEGLI STUDI DI MS livello 2 o 3 NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE



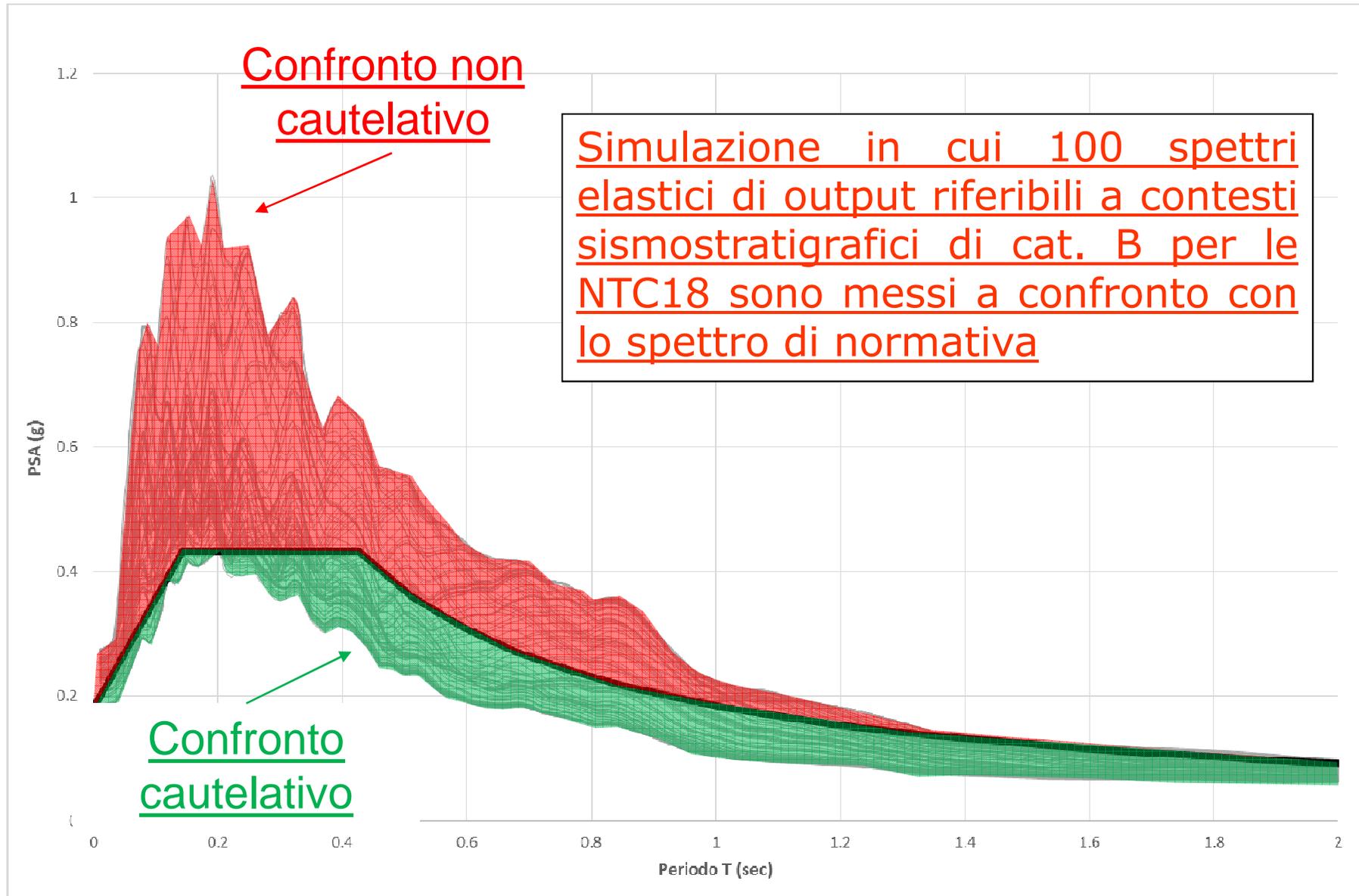
Livello di pericolosità (desunti dalla MS2-3)	Classi di Pericolosità sismica locale	Approfondimenti di indagini	Disciplina/Condizioni di attuazione (in aggiunta a quelle già previste per il livello 1)
fenomeni instabili accertati e fenomeni di rottura	<b>S4</b>	<b>Si possono omettere</b> , fatto salvo quanto richiesto in fase edilizia (cap.6.2.1 e 6.2.2 NTC08)	
Aree con $F_x > 1,5$	<b>S3</b>	<b>Si possono omettere</b> , fatto salvo quanto richiesto in fase edilizia (cap.6.2.1 e 6.2.2 NTC08)	- <b>obbligo di RSL limitatamente agli edifici strategici/rilevanti</b> (con volumetria di classi 3 e 4 - Reg. 36R/2009) e <b>residenziali</b> (solo classe 4)
$1,5 < F_x > 1,1$	<b>S2</b>		
$F_x = 1$	<b>S1</b>		

- Cartografie MS2/3 (entro il territorio urbanizzato)
- Definizione di un modello geologico-tecnico di sottosuolo «approfondito»
- Stima di Fattori di amplificazioni medi ( $F_a$ ) per macroarea e fornitura di Spettri di risposta elastici.

## AZIONE SISMICA (par.3.2)



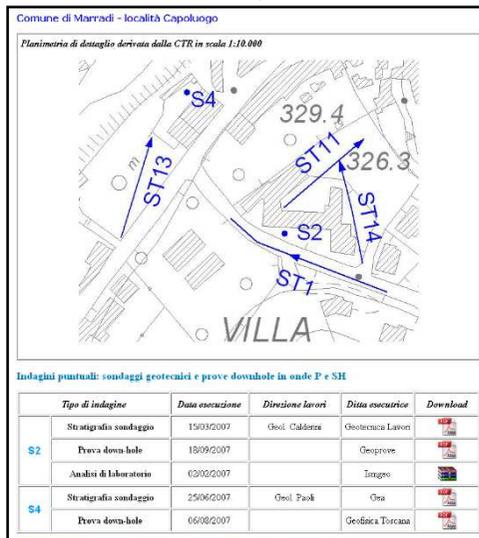
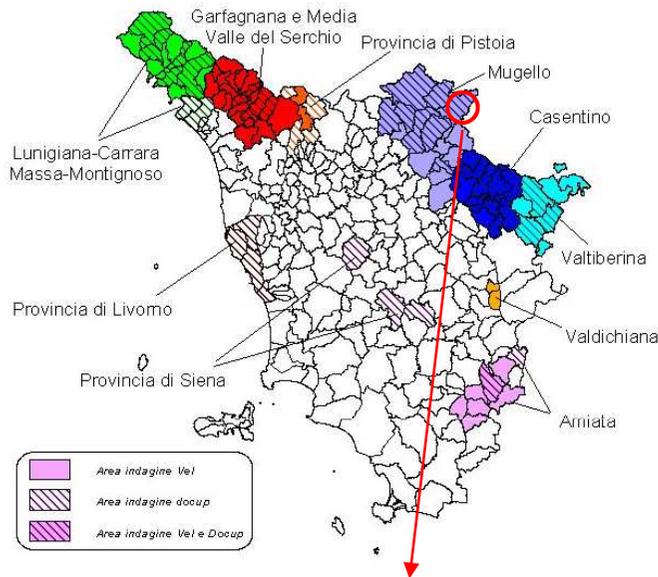
*da D'Intinosante et alii*





Regione Toscana

# SVILUPPO NUOVO PORTALE WEB-GIS PER LA CONSULTAZIONE DELLE INDAGINI



REGIONE TOSCANA

Regione Toscana - Settore Sismica

Università di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra

## BANCA DATI VEL

INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Questa applicazione web permette, mediante criteri di ricerca geografici, la consultazione ed il download di tutte le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche realizzate nell'ambito del programma VEL (Valutazione Effetti Locali). Inoltre all'interno dell'applicazione è presente un apposito "tool" per la visualizzazione ed il download dei risultati delle curve dinamiche (smorzamento e decadimento del modulo di taglio), sia di un singolo campione di terreno selezionato sia di una popolazione di campioni di terreno scelti tramite criteri litologici e/o geografici.

### RICERCA

**GEOGRAFICA**

PROVINCIA  
scegli provincia...

AREA GEOGRAFICA  
scegli area...

COMUNE  
scegli comune...

LOCALITA'  
scegli località...

**SCELTA CAMPIONI**  
Banca dati curve dinamiche di laboratorio

Selezione singola su Mappa  
 In base ai seguenti criteri:

LITOLOGIA  
USGS Pura scegli litologia...  
USGS Modif.

FORMAZIONE scegli formazione...

AREA GEOGRAFICA scegli area...

COMUNE scegli comune...

**LEGENDA**

- Sondaggi
- Sismica di Rifrazione

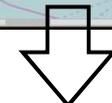
### RISULTATI

RIC. GEOGRAFICA    SCELTA CAMPIONI

INFORMAZIONI SONDAGGIO/STESA

INFORMAZIONI CAMPIONI DEL SONDAGGIO

DOCUMENTI



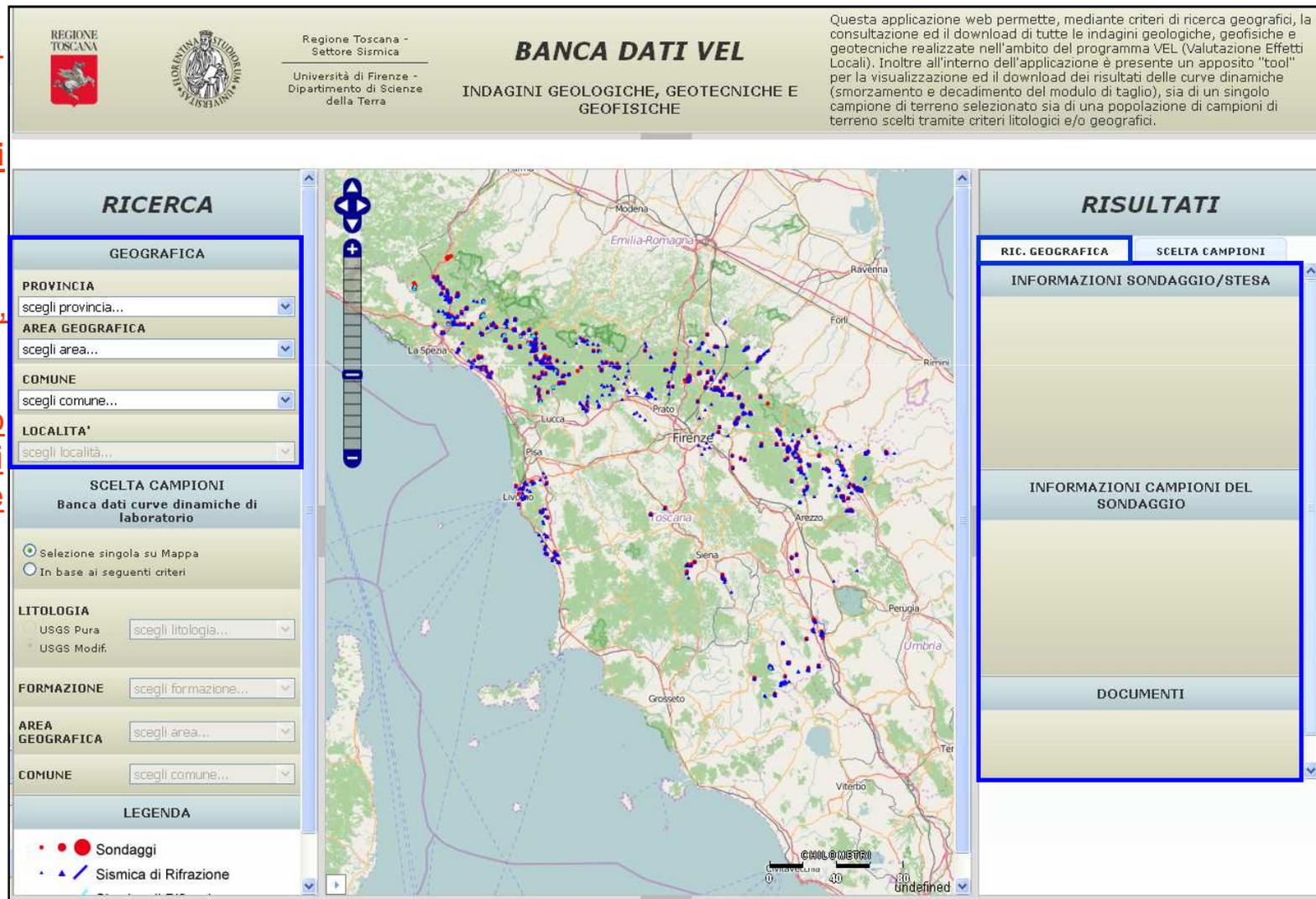
Nuovo portale **WEB-GIS** sviluppato con la  
Collaborazione del DST-UniFI (Prof. Catani)

<http://www.regione.toscana.it/-banca-dati-vel>

Per info..... [vel@regione.toscana.it](mailto:vel@regione.toscana.it)

I dati possono essere ricercati, selezionati e visualizzati mediante criteri di ricerca geografici per Provincia, Area geografica, Comune, Località oppure possono essere ricercati interattivamente dall'utente

Per ogni sondaggio selezionato si possono consultare ed estrarre i dati diretti e quelli indiretti relativi.



The screenshot displays the 'BANCA DATI VEL' web-GIS interface. The header includes logos for Regione Toscana and Università di Firenze, along with the text 'Regione Toscana - Settore Sismica' and 'INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE'. A descriptive paragraph on the right explains the application's purpose: 'Questa applicazione web permette, mediante criteri di ricerca geografici, la consultazione ed il download di tutte le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche realizzate nell'ambito del programma VEL (Valutazione Effetti Locali). Inoltre all'interno dell'applicazione è presente un apposito "tool" per la visualizzazione ed il download dei risultati delle curve dinamiche (smorzamento e decadimento del modulo di taglio), sia di un singolo campione di terreno selezionato sia di una popolazione di campioni di terreno scelti tramite criteri litologici e/o geografici.'

The interface is divided into three main sections:

- RICERCA (Left Panel):** Contains search filters for GEOGRAFICA (PROVINCIA, AREA GEOGRAFICA, COMUNE, LOCALITA'), SCELTA CAMPIONI (Banca dati curve dinamiche di laboratorio), LITOLOGIA (USGS Pura, USGS Modif.), FORMAZIONE, AREA GEOGRAFICA, and COMUNE. It also includes a LEGENDA and a map navigation tool.
- Map (Center):** Shows a map of Tuscany with numerous blue and red dots representing seismic data points. A scale bar and navigation controls are visible.
- RISULTATI (Right Panel):** Features tabs for 'RIC. GEOGRAFICA' and 'SCELTA CAMPIONI'. It contains sections for 'INFORMAZIONI SONDAGGIO/STESA', 'INFORMAZIONI CAMPIONI DEL SONDAGGIO', and 'DOCUMENTI'.

# SVILUPPO NUOVO PORTALE WEB-GIS:

## ricerca e consultazione analisi di laboratorio sui campioni

Per ogni campione selezionato si possono consultare ed estrarre i dati relativi al campione. Inoltre è possibile estrarre le curve di degrado medie in funzione delle litologia, formazione e/o area di provenienza selezionata




Regione Toscana - Settore Sismica  
Università di Firenze - Dipartimento di Scienze della Terra

### BANCA DATI VEL

INDAGINI GEOLOGICHE, GEOTECNICHE E GEOFISICHE

Questa applicazione web permette, mediante criteri di ricerca geografici, la consultazione ed il download di tutte le indagini geologiche, geofisiche e geotecniche realizzate nell'ambito del programma VEL (Valutazione Effetti Locali). Inoltre all'interno dell'applicazione è presente un apposito "tool" per la visualizzazione ed il download dei risultati delle curve dinamiche (smorzamento e decadimento del modulo di taglio), sia di un singolo campione di terreno selezionato sia di una popolazione di campioni di terreno scelti tramite criteri litologici e/o geografici.

#### RICERCA

**GEOGRAFICA**

PROVINCIA  
scegli provincia...

AREA GEOGRAFICA  
scegli area...

COMUNE  
scegli comune...

LOCALITA'  
scegli località...

---

**SCELTA CAMPIO**  
Banca dati curve dinar laboratorio

Selezione singola su Mappa  
 In base ai seguenti criteri

**LITOLOGIA**

USGS Pura  
 USGS Modif.

**FORMAZIONE**

**AREA GEOGRAFICA**

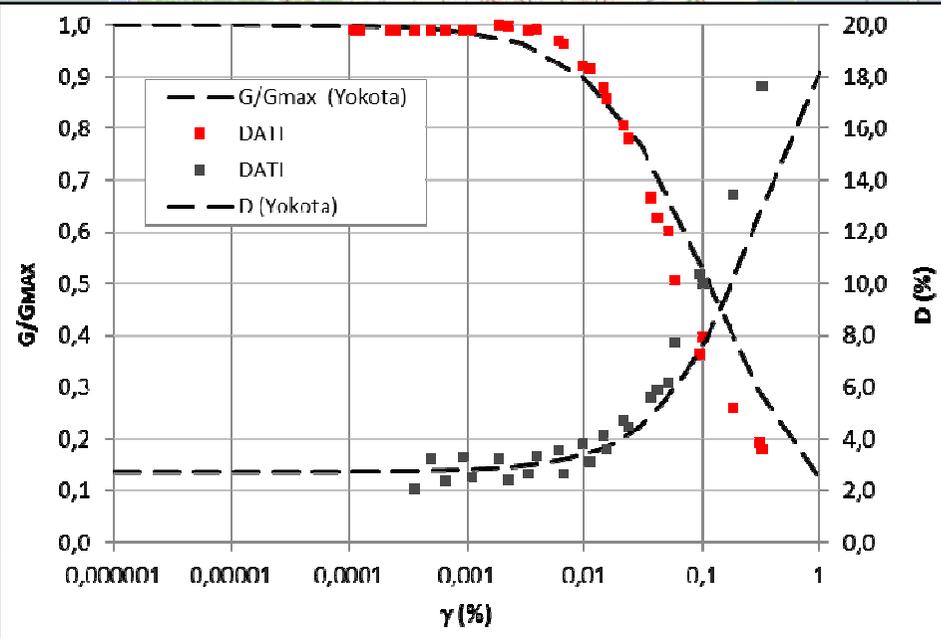
**COMUNE**

---

**LEGENDA**

- Sondaggi
- ▲ Sismica di Rifrazione
- ▲ Sismica di Riflessione





Legend for graph:  
 - - G/Gmax (Yokota)  
 ■ DATI  
 - - D (Yokota)



#### RISULTATI

**SCELTA CAMPIO**

**LISTA DEI CAMPIO**

Applicare almeno un filtro per l'elenco dei pioni  
Numero di Campioni: 0

---

**ANALISI METODO DI YOKOTA**

SV valori gamma, G/Gmax e D  
 - - - - - curve sperimentale G/Gmax  
 - - - - - curve sperimentale D

---

**DOCUMENTAZIONE**

[Legenda sigle USGS](#)  
[Legenda sigle formazioni geologiche](#)



(per gentile concessione del Dr. Bommer, EC)

GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE

**Bay of Plenty, Nuova Zelanda**

