



DIREZIONE AMBIENTE ED ENERGIA

SETTORE SISMICA REGIONALE  
UFFICIO PREVENZIONE SISMICA

# PROPOSTE DI APPLICAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA NEI REGOLAMENTI REGIONALI

**M. Baglione** <sup>(1)</sup>, **V. D'Intinosante** <sup>(1)</sup>, **P. Fabbroni** <sup>(1)</sup>

*(1) Regione Toscana, Settore Sismico Regionale - Ufficio Prevenzione sismica*

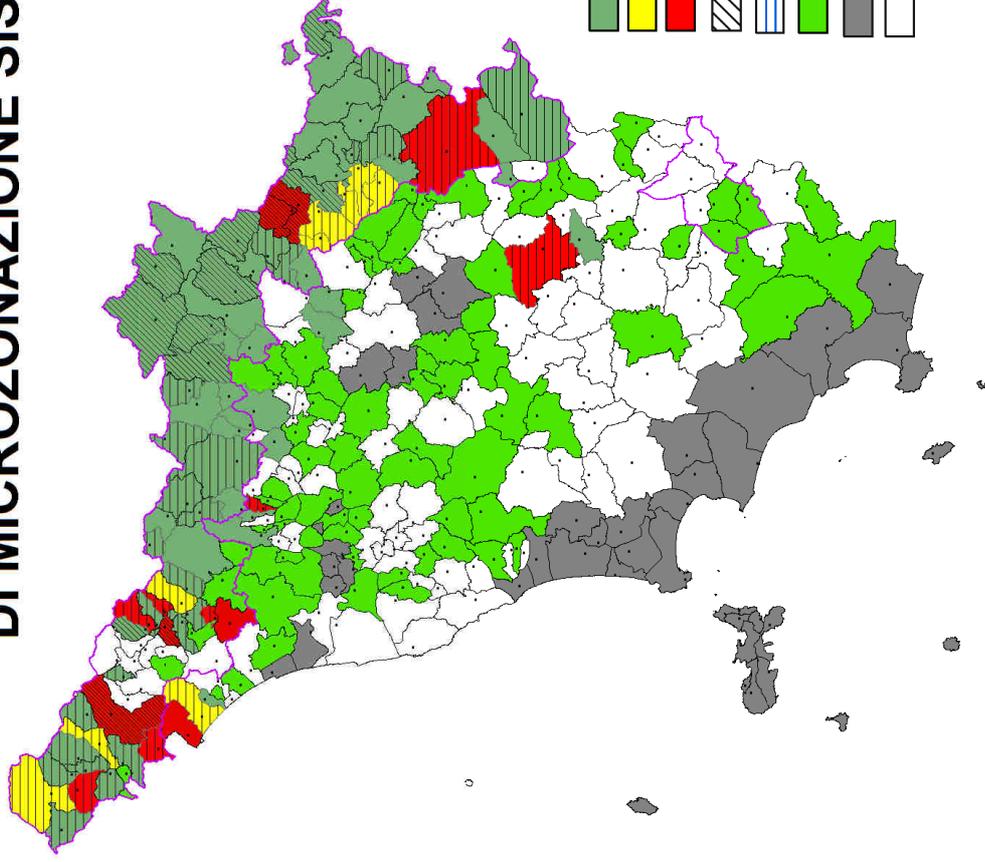
---

**Convegno Regionale 2016 – Firenze 09 Settembre 2016**



# STATO DI ATTUAZIONE DEGLI STUDI DI MICROZONAZIONE SISMICA IN TOSCANA

## STATO DI ATTUAZIONE MICROZONAZIONI SISMICHE (MS) E ANALISI DELLE CONDIZIONI LIMITE PER L'EMERGENZA (CLE) (aggiornamento 01/09/2016)



Studi di MS di livello 1 approvati (n. 63 Comuni)

Studi di MS di livello 1, in corso di approvazione (n. 9 Comuni)

Studi di MS di livello 1, in corso di realizzazione (n.17 Comuni)

Studi di MS di livello 1 e 3 a cura della Regione Toscana (n.14 Comuni)

Studi di MS con Analisi delle Condizioni Limite per l'emergenza (CLE)

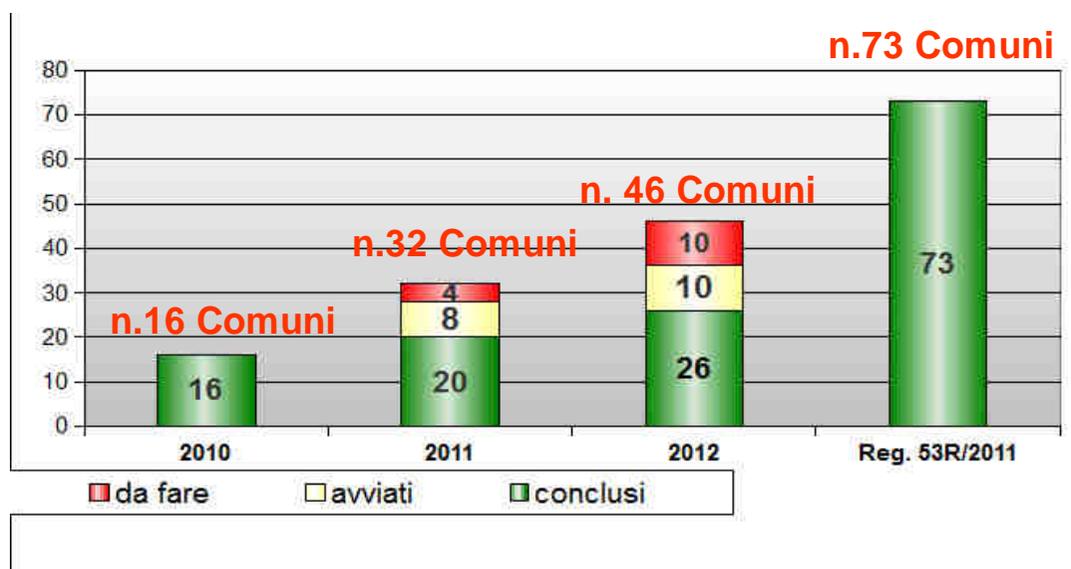
Studi di MS finanziati a livello comunale (Reg. 53R/11)  
n. 73 Comuni

Comuni non finanziabili (Ag < 0,125g) - n.40 comuni -

Comuni senza studi di MS e CLE - 86 comuni -

**QUADRO DEI FINANZIAMENTI MS + CLE**

Risorse stanziare per la MS+CLE						
Annualità - D.L. 39/2009 - art.11	Normativa	Statali	Regionali	Comunali	Totali	N. Comuni
2010	O.P.C.M. 3907/2010	€ 137.860,97	€ 137.860,97	€ 0,00	€ 275.721,94	16
2011	O.P.C.M. 4007/2012	€ 411.582,52	€ 0,00	€ 137.750,00	€ 549.332,52	32
2012	O.C.D.P.C. 52/2013	€ 658.532,03	€ 0,00	€ 220.575,00	€ 879.107,03	46
2013	O.C.D.P.C. 171/2014	€ 658.532,03				
2014	O.C.D.P.C. 293/2015	€ 658.532,03				
2015	O.C.D.P.C. 52/2016	€ 658.532,03				
<b>Regolamento 53R/2011</b>		€ 0,00	€ 0,00	€ 584.000,00	€ 584.000,00	73
<b>TOTALE</b>		€ 3.183.571,61	€ 137.860,97	€ 942.325,00	€ 2.288.161,49	167

**FONDI DA ATTIVARE**

Sono stati eseguiti studi di MS sul **89%** dei comuni in zona sismica 2 e sul **65%** dei comuni in toscana.

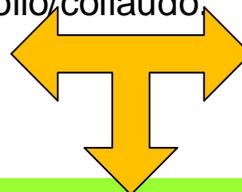
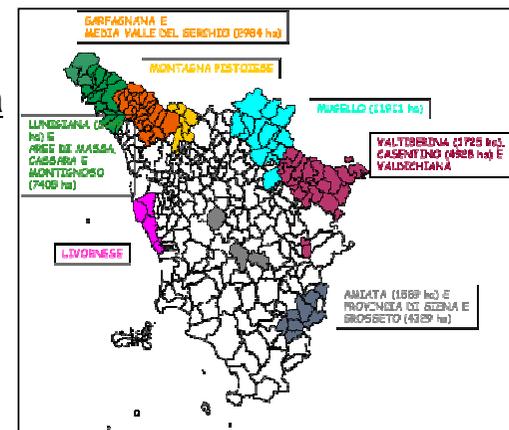


## Studi di Microzonazione Sismica (OPCM 3907/10 – 4007/2012 - OcDPC 52/2013)



Per entrambi i programmi è stata fatta la scelta di adottare le medesime metodologie di indagini (stima della Vs con indagini di sismica attiva), secondo le I.T. del Programma VEL e nel rispetto di rigidi protocolli di controllo/collaudo

## Programma regionale VEL (L.R. 56/1997 - Del. G.R.T. n. 4753/2007)

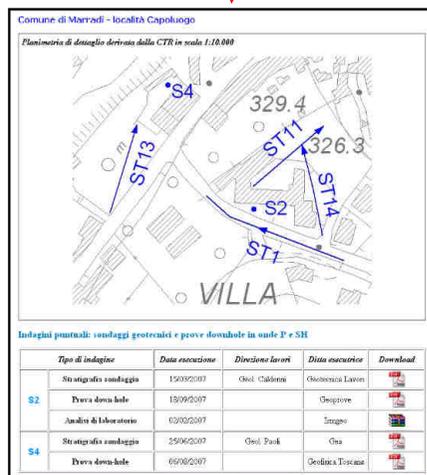
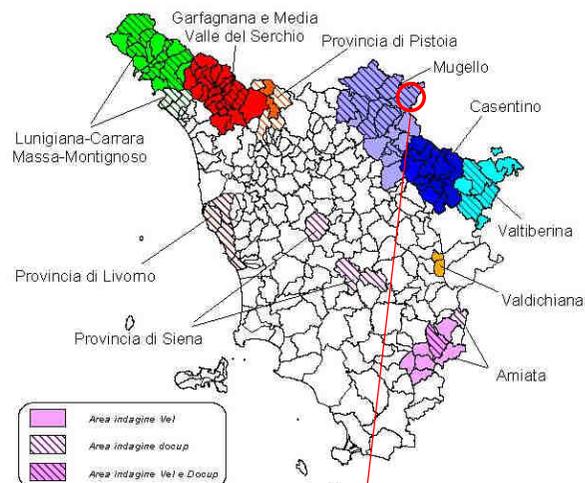


## BANCA DATI SUL TERRENO

(omogenea sui centri urbani, di elevata qualità/quantità, accessibile a tutti)

- **1307 linee di sismica a rifrazione** con onde P e SH;
- **567 sondaggi geotecnici** (più di 1400 prove SPT) con relative **prove down-hole** in foro;
- più di 500 campioni indisturbati prelevati su cui sono state eseguite circa 500 prove statiche e **299 prove dinamiche**;
- 15 comuni indagati mediante campagne di misura di eventi sismici;
- 123 comuni con le frequenze naturali di sito (**circa 3000 misure HVSR**);
- ulteriori prove geofisiche (MASW e/o ESAC)

## SVILUPPO NUOVO PORTALE WEB-GIS PER LA CONSULTAZIONE DELLE INDAGINI RELATIVE AL PROGRAMMA VEL




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

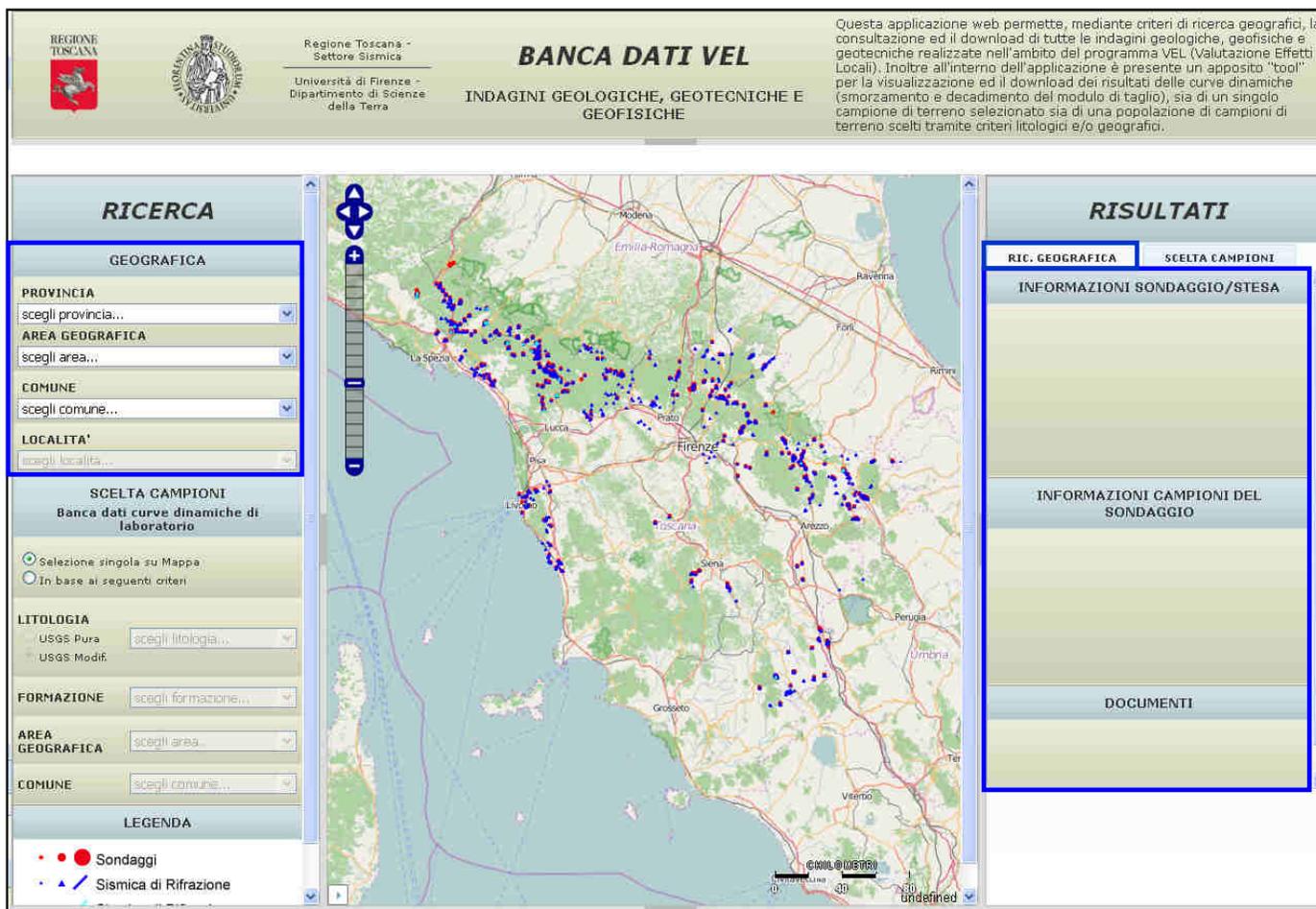
<http://www.regione.toscana.it/-/banca-dati-vel>

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

## SVILUPPO NUOVO PORTALE WEB-GIS: ricerca geografica

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.



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...

LOCALITÀ  
 scegli località...

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

Selezione singola su Mappa  
 In base ai seguenti criteri

LITOLOGIA  
 USGS Pura  
 USGS Modif  
 scegli litologia...

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

## IL PROGRAMMA REGIONALE VEL : banca dati curve dinamiche

### IMPLEMENTAZIONE DELLA BANCA DATI

(collaborazione UNIPI  
Prof. Lo Presti)

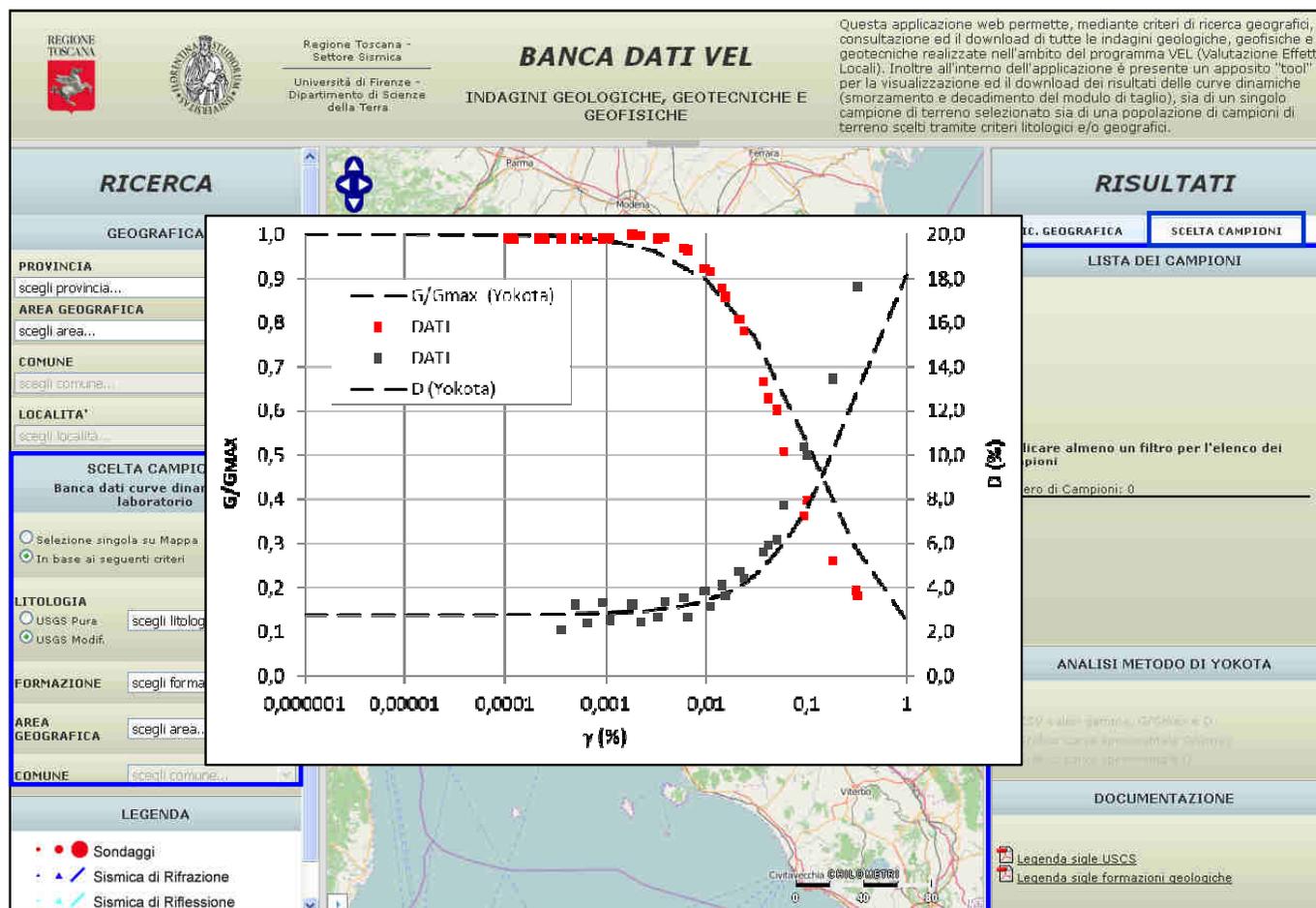
Le prove analizzate sono state eseguite da tre laboratori:

- ISMGEO s.r.l. di Seriate (BG)
- Laboratorio di Geotecnica del Dipartimento di Ingegneria Civile dell'Università di Pisa
- Laboratorio DIPLAB Geomeccanica del Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica del Politecnico di Torino

	N° COMUNI	N° CAMPIONI	N° CR	N° TTC	N° TXC
AMIATA	6	32	32	0	0
CASENTINO	8	35	35	0	0
GAFAGNANA	11	35	33	15	1
LIVORNESE	4	21	17	2	2
LUNIGIANA	12	21	18	4	2
MUGELLO	12	52	48	8	4
PISTOIESE	3	5	5	0	0
SENESE	3	18	16	2	0
VALDICHIANA	2	5	5	0	0
VALTIBERINA	5	34	33	1	0
EXTRA-VEL	3	14	14	0	0
<b>TOT</b>	69	271	257	33	9
			<b>299</b>		

## 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





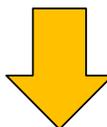
Regione Toscana

# IL QUADRO CONOSCITIVO DEL TERRENO

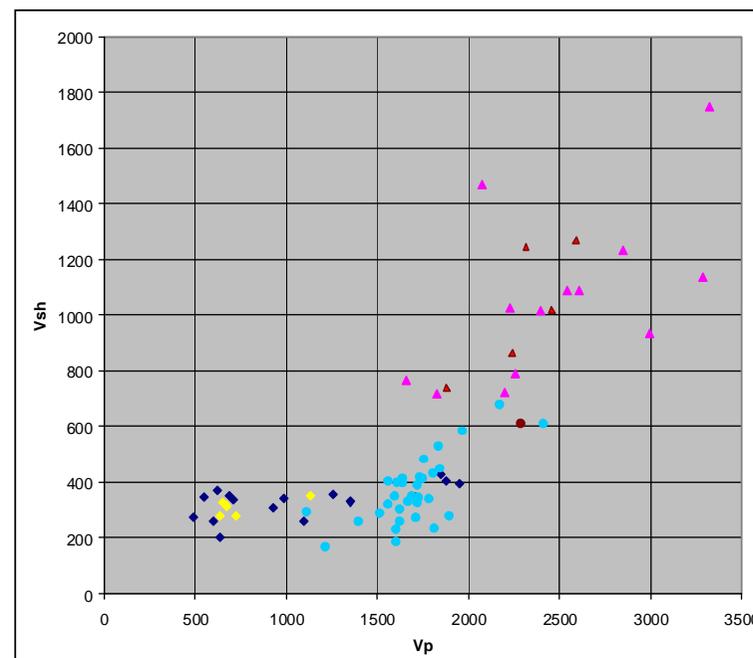
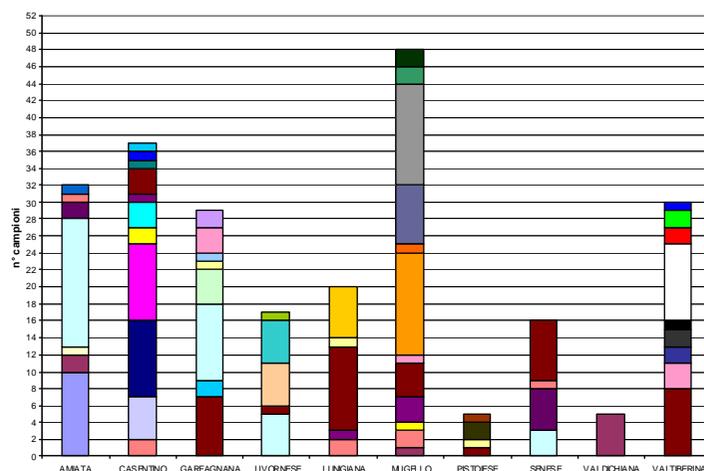
Settore Sismica



Mediante la predisposizione degli studi di **Microzonazione Sismica di livello 1** è quindi possibile:



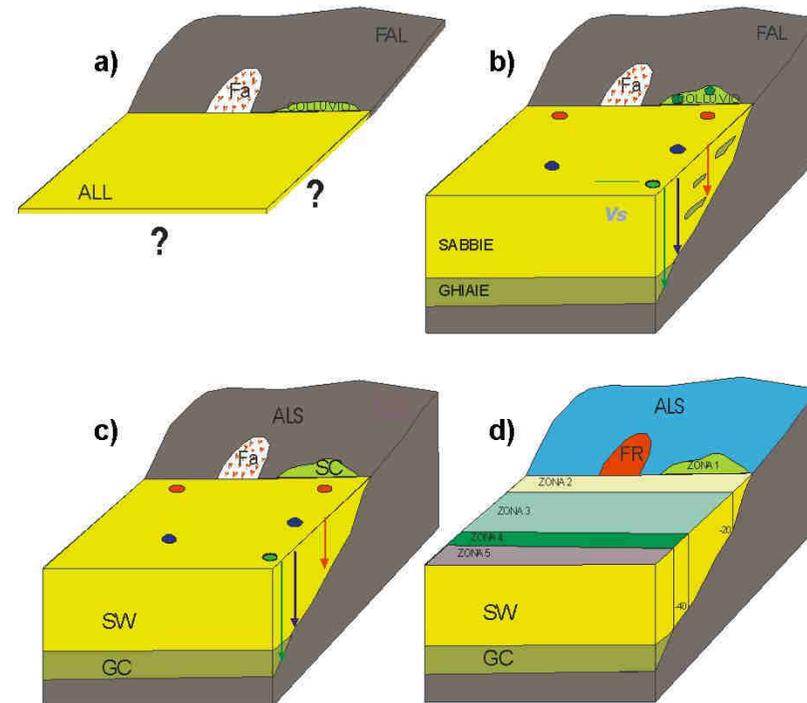
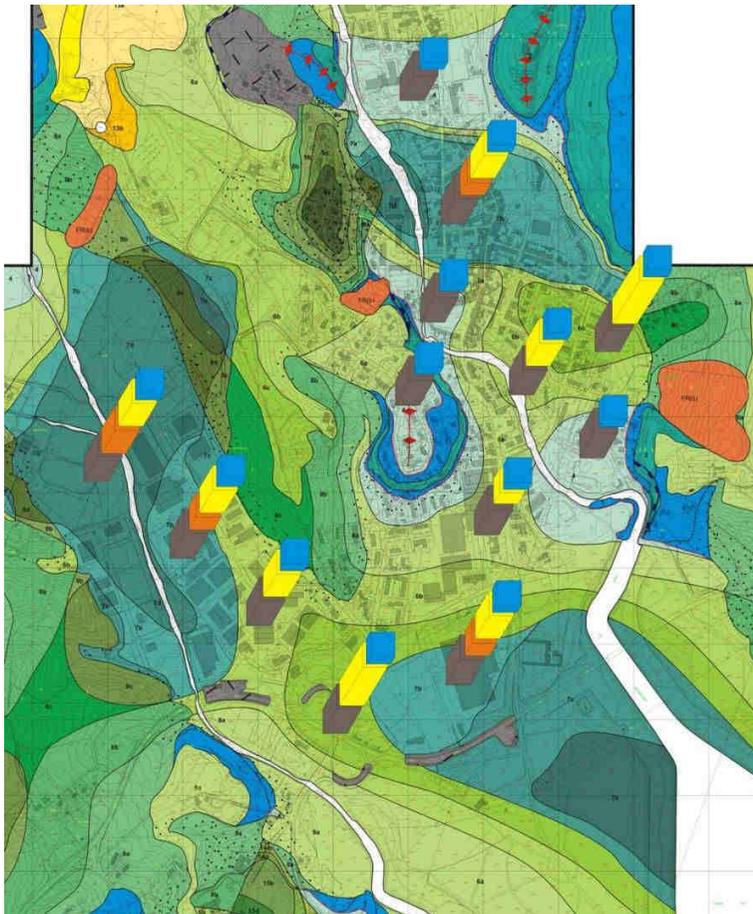
## 1) Parametrizzazione geotecnica e geofisica media delle unità litostratigrafiche presenti;



I dati acquisiti hanno consentito la predisposizione degli abachi litostratigrafici (Albarello et alii, 2014) per la stesura delle **carte di MS di livello 2**



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

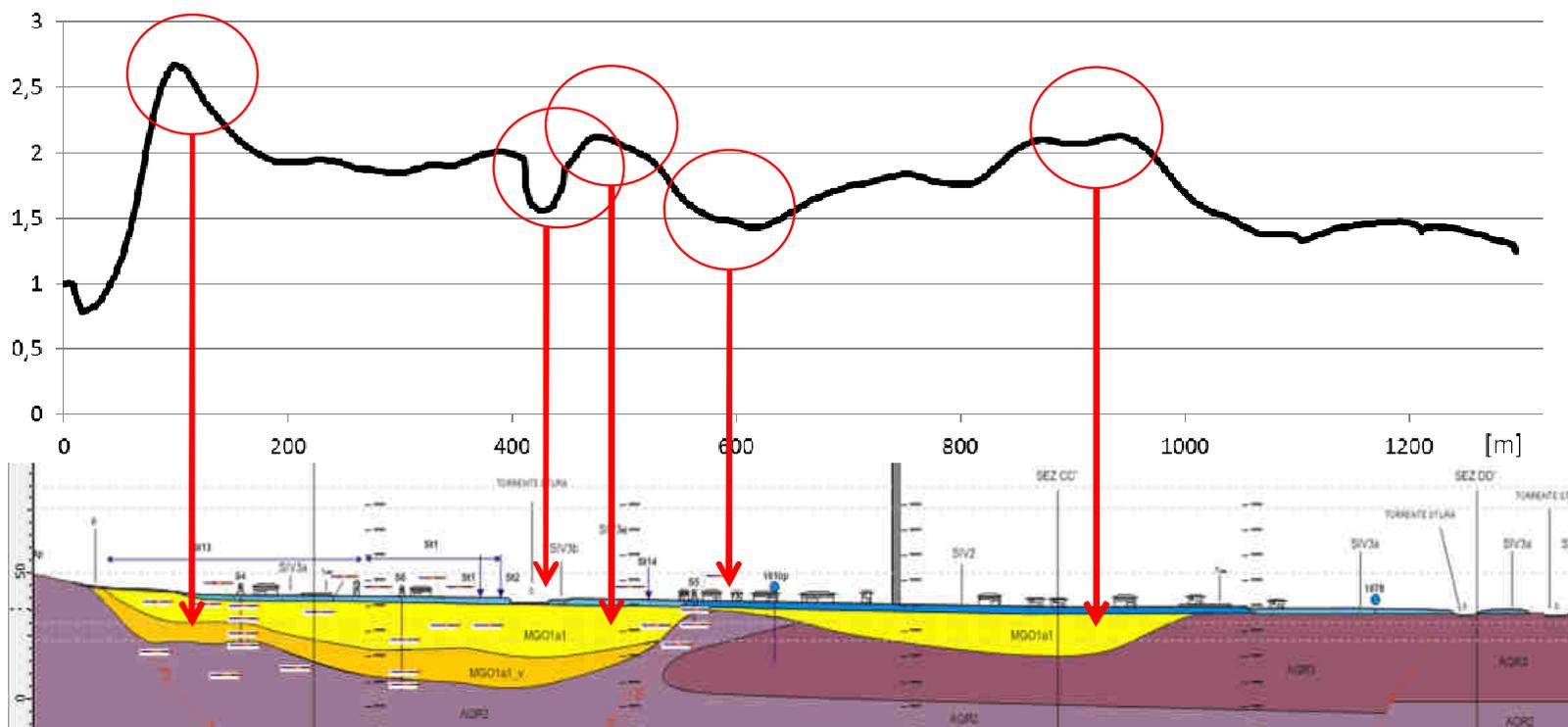


suddivisione ragionata degli spessori associati a ciascuna microzona, delle loro geometrie ma anche delle proprietà meccaniche ( $V_s$ ). E' quindi indispensabile poter disporre di un elevato quantitativo di indagini geognostiche



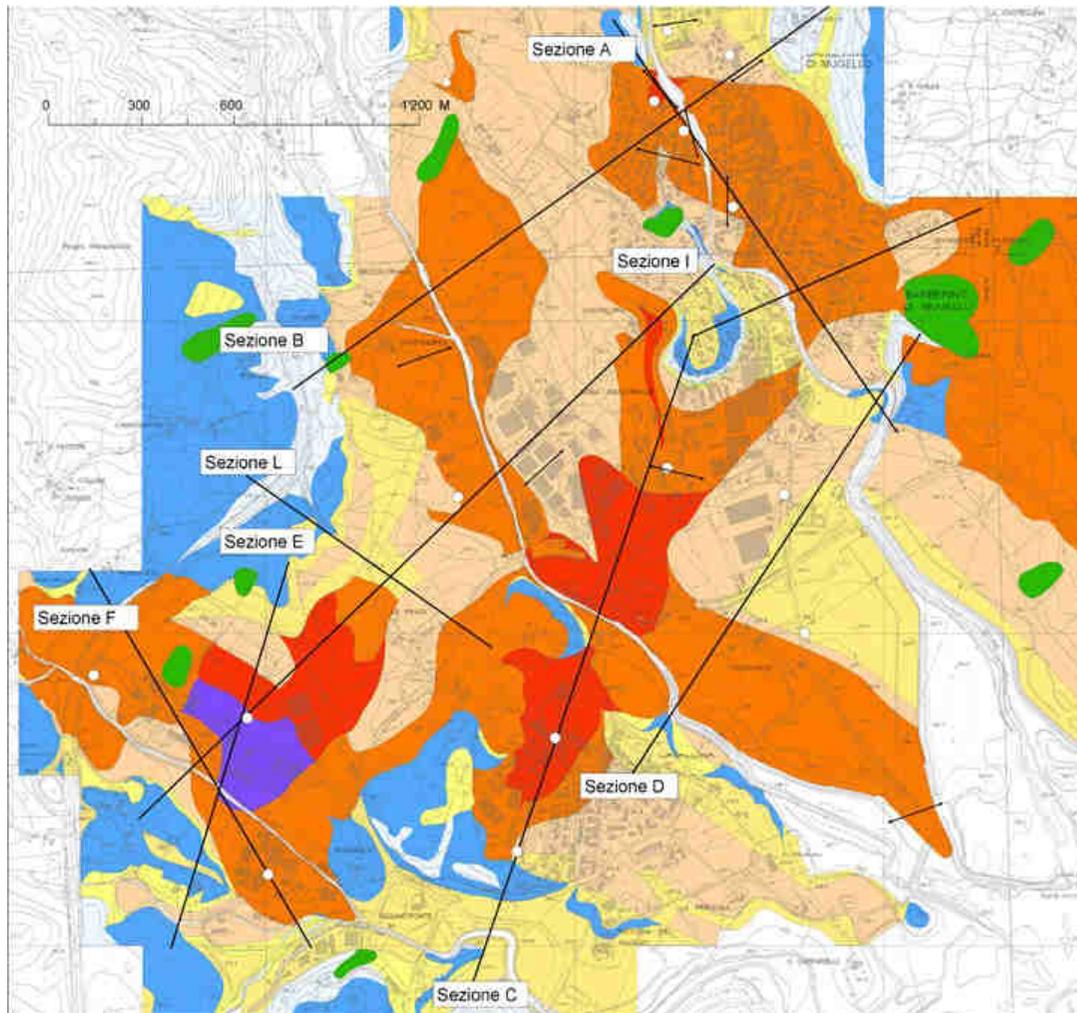
## DALLA CARTOGRAFIA DI MS 1 A QUELLA DI LIVELLO 3

Andamento medio del Fattore di amplificazione  $F_{Ha}(0.1-0.5)$





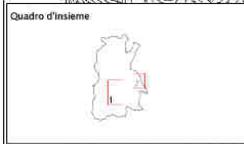
## CARTOGRAFIA DI MICROZONAZIONE DI LIVELLO 3



(da estrapolazione areale delle analisi 2D, a cura Regione Toscana, 2015)

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

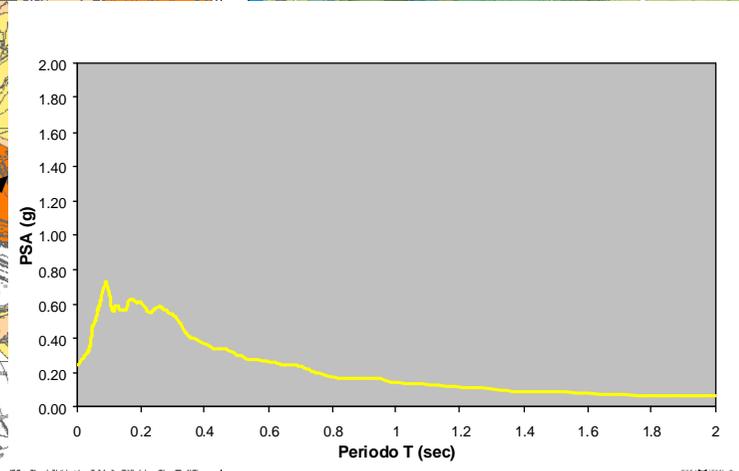
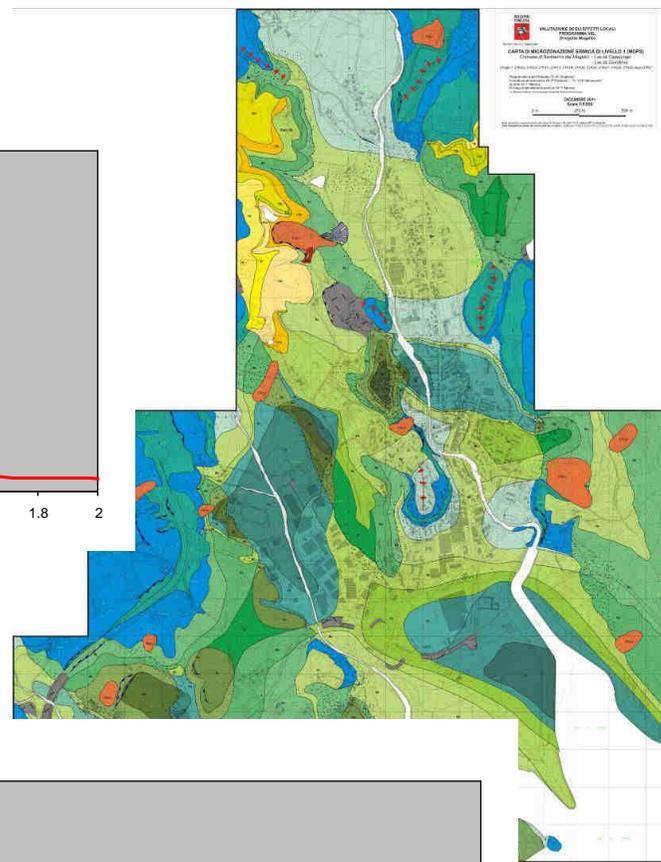
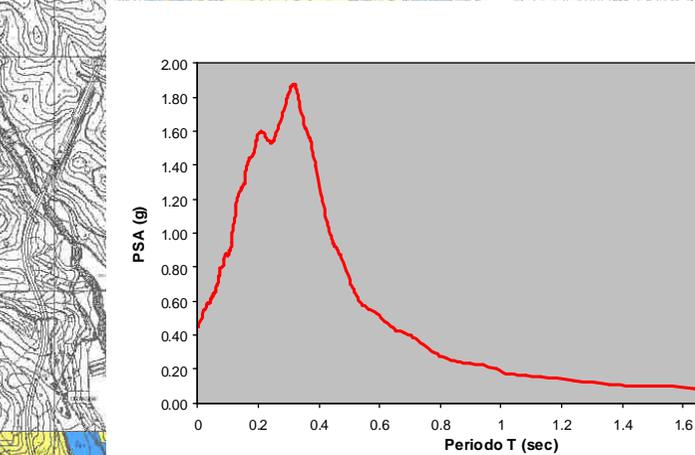
**MICROZONAZIONE SISMICA**  
**Carta di microzonazione sismica di livello 3**  
 Località Galliano  
 scala 1:5.000  
 Regione Toscana  
 Comune di Barberino di Mugello



**Legenda**  
 Zone sismiche convenzionali di microzonazione sismica  
 fattore di protezione (0,1 - 0,5 Hz)

0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
1,1	1,2	1,3	1,4	1,5
1,6	1,7	1,8	1,9	2,0

0 100 200 400 Metri



**Zona 5**

**LITOLOGIA TERRENI DI COPERTURA**

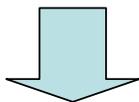
--	--	--

---

## APPLICAZIONE DEGLI STUDI DI MS PER LA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

### Regolamento Regionale 53R/2011 – Parte sismica

Per tutti i comuni ad esclusione di quelli in zona sismica 4, si prevede la redazione di **studi e cartografie di Microzonazione Sismica (di seguito indicati MS)** di livello 1 così come definite negli **“Indirizzi e Criteri Generali per la Microzonazione Sismica” (di seguito indicati ICMS)** nonché sulla base delle specifiche tecniche di cui all’O.P.C.M. 3907/2010 - **specifiche tecniche regionali (Del. GRT. 261/2011 e s.m.e i.)**

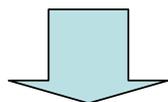


- 1) La redazione degli **studi di MS di livello 1 è obbligatoria per tutti i Comuni, ad eccezione di quelli classificati in zona sismica 4, che intendono predisporre i nuovi piani strutturali, i nuovi regolamenti urbanistici e relative varianti;**
- 2) Tale studio deve essere realizzato **in corrispondenza dei centri urbani maggiormente significativi che il Comune, di concerto con la struttura regionale competente, individua** secondo le specifiche di cui al Par. 1.B.1.2 delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti al par. 3.4.2 degli ICMS;



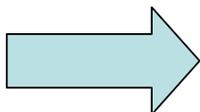
### Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 Norme per il governo del territorio.

*Bollettino Ufficiale n. 53, parte prima, del 12 novembre 2014*



- valorizzazione del patrimonio territoriale e paesaggistico per uno sviluppo regionale sostenibile;
- contrasto al consumo di suolo promuovendo il ruolo multifunzionale del territorio rurale;
- sviluppo della partecipazione come componente ordinaria delle procedure di formazione dei piani.
- maggiore chiarezza dei contenuti tecnici e snellimento delle procedure;

#### **Contenuti principali**



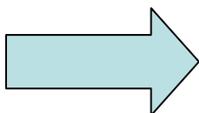
1. Contrasto al consumo del suolo. All'interno del "territorio urbanizzato" si devono privilegiare strategie di riuso, riqualificazione e rigenerazione urbana di aree degradate o dismesse. All'esterno non sono consentite nuove edificazioni residenziali
2. Informazione e partecipazione
3. Monitoraggio dell'esperienza applicativa della legge e valutazione della sua efficacia
4. Pianificazione d'area vasta



# Legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 Norme per il governo del territorio.

*Bollettino Ufficiale n. 53, parte prima, del 12 novembre 2014*

### Contenuti principali



5. Pianificazione d'area vasta – Valorizzazione del piano strutturale intercomunale, che, insieme alla conferenza di copianificazione, diventa riferimento per garantire una progettazione unitaria e multisettoriale delle trasformazioni a livello d'area vasta.
6. **Prevenzione e mitigazione dei rischi idrogeologico e sismico.**  
Indicazioni specifiche rivolte alla formazione dei piani strutturali e dei piani operativi. Si prevede inoltre che il piano di protezione civile costituisca parte integrante del piano operativo comunale.
7. Qualità del territorio rurale
8. Riordino lessicale. Il vigente "*Regolamento urbanistico*" è stato ridenominato "*Piano operativo*" per eliminare la frequente confusione fra regolamento urbanistico e regolamento edilizio.

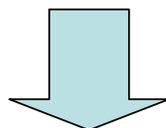


## L.R. 65/2014

(BURT n.53 parte I, 12/11/2014, e successivamente coordinata con L.R. 43/2016)

### art.104 – Pericolosità idrogeologica e sismica e misure di mitigazione dei rischi. Regolamento

**Comma 2** – Piano strutturale è uno strumento di verifica della pericolosità del territorio per gli aspetti sismici. Nell'ambito del P.S. devono essere evidenziate le aree che risultano esposte al rischio con particolare riferimento alle aree urbanizzate, alle infrastrutture e alle trasformazioni

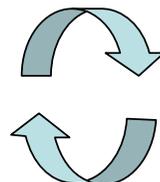


DOCUMENTI DI VERIFICA

#### 1. DELLA PERICOLOSITA' SISMICA (similare al comma 1 art.62 L.R.:1/2005)

*Costituiscono la base per l'implementazione*

2. DELLE AREE ESPOSTE  
AL RISCHIO SISMICO



Pianificazione  
di emergenza

*Possono essere aggiornati a seguito di eventi sismici*



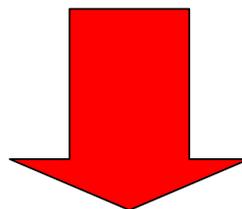
### L.R. 65/2014

(BURT n.53 parte I, 12/11/2014, e successivamente coordinata con L.R. 43/2016)

#### art.104 – Pericolosità idrogeologica e sismica e misure di mitigazione dei rischi. Regolamento

##### Comma 3 – Piano Operativo definisce:

- le condizioni per garantire la fattibilità degli interventi di trasformazione;  
(similare al comma 2 art.62 L.R.:1/2005)
- modalità di attuazione delle misure di mitigazione dei rischi in funzione delle trasformazioni previste;



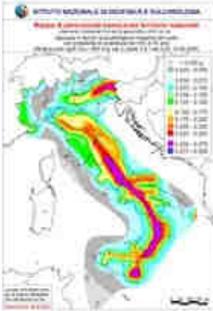
**GESTIONE DEL RISCHIO SISMICO**



## EVOLUZIONE DEL CONTESTO NORMATIVO

### IL RISCHIO SISMICO

Il rischio *sismico* è determinato da una combinazione di diversi fattori: la **Pericolosità**, la **Vulnerabilità** e l'**Esposizione**

Pericolosità	Vulnerabilità	Esposizione
		
La pericolosità sismica di un'area è la probabilità che, in un certo intervallo di tempo, essa sia interessata da forti terremoti che possono produrre danni.	La vulnerabilità di una struttura è la sua tendenza a subire un danno in seguito a un terremoto.	<p><i>Prima dell'evento:</i> Quantità e qualità dei beni esposti.</p> <p><i>Dopo l'evento:</i> L'esposizione esprime il valore delle perdite causate dal terremoto: economiche, artistiche, culturali, morti, feriti e senzatetto.</p>

E' la probabilità che si verifichino danni in base alla sismicità, alla capacità di resistenza delle costruzioni (*propensione al danno*), alla quantità e qualità dei beni esposti.

(definizione DPC)

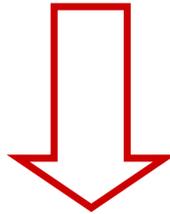
$$R = P * V * E$$

**Rischio sismico (R )**



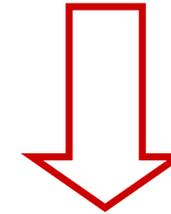
# MITIGAZIONE del RISCHIO

## Aumento del livello di conoscenza



- Maggior dettaglio di informazioni per la stima di vulnerabilità (censimenti)
- Maggior dettaglio sulla scala di approfondimento (aggregato strutturale)
- Priorità su aree a maggior Rischio

## Azioni di pianificazione territoriale

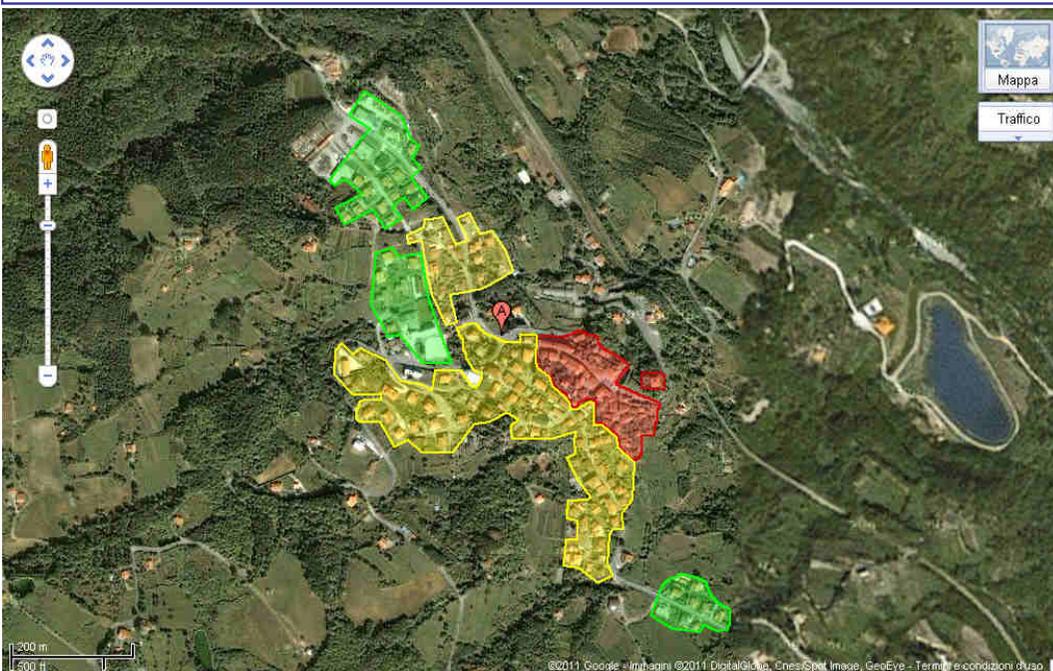


- Attuazione di un programma di mitigazione del rischio sismico (PMRS) mediante:
- azioni di mitigazione della vulnerabilità sismica edilizia (es. incentivazione finanziaria, urbanistica, e/o misure premiali per l'attuazione di interventi di miglioramento/adequamento)
  - Indicazioni a carattere operativo per gli strumenti urbanistici



# IL RISCHIO SISMICO

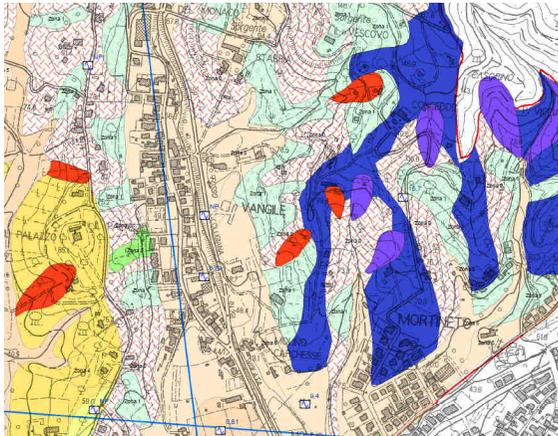
Mappa del **Rischio sismico a scala comunale**  
(ipotesi allo studio)



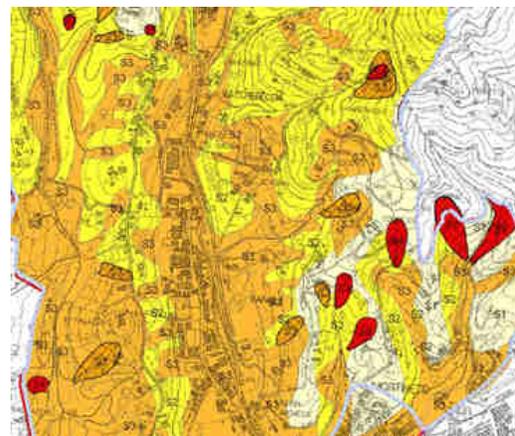
## Classi di rischio

-  elevato
-  medio-alto
-  medio-basso
-  basso

Studi di Microzonazione Sismica di livello 1 (MOPS)



Cartografia di Pericolosità sismica locale



- Classe S1 (zone stabili);
- Classe S2 (zone con moderata amplificazione stratigrafica e topografica);
- Classe S3 (potenziale instabilità e zone con elevata amplificazione);
- Classe S4 (fenomeni instabili accertati e fenomeni di rottura)

- Cartografie MOPS (entro il territorio urbanizzato)
- Definizione di un modello geologico-tecnico di sottosuolo semplificato
- Cartografie delle frequenze fondamentali

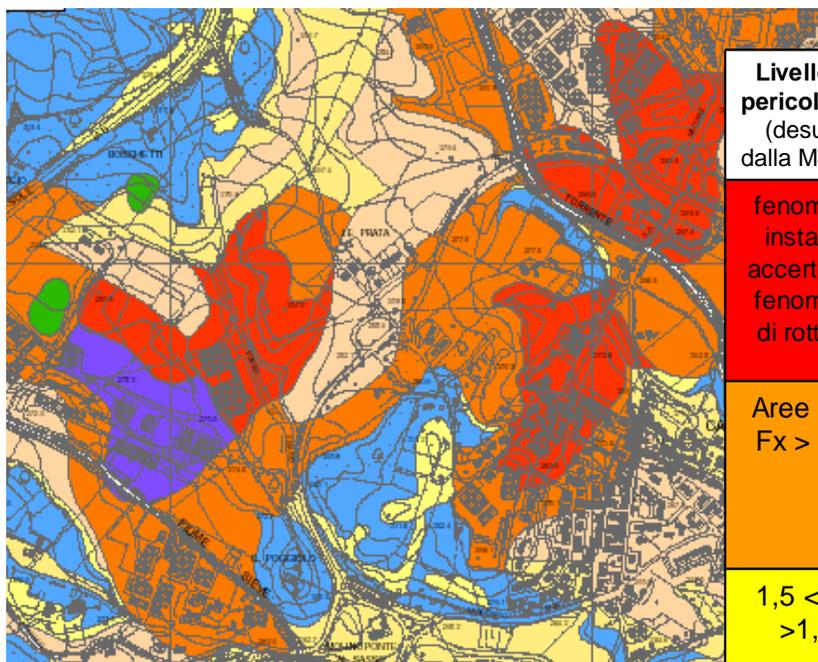
Criteria generali per gli aspetti sismici

**Rimodulazione delle 4 classi:**

- 1.FAC e aree suscettibili di liquefazione "accertate" in classe S4;**
- 2.spostamento "aree potenzialmente suscettibili di liquefazione" in classe S3;**
- 3.introduzione della nuova classe S2d (zone stabili suscettibili di amplificazioni locali connessi con contrasti di impedenza sismica attesa oltre alcune decine di metri dal p.c. e frequenza fondamentale del terreno indicativamente inferiore a 1hz).**

Elementi di pericolosità (desunti dalla MOPS)	Classi di Pericolosità sismica locale	Approfondimenti di indagini	Disciplina/Condizioni di attuazione	
			Aree di nuova previsione	Patrimonio edilizio esistente
Fenomeni instabili accertati e fenomeni di rottura	<b>S4</b>	Approfondimenti specifici con individuazione delle zone di suscettibilità e rispetto per FAC, Liq e FR	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Esclusione nuova edificazione (sempre per aree <math>ZR_{FAC}</math>; per aree <math>ZS_{FAC}</math> salvo per classi d'uso I e II - NTC 08);</li> <li>- Previsioni di nuova edificazione vincolate alla realizzazione di interventi di riduzione della pericolosità (per le aree <math>ZR_{LIQ}</math> e <math>ZR_{LIQ}</math>);</li> <li>- Per le frane è necessaria la preliminare messa in sicurezza;</li> </ul>	Fatto salvo gli interventi non strutturali e di riparazione locale, è necessaria la preventiva riduzione della pericolosità (per le aree $ZS_{LIQ}$ e $ZR_{LIQ}$ )
potenziale instabilità e zone con elevata amplificazione	<b>S3</b>	Approfondimenti di indagini per terreni potenzialmente liquefacibili e per zone ad elevata amplificazione;	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nuova edificazione (per le aree <math>ZR_{LIQ}</math> e <math>ZS_{LIQ}</math>) è subordinata all'esito delle verifiche a liquefazione e vincolata ad interventi di riduzione della pericolosità;</li> <li>- Per le «zone con elevata amplificazione» obbligo di RSL limitatamente agli edifici strategici/rilevanti (con volumetria di classi 3 e 4 - Reg. 36R/2009) e residenziali (solo classe 4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Per le «zone con elevata amplificazione», obbligo di RSL limitatamente agli edifici strategici/rilevanti (con volumetria di classi 3 e 4 - Reg. 36R/2009) e residenziali (solo classe 4)</li> <li>- Edilizia esistente: valutazione congiunta di interventi di miglioramento o adeguamento sismico e riduzione della pericolosità (per le aree <math>ZS_{LIQ}</math> e <math>ZR_{LIQ}</math>)</li> </ul>
zone con moderata amplificazione stratigrafica e topografica	<b>S2</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- obbligo di RSL limitatamente agli edifici strategici/rilevanti (solo classe 4)</li> <li>- Per le aree caratterizzate da terreni con frequenza propria &lt; 1Hz, è richiesta la valutazione combinata con il periodo proprio della tipologia edilizia.</li> </ul>	
zone stabili	<b>S1</b>			

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



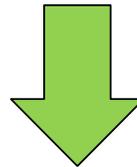
Livello di pericolosità (desunti dalla MS2-3)	Classi di Pericolosità sismica locale	Approfondimenti di indagini	Disciplina/Condizioni di attuazione (in aggiunta a quelle già previste per il livello 1)
fenomeni instabili accertati e fenomeni di rottura	<b>S4</b>	Si possono omettere, fatto salvo quanto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



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

Limitatamente allo studio di MS di livello 3, il soggetto realizzatore deve fornire, per ogni microzona, uno spettro di risposta elastico normalizzato almeno per un tempo di ritorno (475 anni)



La progettazione di opere ricadenti in classe d'uso I e II (NTC08), caratterizzate da uno stato limite corrispondente ad un periodo di ritorno dello spettro rappresentativo, può avvalersi direttamente di tale spettro, previa verifica della maggior cautela (stabilita in base al valore di accelerazione spettrale per il periodo di interesse dell'opera, rispetto a quanto ricavabile in termini di spettro di risposta elastico dall'applicazione delle categorie semplificate di sottosuolo). Andrà comunque verificata la corrispondenza delle condizioni geologico-tecniche del sito rispetto al modello riportato nello studio MS3.

---

REGIONE  
TOSCANA



**DIREZIONE AMBIENTE ED ENERGIA  
SETTORE SISMICA**

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE**

Il sito del Settore Sismica

**[www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/index.shtml](http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/index.shtml)**

**Il Progetto di Microzonazione Sismica Regionale**

è visualizzabile al link:

**[www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/microzonazione/microz\\_regionale/index.htm](http://www.rete.toscana.it/sett/pta/sismica/microzonazione/microz_regionale/index.htm)**