

# Il contributo degli studi geofisico-sismologici alla microzonazione sismica di terzo livello: l'esempio dell'Umbria

Enrico Priolo



*OGS – Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale,  
Centro di Ricerche Sismologiche (CRS)*



# Studi effettuati dall'OGS in Umbria ai fini di microzonazione sismica di 3° livello (MS3) *nell'ultima decina di anni*

- 2006 Spoleto, per il Comune di Spoleto<sup>1</sup>
- 2008 Perugia, per la Regione Umbria<sup>2</sup>
- 2009 studio di risposta locale, per il Comune di Bevagna
- 2012 Umbertide, per la Regione Umbria<sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Inoltre, studio integrativo nel 2008*

<sup>2</sup> *Durata: 1 anno*

# Studi effettuati dall'OGS in Umbria ai fini di microzonazione sismica di 3° livello (MS3) *nell'ultima decina di anni*

- 2006 Spoleto, per il Comune di Spoleto<sup>1</sup>
- 2008 Perugia, per la Regione Umbria<sup>2</sup>
- 2009 studio di risposta locale, per il Comune di Bevagna
- 2012 Umbertide, per la Regione Umbria<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Inoltre, studio integrativo nel 2008

<sup>2</sup> Durata: 1 anno



# Studio per la MS3 di Spoleto

Disponibili su richiesta presso il Comune di Spoleto o l'OGS, o su ResearchGate

## Rapporto conclusivo

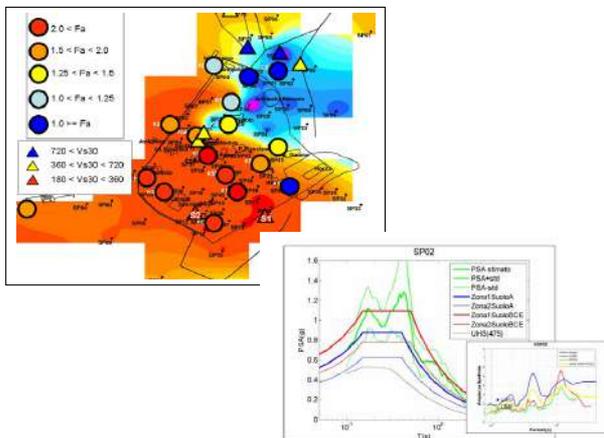
## Studio integrativo

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale  
Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche



Convenzione tra Comune di Spoleto e OGS per lo studio di  
microzonazione del centro storico della Città di Spoleto

### Relazione scientifica finale



Rapporto redatto da: A. Vuan, M. Romanelli, C. Barnaba, A. Restivo, L. Lovisa,  
E. Priolo e G. Rossi;  
con la collaborazione di R. Cardinali e A. Buccioli

Il Direttore del Dipartimento CRS: Dr. E. Priolo



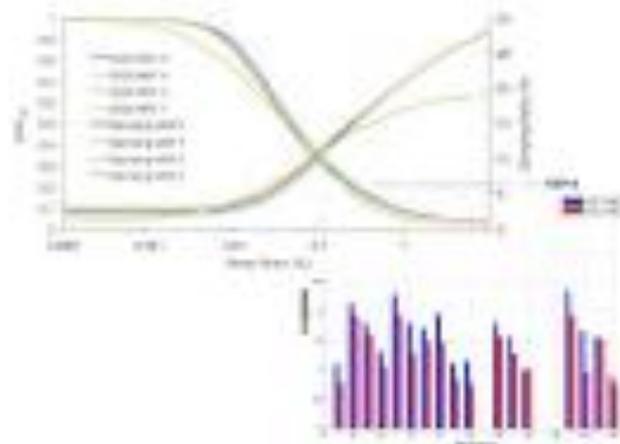
Rel. OGS 2007/53-CRS/12  
22 giugno, 2007

Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale  
Dipartimento Centro di Ricerche Sismologiche



Convenzione tra Comune di Spoleto e OGS per lo studio di  
microzonazione del centro storico della città di Spoleto

### Studio integrativo



Rapporto redatto da: E. Priolo, A. Vuan e G. Rossi  
in collaborazione con il Dipartimento CRS (ing. R. Cardinali)



Rel. OGS 2007/53-CRS/12  
del 2007/06/22



# Studi per la MS3 di Perugia e Umbertide

disponibili su richiesta presso la Regione Umbria o su ResearchGate

UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Ministero dello Sviluppo Economico

UMBRIA  
porFesr  
Programma Operativo Regionale  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

**LA MICROZONAZIONE SISMICA DELLA CITTÀ DI PERUGIA**

A cura di Arnaldo Boscherini e Andrea Motti

Enti promotori

Regione Umbria  
Servizio Geologico e Sismico

Comune di Perugia  
Settore Governo e Sviluppo del Territorio e dell'Economia  
Unità Operativa Ambiente e Protezione civile

Supporto scientifico e tecnologico

OGS IDPA Politecnico di Milano Dipartimento di Scienze della Terra Università degli Studi di Pisa Webred

UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Ministero dello Sviluppo Economico

UMBRIA  
porFesr  
Programma Operativo Regionale  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

**LA MICROZONAZIONE SISMICA DELL'AREA URBANA DI UMBERTIDE**

A cura di Andrea Motti

Enti promotori

Regione Umbria  
Servizio Geologico e Sismico

Comune di Umbertide

Supporto scientifico e tecnico

OGS IDPA Politecnico di Milano

+ pen-drive con dati e mappe

# La MS dell'area urbana di Umbertide

## Obiettivi

Microzonazione sismica di dettaglio in grado di fornire indicazioni e prescrizioni nell'ambito della programmazione urbanistica e ai fini progettuali, soprattutto in riferimento agli edifici pubblici.

Finanziamento EU POR-FESR

*Presentazione dello studio effettuata a Perugia il 24/2/2014*



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

Ministero dello Sviluppo Economico

UMBRIA  
Programma Operativo Regionale  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale

LA MICROZONAZIONE SISMICA  
DELL'AREA URBANA DI UMBERTIDE

A cura di Andrea Motti

Enti promotori

Regione Umbria  
Servizio Geologico e Sismico

Comune di Umbertide

Supporto scientifico e tecnico

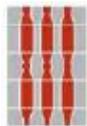
OGS

IDPA

POLITECNICO DI PERUGIA



# Gruppo di Lavoro (GdL)



*Regione Umbria – Servizio Geologico e Sismico*

A. Motti, A. Boscherini, M. Barluzzi, S. Bisogno, N. Natali e G. Simone



*Comune di Umbertide*

L. Antonucci, A. Antonucci, F. Bonucci, F. Brunelli e R. Pucci



*Politecnico di Milano, Dip. di Ingegneria Civile e Ambientale*

F. Pergalani e M. Compagnoni



*CNR-IDPA - Ist. per le Dinamiche dei Processi Ambientali, Milano*

R. De Franco, G. Caielli, G. Boniolo, A. Corsi, G. A. Morrone, P. Ragazzo, A. Tento



*OGS – Ist. Naz. di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, TS/UD*

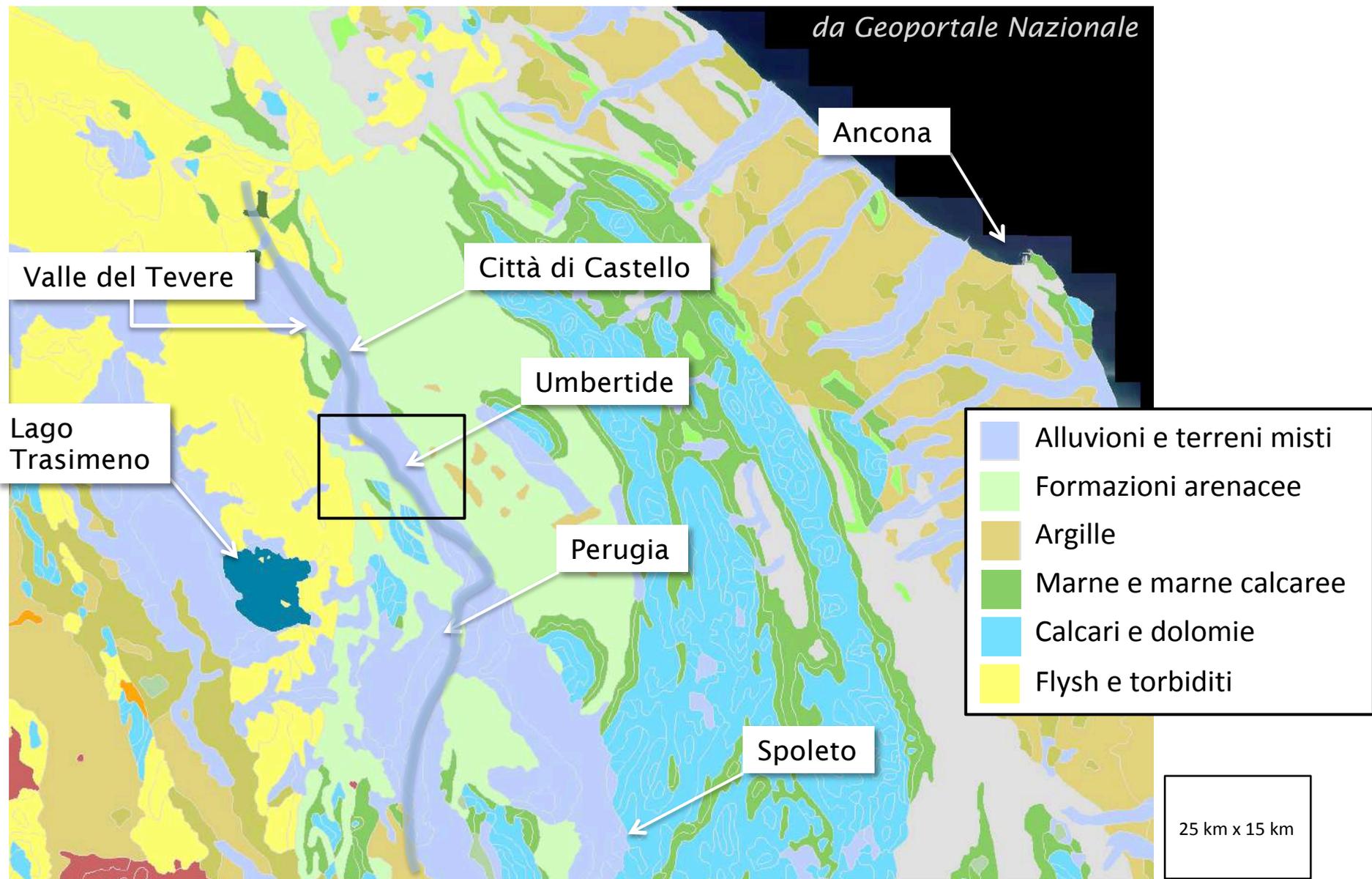
E. Priolo, M. Romanelli, C. Barnaba e G. Laurenzano



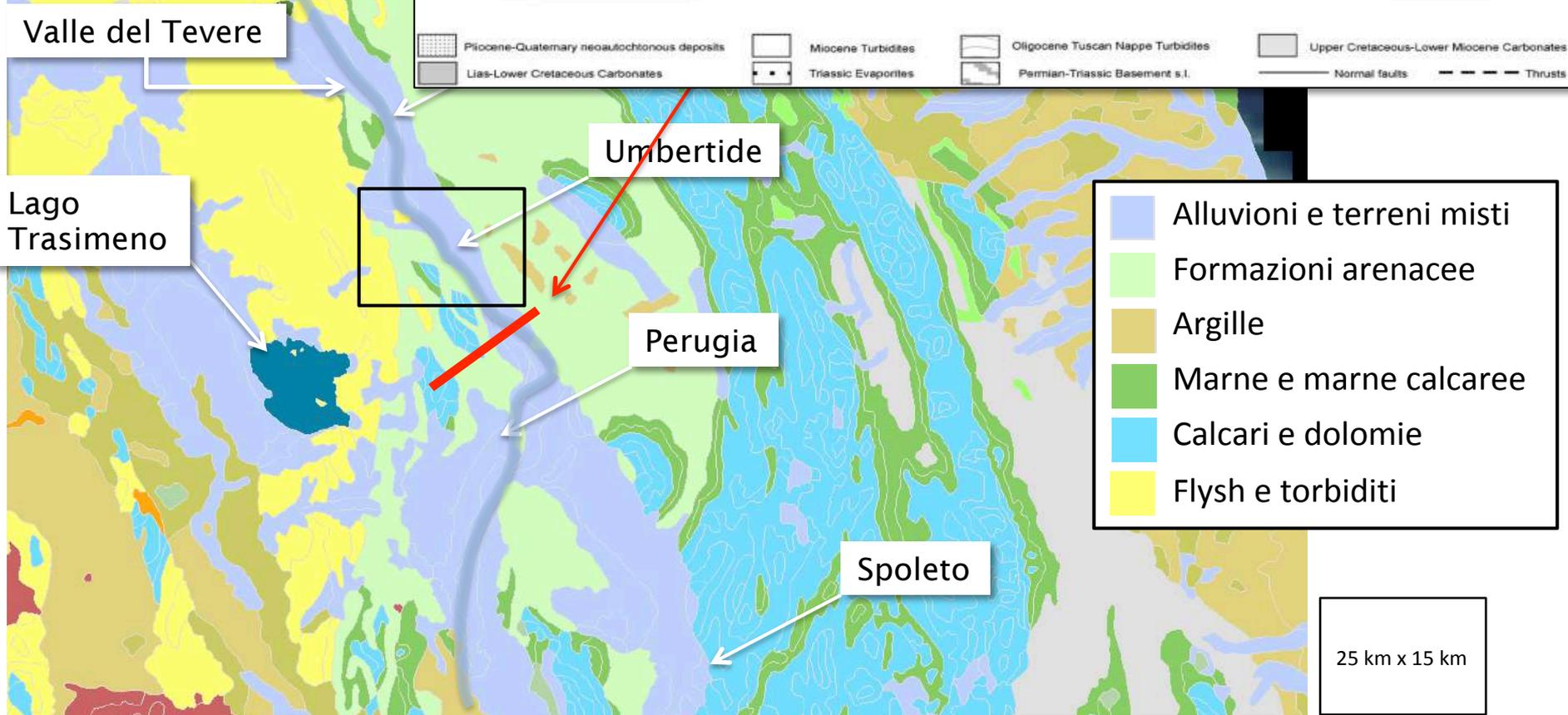
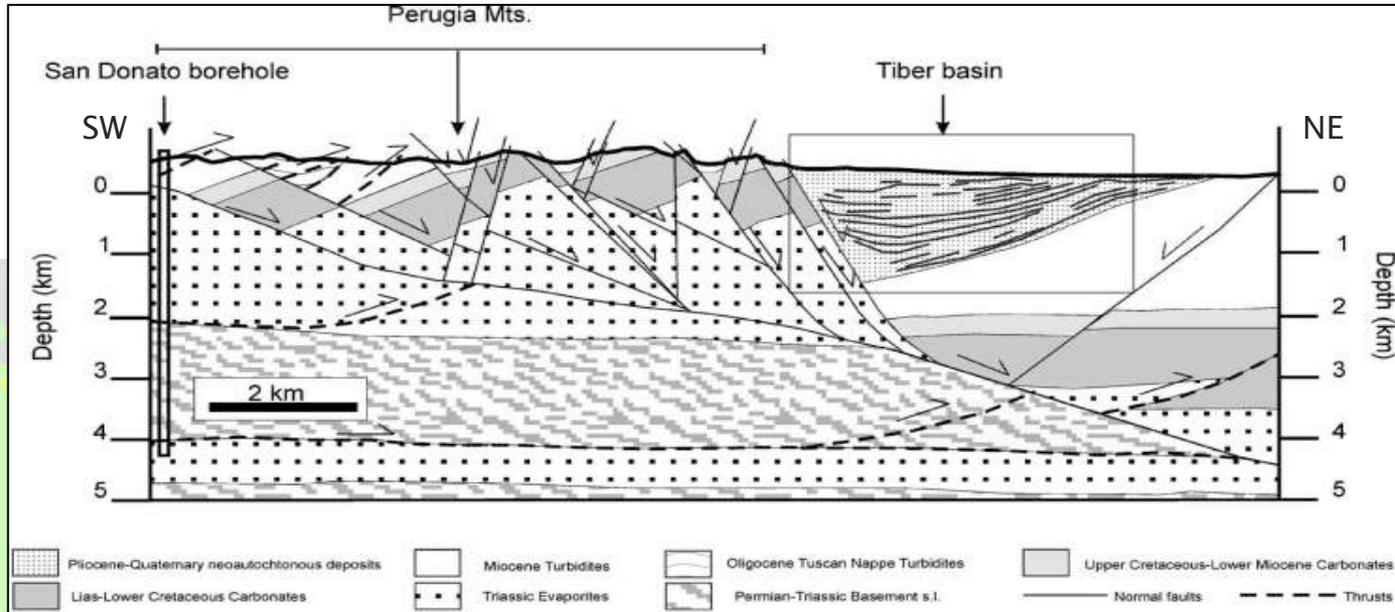
*Osservatorio Sismico “Andrea Bina”, Perugia*

M. Arcaleni

# Umbertide: mappa geolitologica



# Umbertide: mappa geolitologica



# Fasi dello studio

- Rilevamento geologico di dettaglio dell'area (scala 1:10.000);
- Redazione della cartografia geologica e della pericolosità sismica locale;
- Studio storico e d'archivio sul danneggiamento da terremoti a Umbertide;
- Raccolta e analisi di dati geologici, geomorfologici, geofisici e geotecnici (sia esistenti sia nuovi).
- Redazione dei GIS e delle carte di microzonazione sismica.



## Dati esistenti

- Indagini geologiche e geotecniche (110 sondaggi)
- Informazioni sul danneggiamento storico da terremoti (457 dati relativi agli eventi 1984 e 1997)

## Nuove indagini

- Geognostiche:** • 13 sondaggi a carotaggio continuo (prof. 30-45 m)  
[Regione]
- 60 prove SPT
  - 13 down-hole
  - 20 prove di laboratorio statiche e dinamiche su campioni indisturbati
- Modellazioni:** • definizione dell'input sismico  
[POLIMI]
- 5 modellazioni 2D
- Geofisiche-Sismologiche:** • ~ 110 siti: misure di rumore sismico (H/V)  
[CNR, OGS, Bina]
- 20 siti: registrazione terremoti
  - 3 siti: indagini MASW/Remi



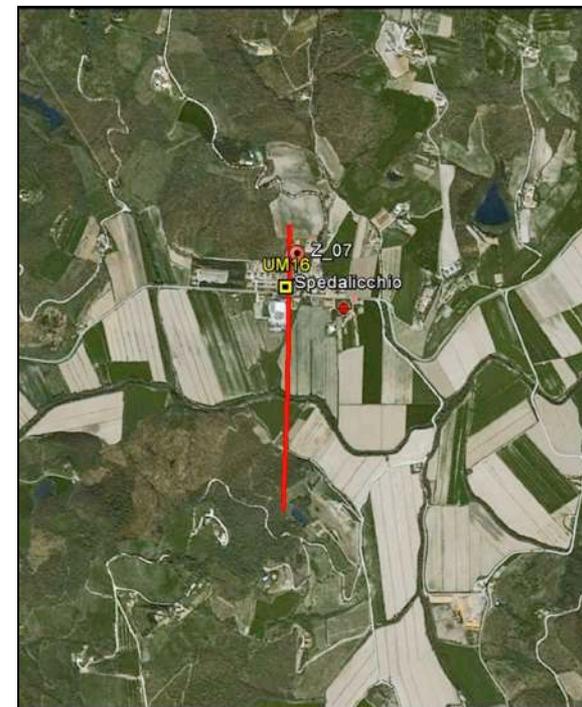
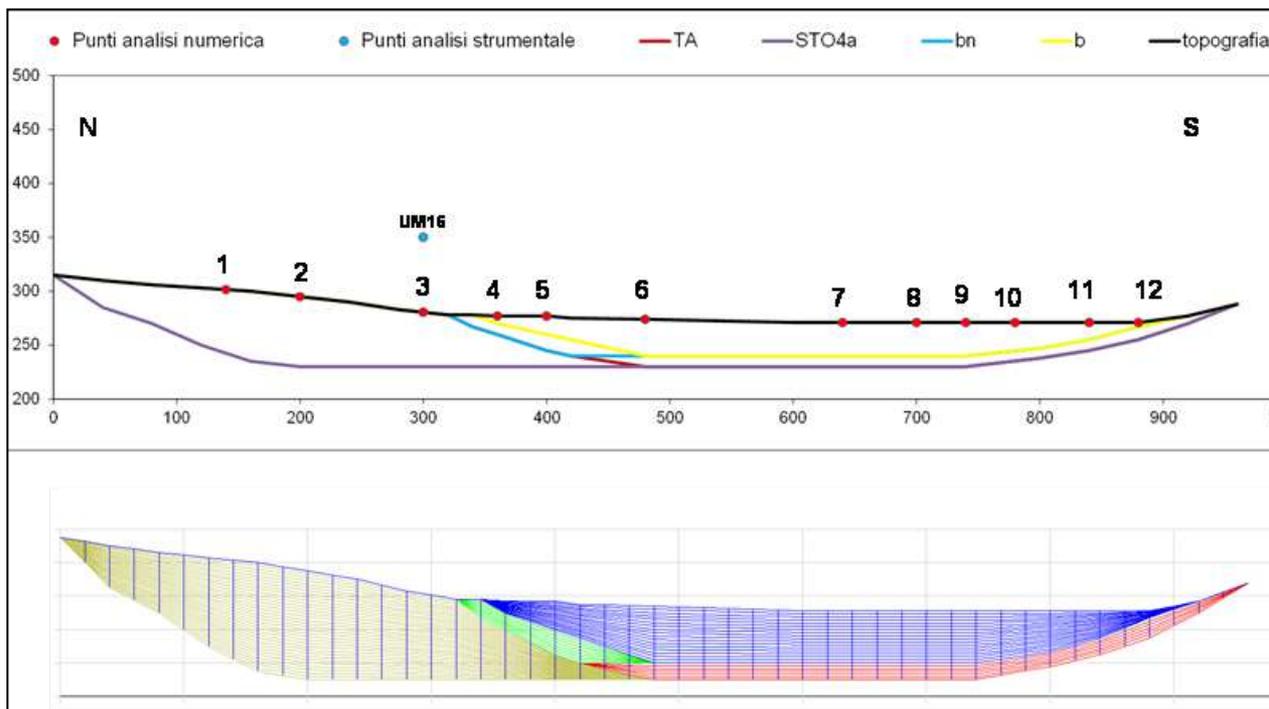
# Unità geologiche / geofisiche

<i>Denominazione unità geologica</i>	<i>Denominazione unità geofisica</i>	<i>Sigla unità geofisica</i>	<i>Vs (m/s)</i>	<i>Vp (m/s)</i>	<i><math>\rho</math> (kN/m<sup>3</sup>)</i>	<i>Vp/Vs</i>
Alluvioni recenti	unità limosa alluvionale	b	300	1200	20.3	4.00
Alluvioni terrazzate	unità limo-ghiaiosa	bn	340	1450	19.9	4.26
Sintema Citerna Subsintema Molin dell'Olio	unità limo-ghiaio- sabbiosa	CTA1-2 alterato	200	1000	20.4	5.00
Sintema Citerna Subsintema Molin dell'Olio	unità limo-ghiaio- sabbiosa	CTA1-2 (<40m)	480	1850	20.4	3.85
Sintema Citerna Subsintema Molin dell'Olio	unità limo-ghiaio- sabbiosa	CTA1-2 (>40m)	540	2120	20.4	3.93
Sintema Citerna Subsintema M. Rotondo	unità conglomeratica (40m)	CTA2c	460	1970	19.9	4.28
Formazione Marnoso- arenacea umbra Membro C. Spertaglia	unità pelitico arenacea	MUM1	480	1850	20.4	3.85
	unità torbiditica alterata	TA	540	2120	21.0	3.93
Scaglia Toscana Membro c. Dudda litofacies di Montanare	unità calcareo-argillitica fratturata	STO4a	460	1740	20.9	3.78
Sintema di Fighille	unità argillosa	FGH	700	2300	20.5	3.29
Substrato rigido		-	800	2400	22.0	3.00

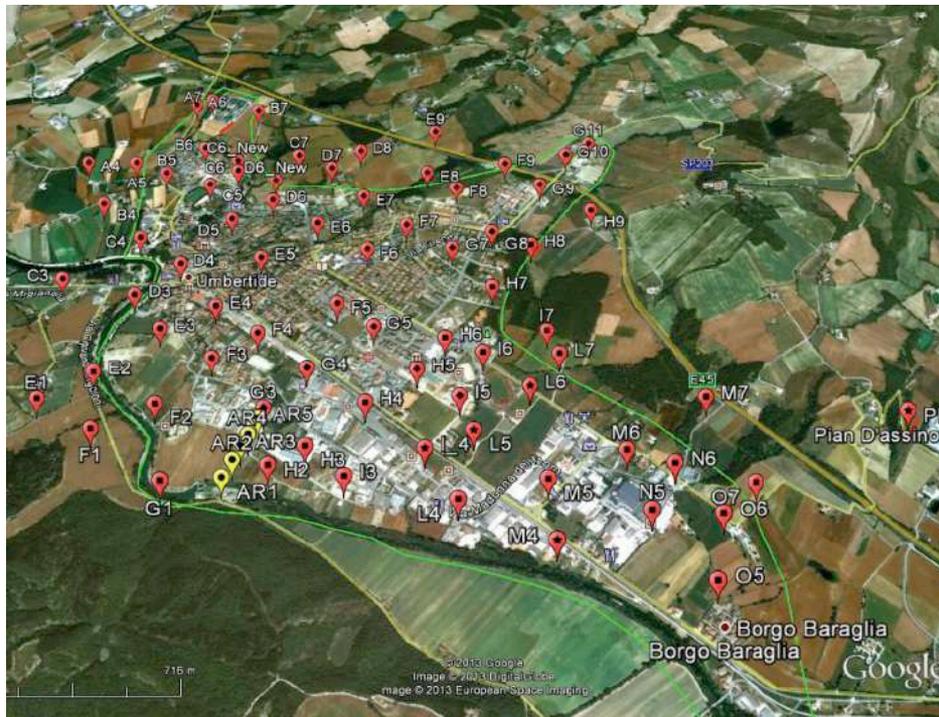
# Sezione e modello

## Profilo n. 1

LITOTIPO	Peso di volume (kN/mc)	Vs (m/s)	Vp (m/s)	Coefficiente di Poisson	Rapporto smorzamento iniziale %	Campione di riferimento per curve di degrado
b	20.3	300	1200	0.47	3.19	S9C1- GeoStudi, 2012
bn	19.9	340	1450	0.47	3.82	S11C1 – GeoStudi, 2012
STO4a	20.9	460	1740	0.46	5.26	S9C3 – GEST,2009
TA	20.0	540	2120	0.47	5.26	S9C3 – GEST, 2009
SUBSTRATO RIGIDO	22.0	800	2400	0.44	0.05	-

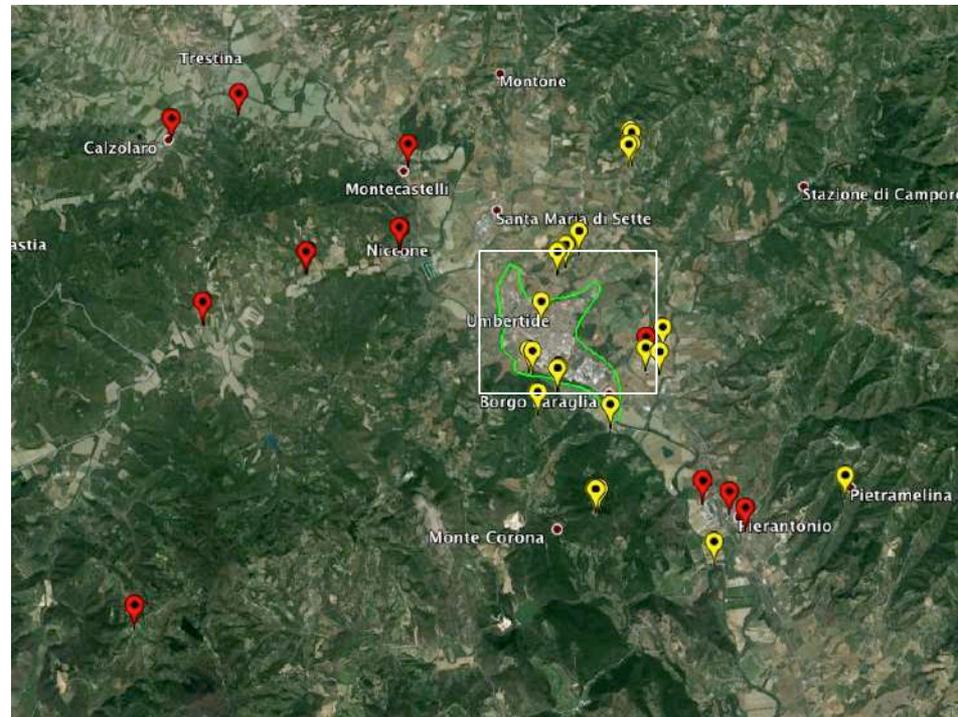


## Zona urbana



83 siti + 1 array

## Periferia



32 siti

- Acquisitori Lennartz M24/LP + sismometri Lennartz 5s
- Acquisizione di almeno 30 min
- Acquisizione in notturna per i siti affetti da traffico

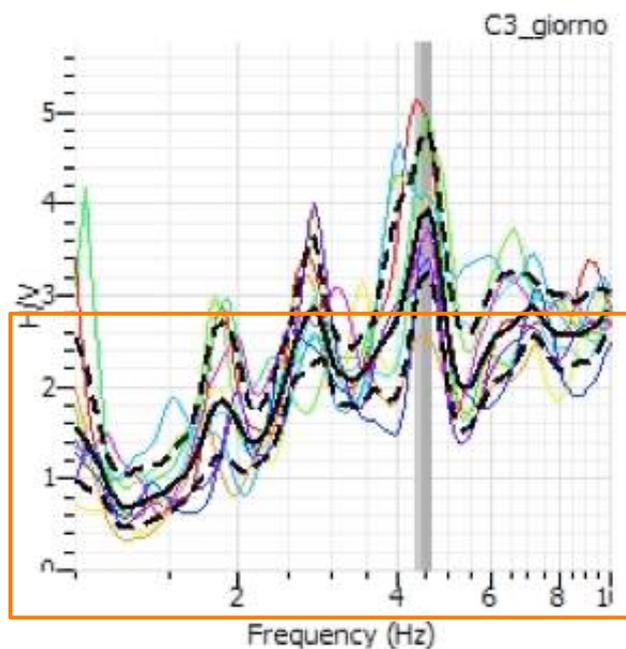
# HVSR

*(Horizontal/Vertical Spectral Ratio)*

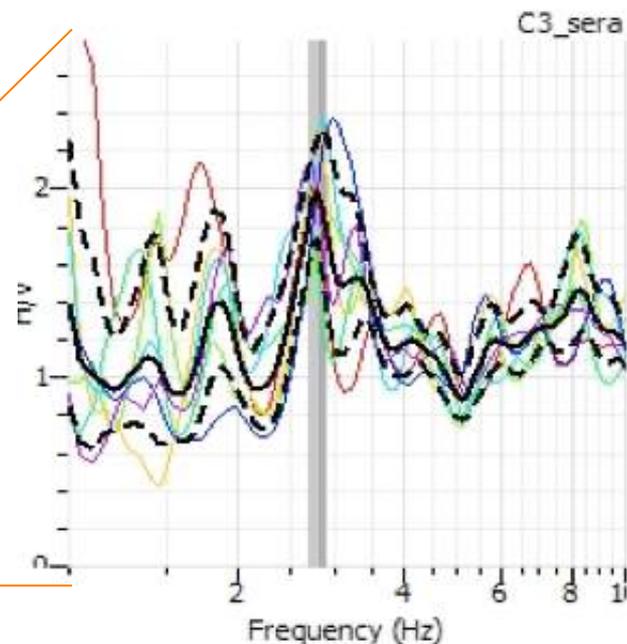
In generale l'area di Umbertide è caratterizzata da elevato rumore antropico e industriale che rende più delicata l'interpretazione dei rapporti H/V.

## Sito C3

Acquisizione diurna

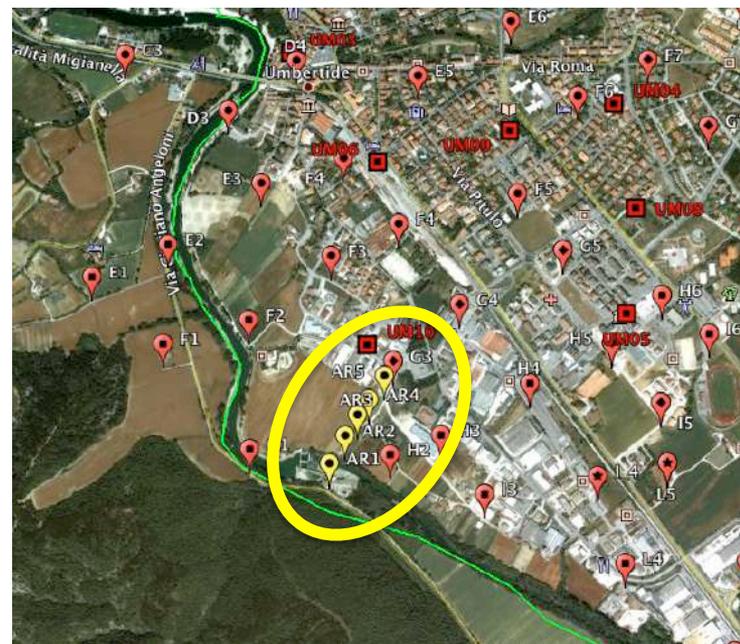


Acquisizione notturna



# HVSR - Array AR1

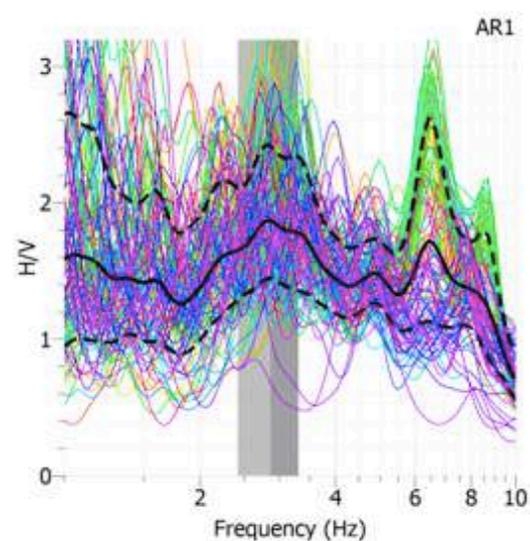
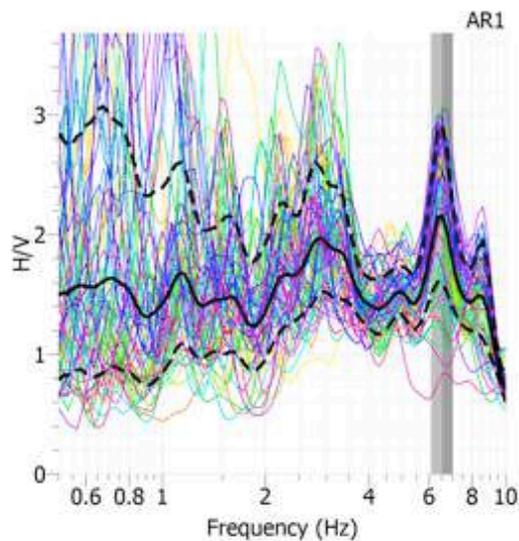
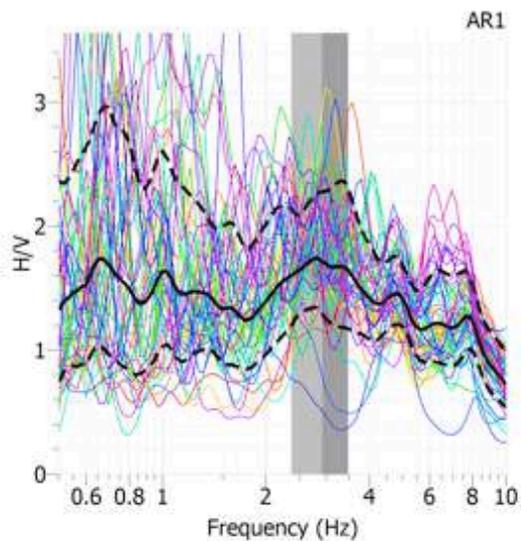
*Riconoscimento del rumore industriale*



Assenza di presse

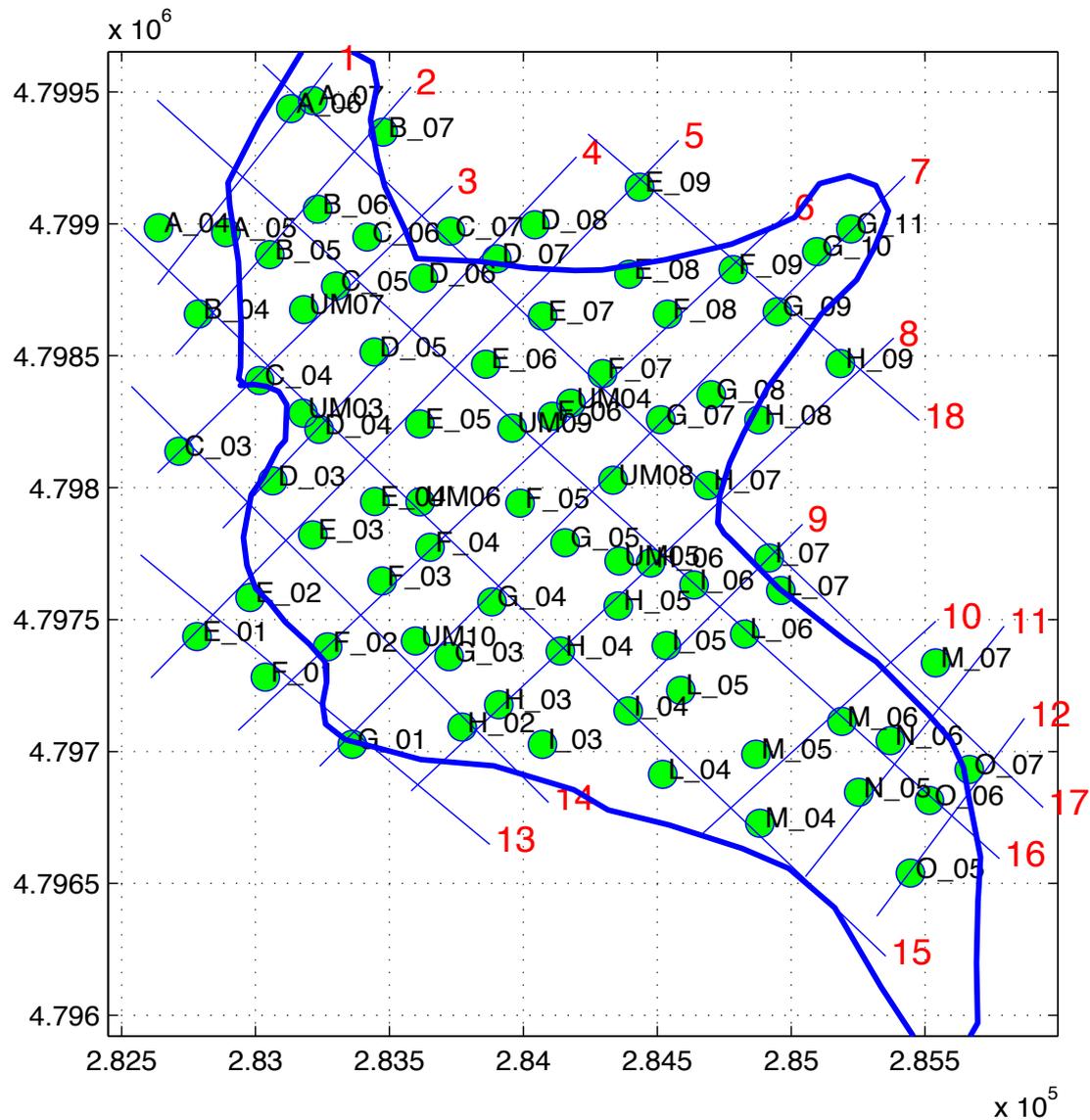
Sole presse

Globale





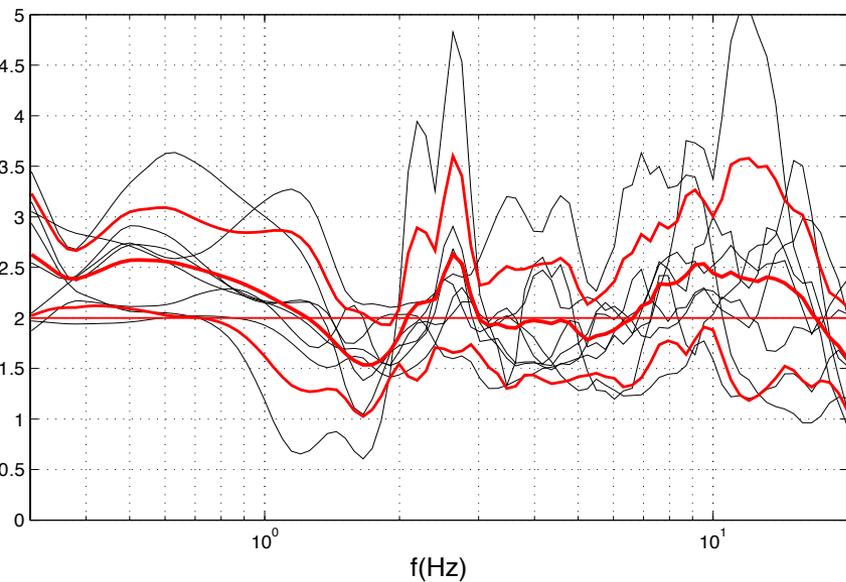
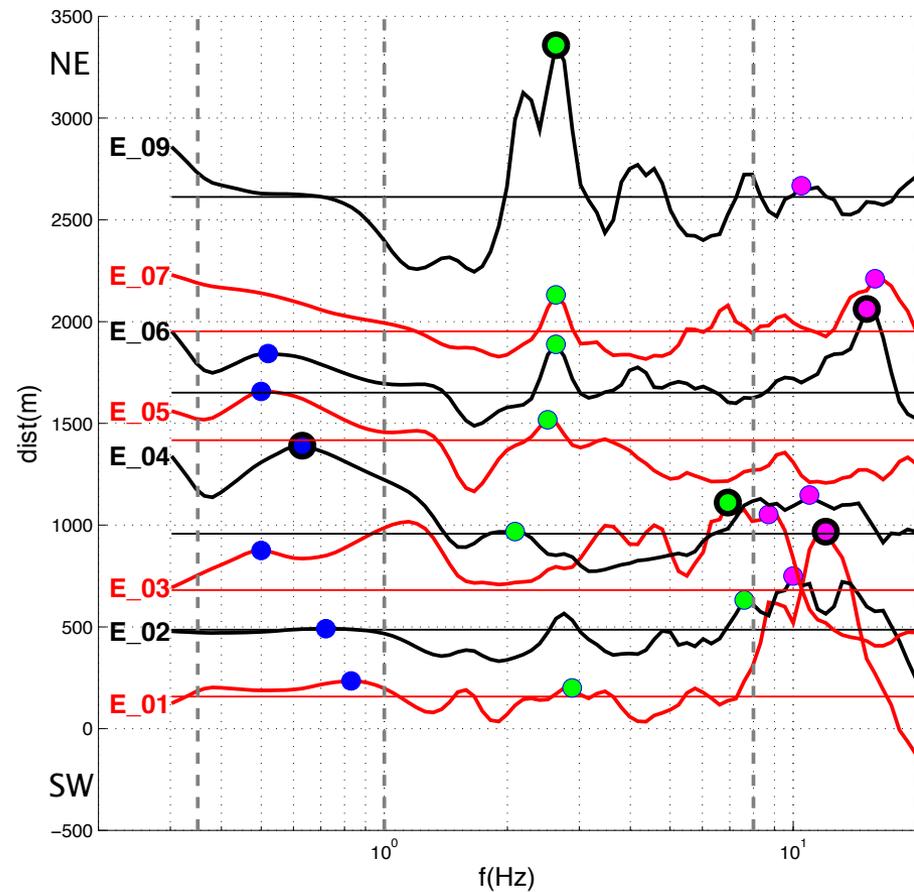
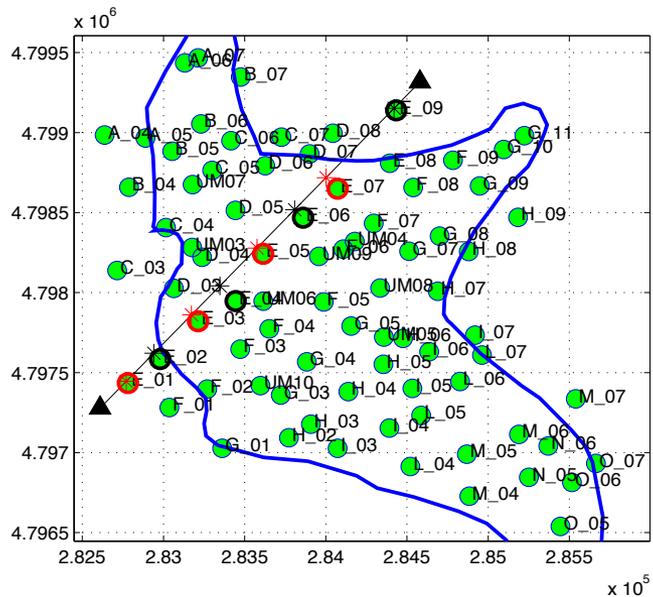
# HVSR Sezioni





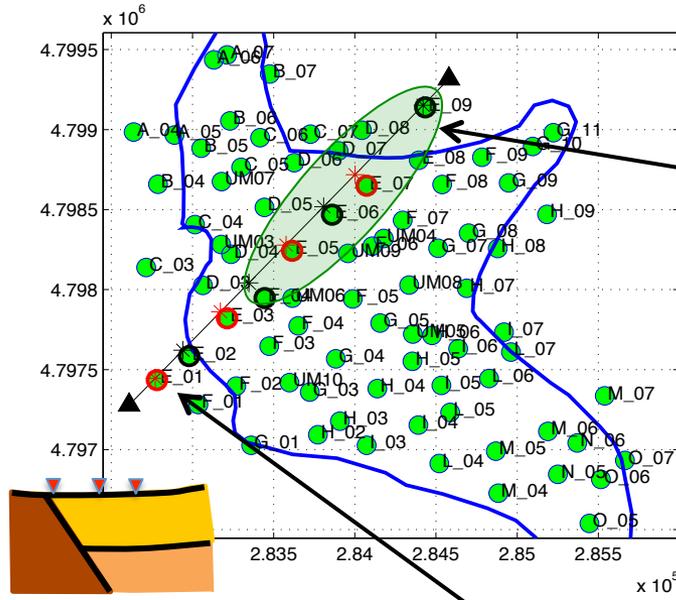
# HVSR

## Sezione trasversale



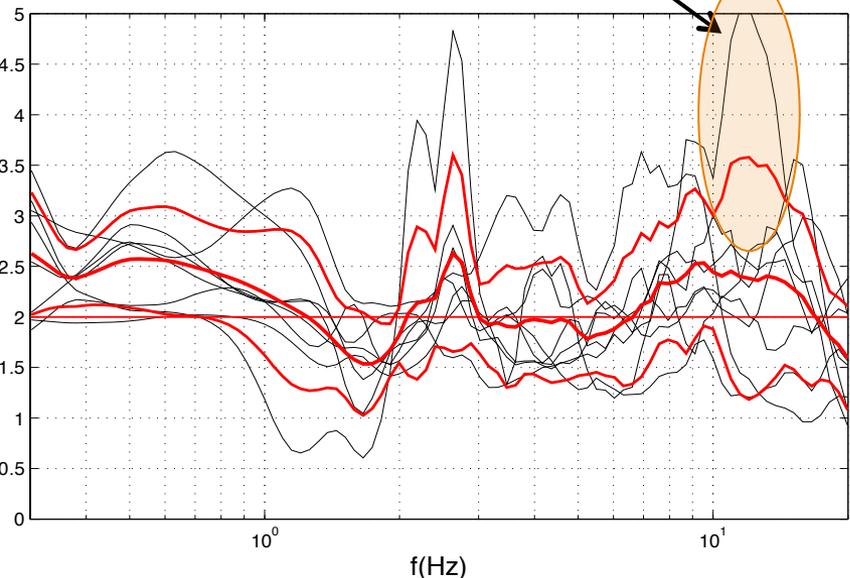
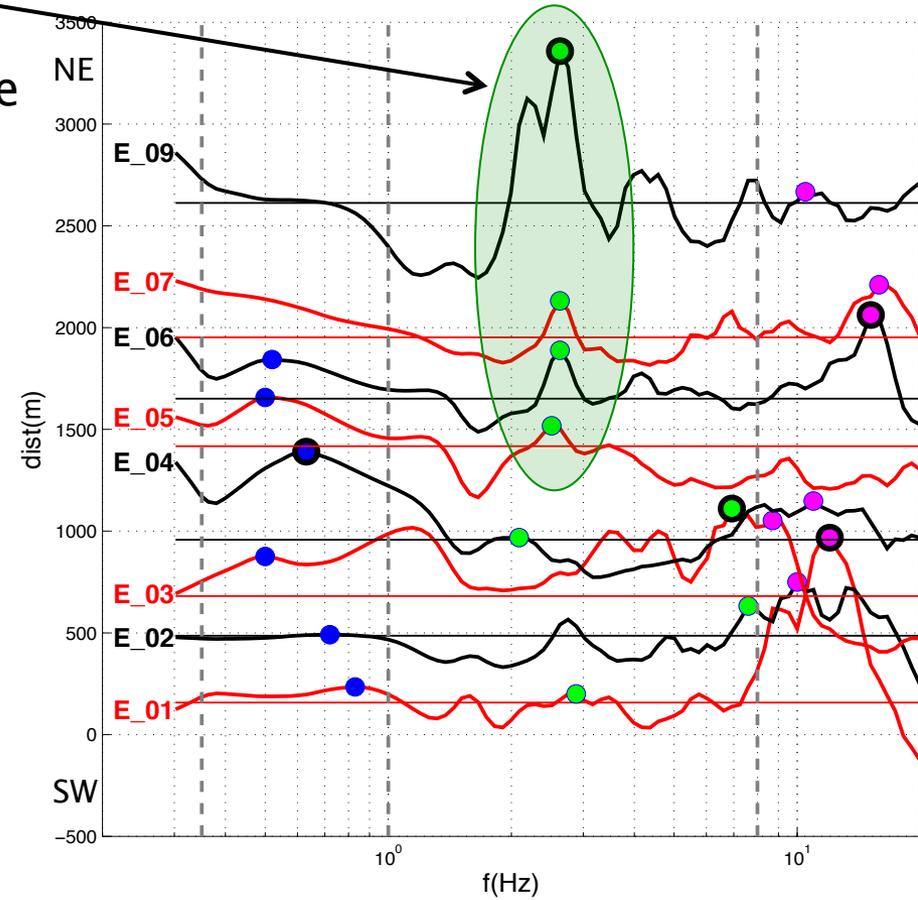
# HVSR

## Sezione trasversale



Strato più superficiale

Effetto di bordo

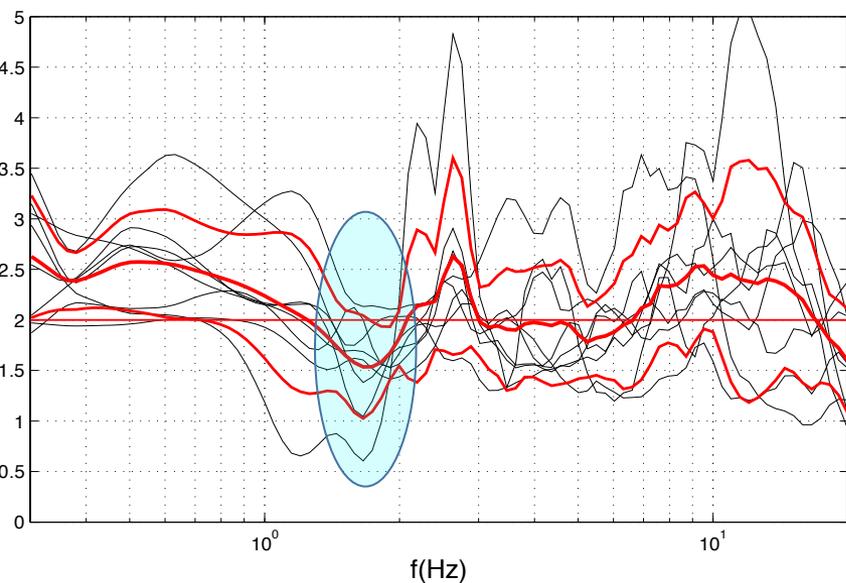
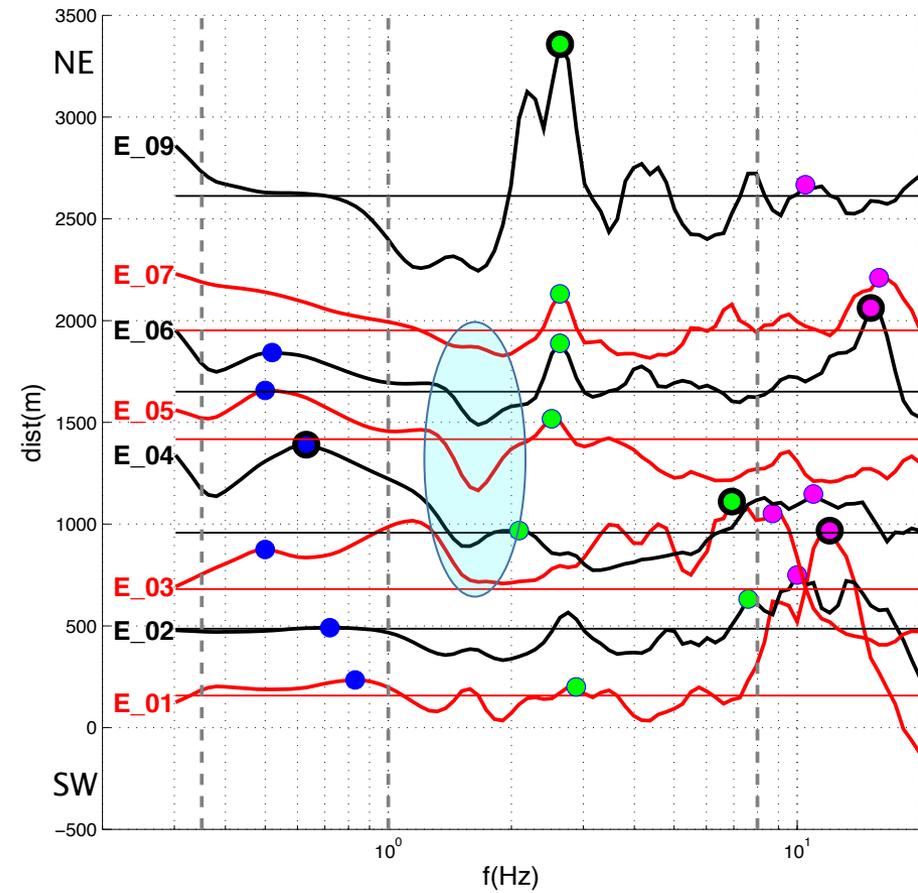
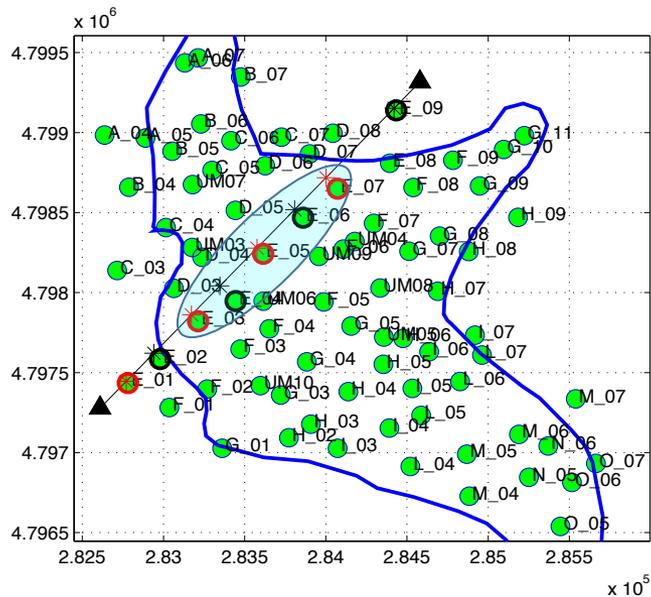


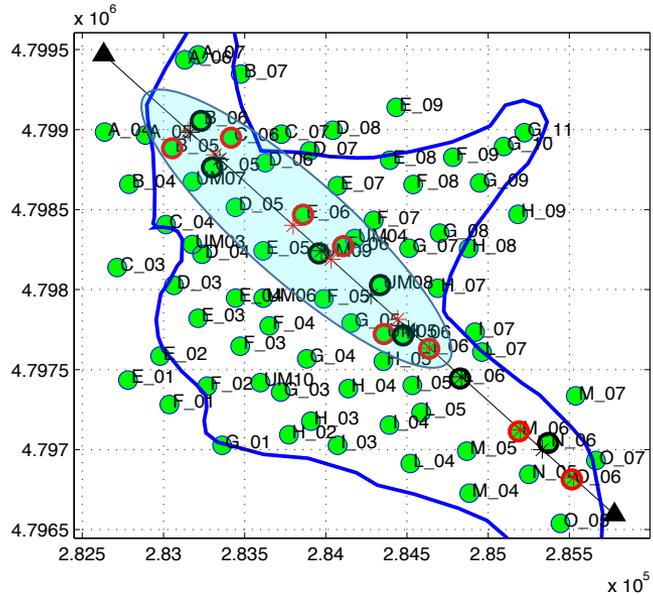


# HVSR

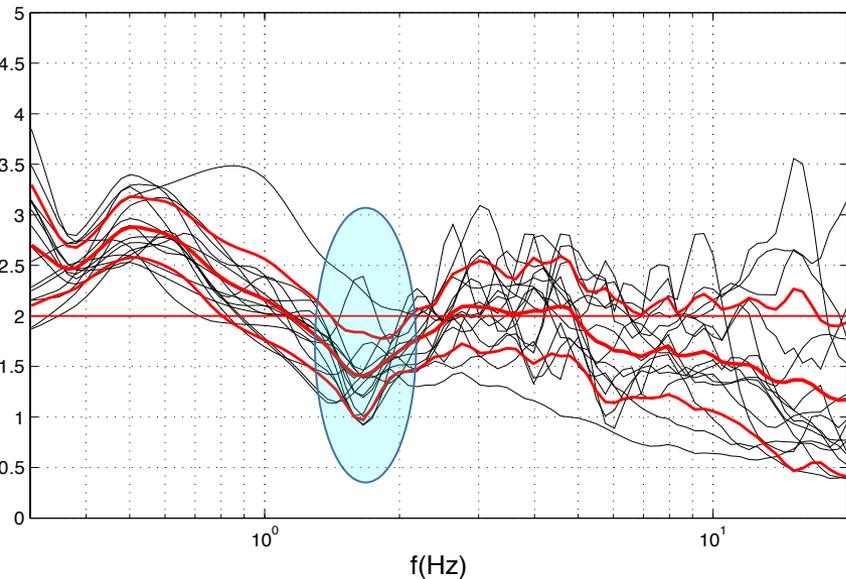
## Sezione trasversale

### Nodo degli H/V



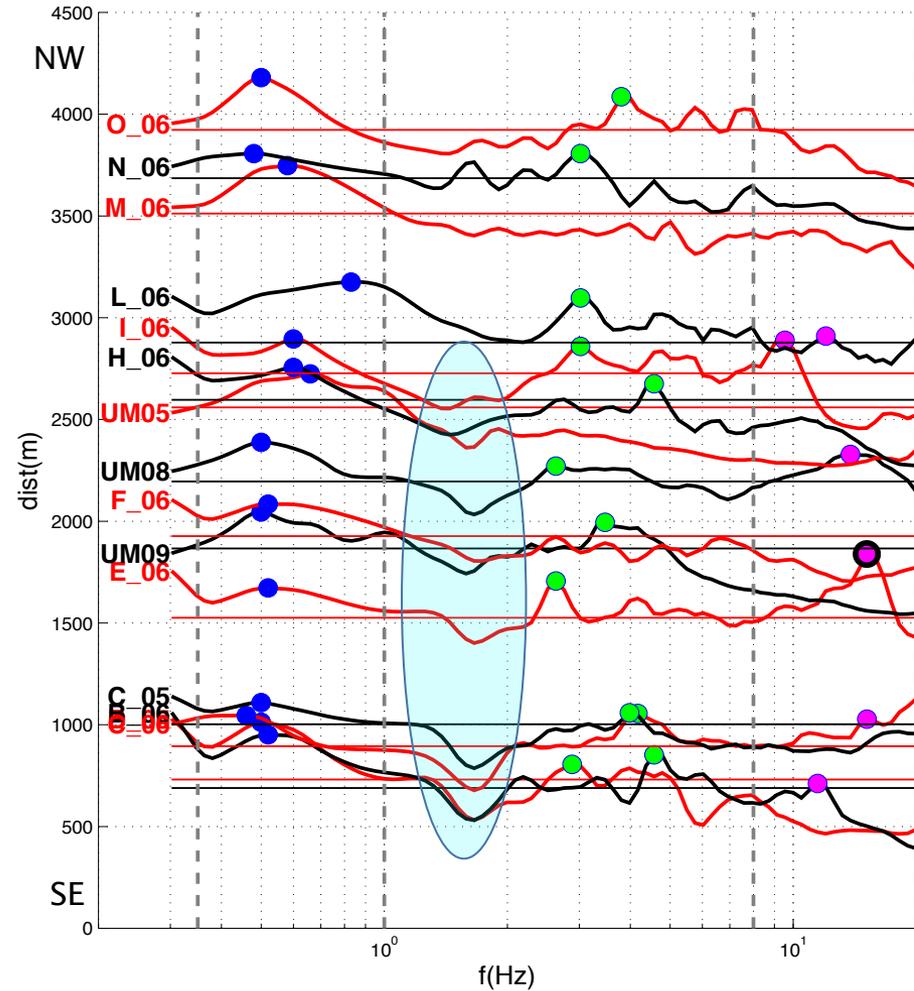


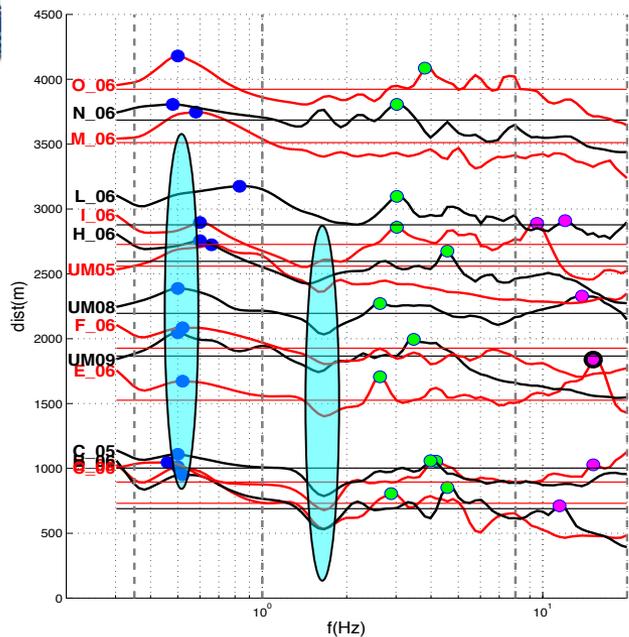
Nodo H/V



# HVSR

## Sezione longitudinale

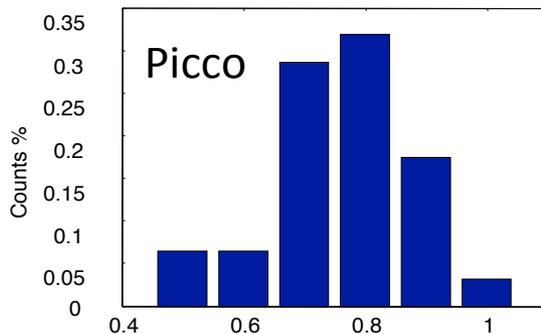




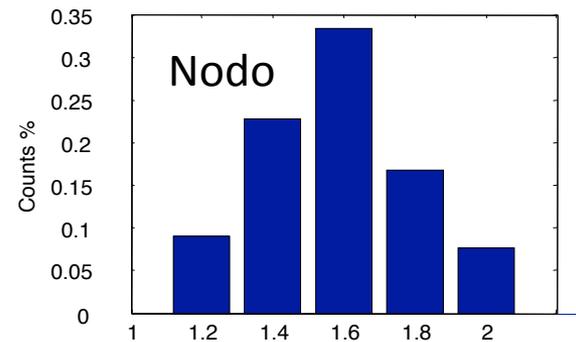
# HVSR

## Picco e nodo in bassa frequenza

Istogramma relativo al picco bassa frequenza



Istogramma relativo al nodo

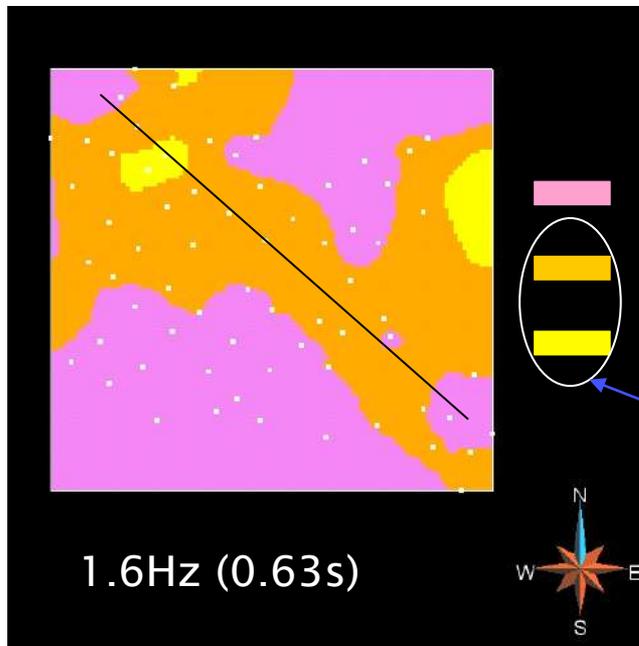


Classi valori in Hz

Classi Valori in Hz

0.7-0.8 Hz

1.5 - 1.7 Hz

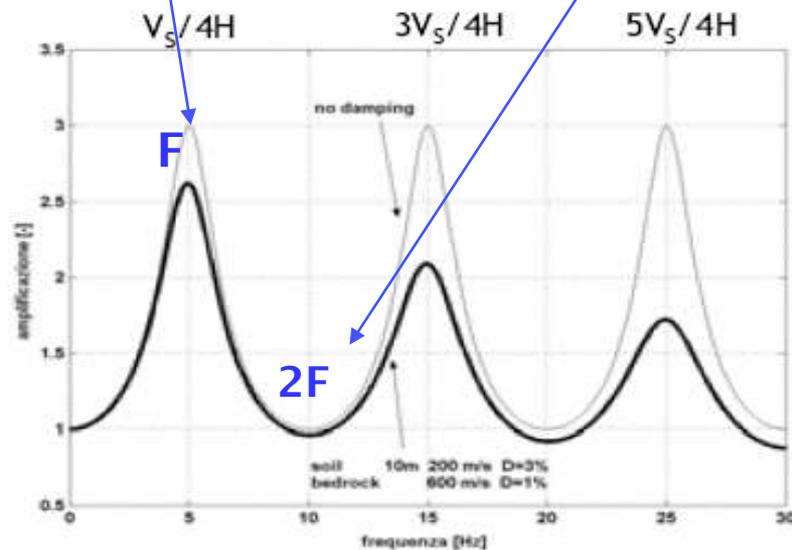


1.2 < H/V

H/V < 1.2

H/V < 0.8

Aree di nodo H/V

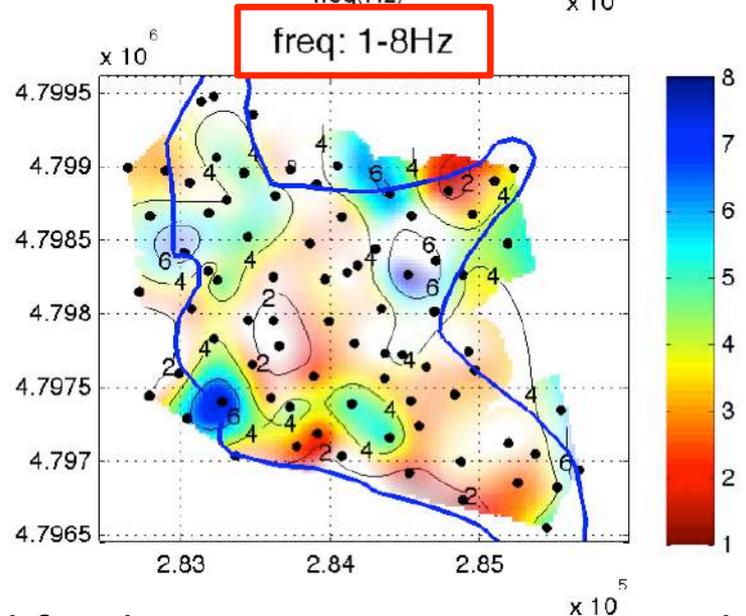
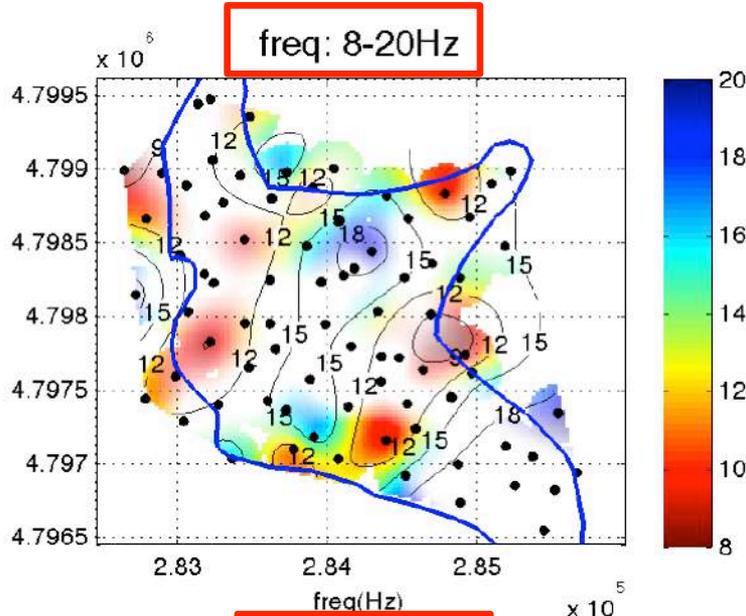


# HVSR da rumore

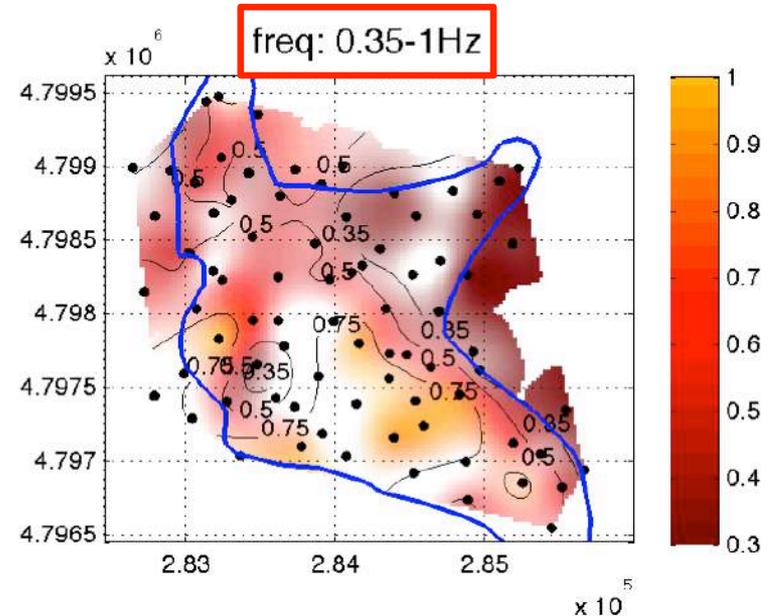
## Frequenze e ampiezze dei picchi di risonanza

- 3 bande di analisi
- Colore = frequenza di risonanza
- Saturazione = ampiezza del picco  
*colore intenso → picco forte*

*Mediamente, ampiezze maggiori in bassa frequenza*



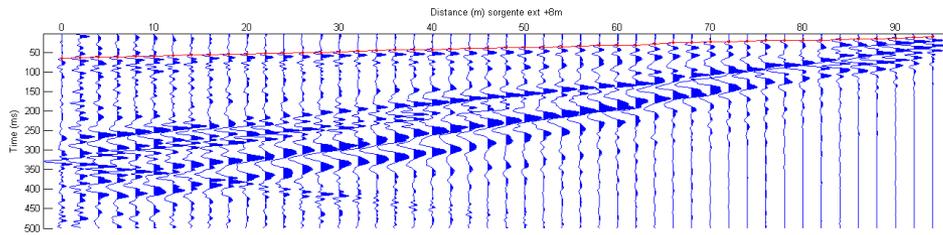
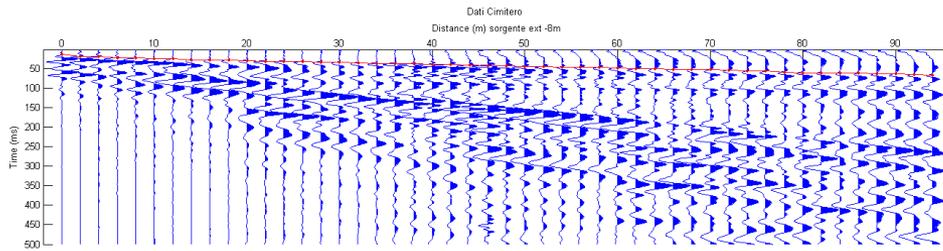
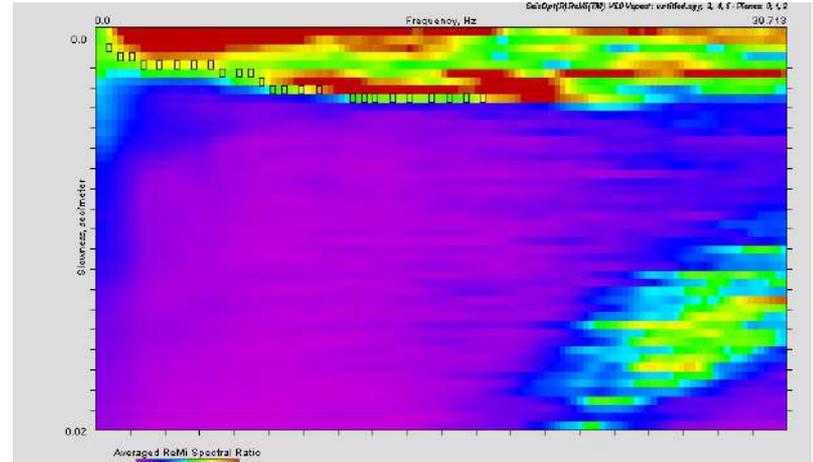
Edifici da 1 a 10 piani a pianta regolare



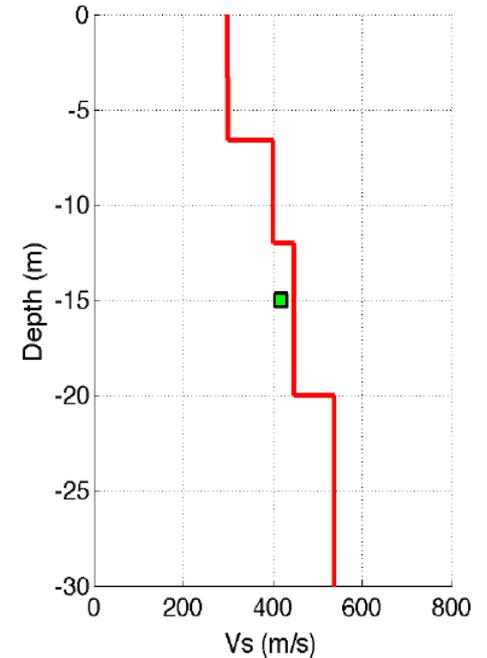
Edifici con più di 10 piani

# Area Cimitero

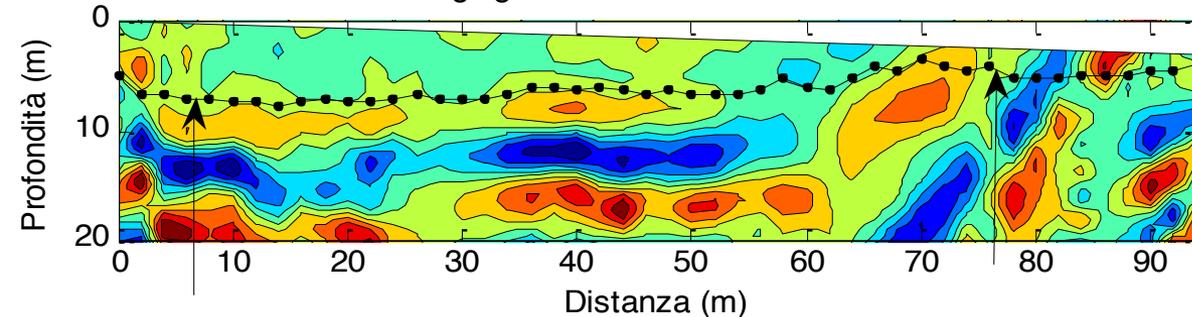
## Sondaggio MASW + Rifrazione

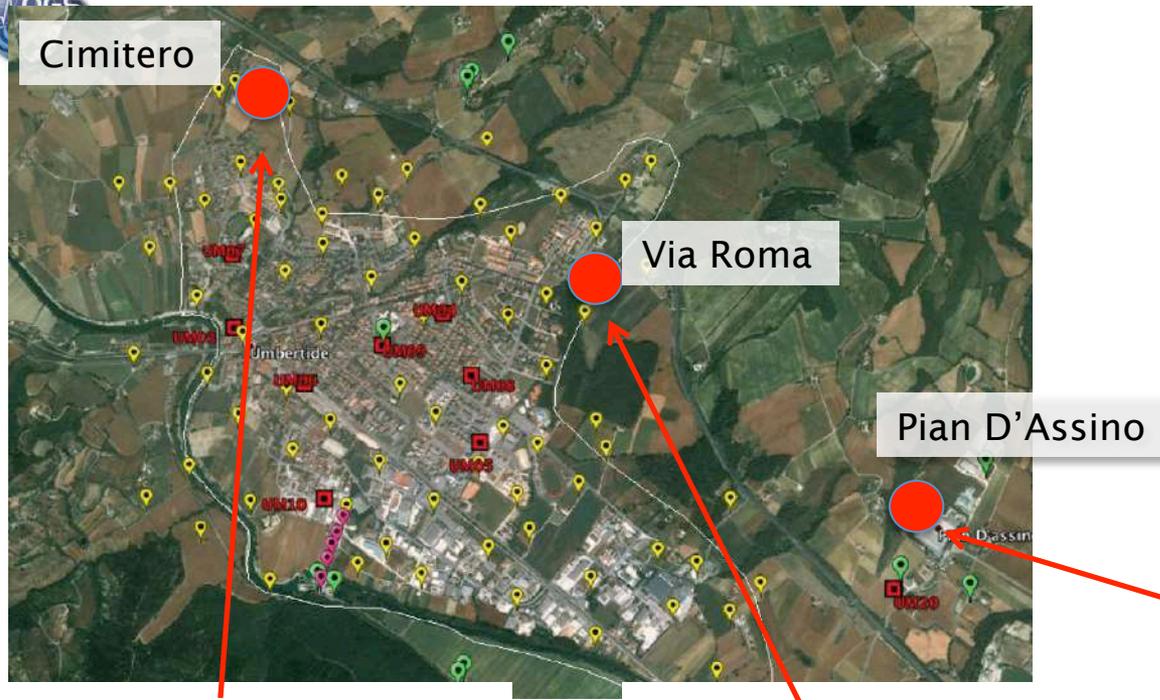


Vs30  $418 \pm 21$  m/s, classe B



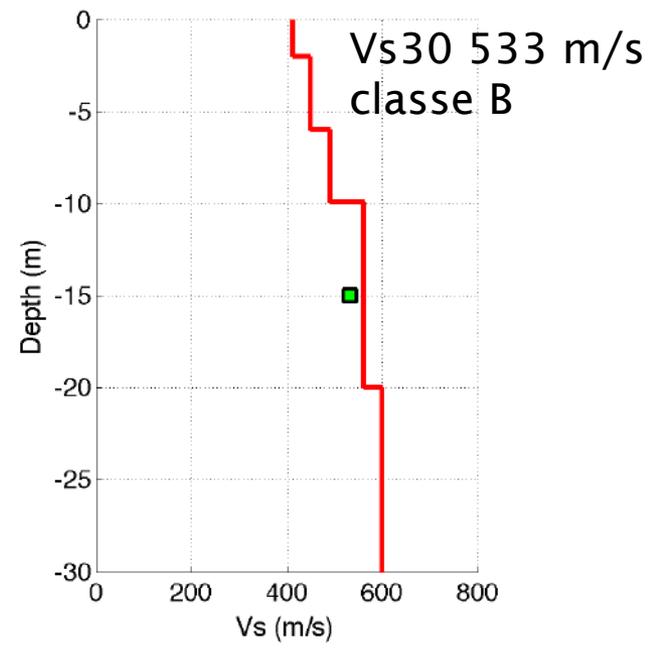
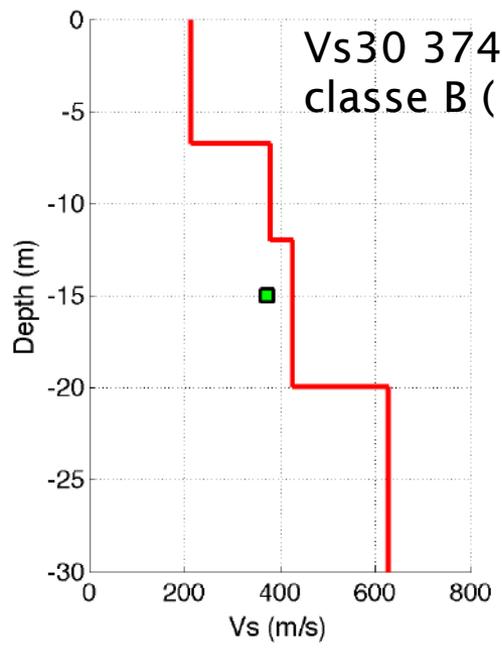
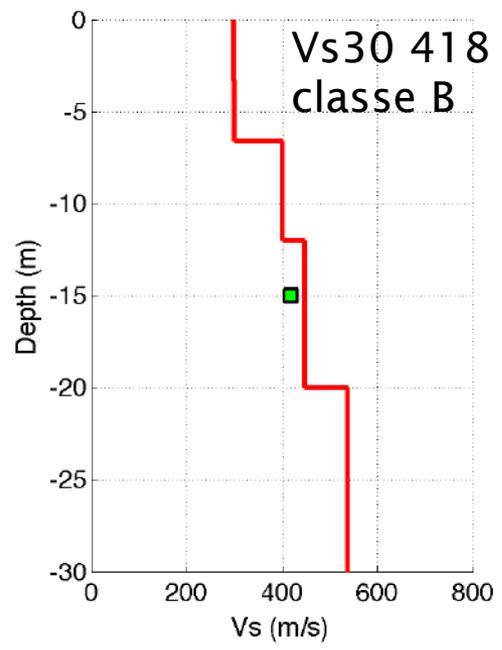
Refractor imaging Cimitero:  $V1=834$ m/s -  $Vrif=1880$ m/s

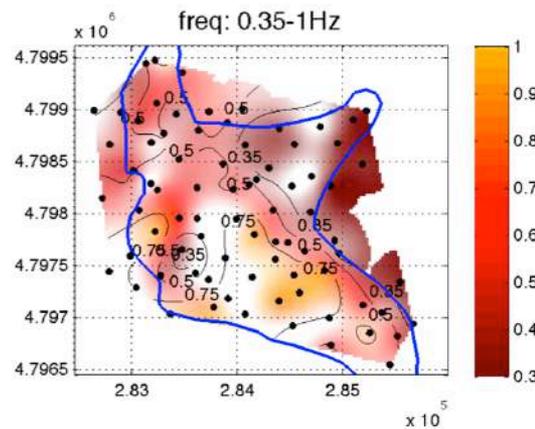
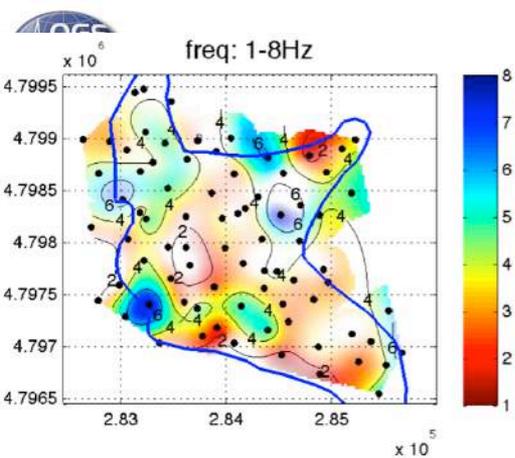




# Velocità Vs

*Sondaggi MASW +  
Rifrazione*

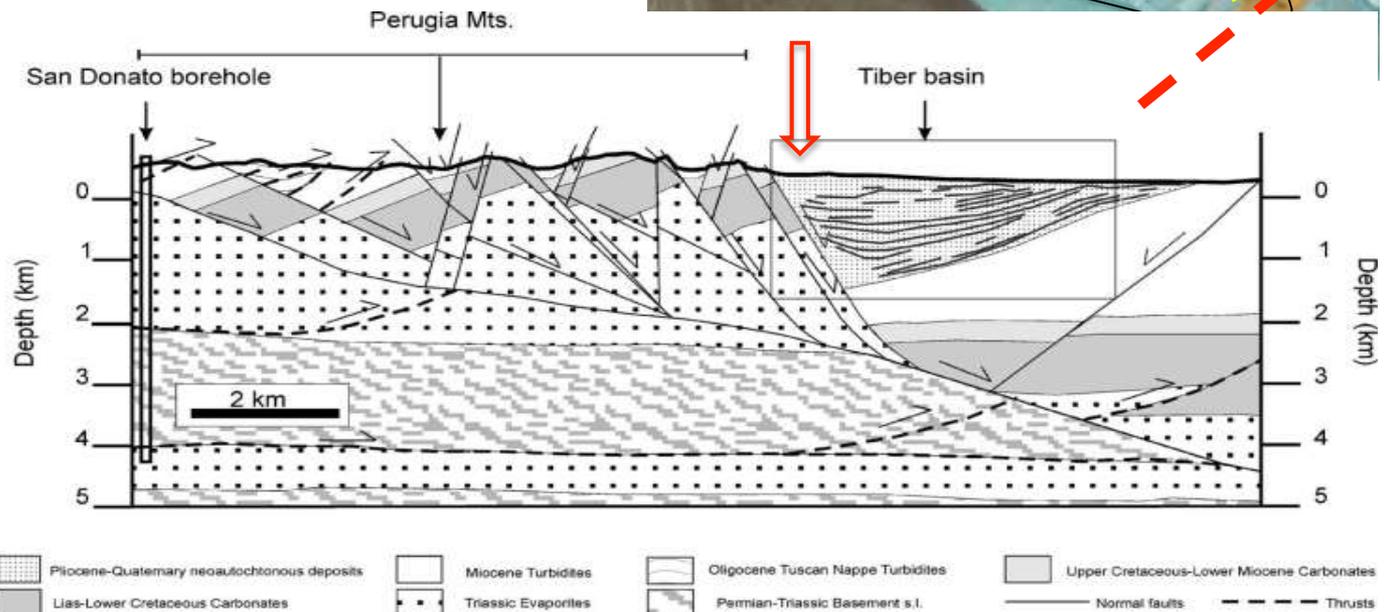
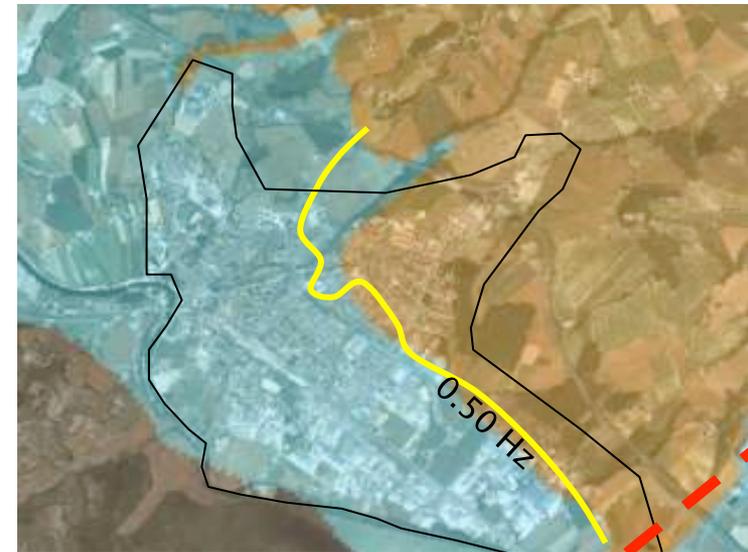




# HVSR - Profondità del “basamento”

Utilizzando le frequenze di risonanza osservate e valori medi di  $V_{s30}$  (~420 m/s) si derivano le seguenti profondità approssimate:

- 5 Hz ~ 20 m
- 2 Hz ~ 50 m
- 0.75 Hz > 140 m
- 0.50 Hz > 200 m





# Stima della risposta di sito da terremoti

## *Il metodo dei rapporti spettrali*

Serve a stimare l'**amplificazione sismica spettrale** (cioè in funzione della frequenza) del sito.

1. Si scelgono dei **siti di riferimento** (su roccia, con comportamento neutro).
2. Si registrano **terremoti** presso i siti di misura e i siti di riferimento.
3. Si calcolano i **rapporti spettrali** (frequenza per frequenza) tra le registrazioni effettuate presso i siti di misura e quelli di riferimento.
4. La media dei rapporti spettrali fornisce le **funzioni di amplificazione**.

Metodi:

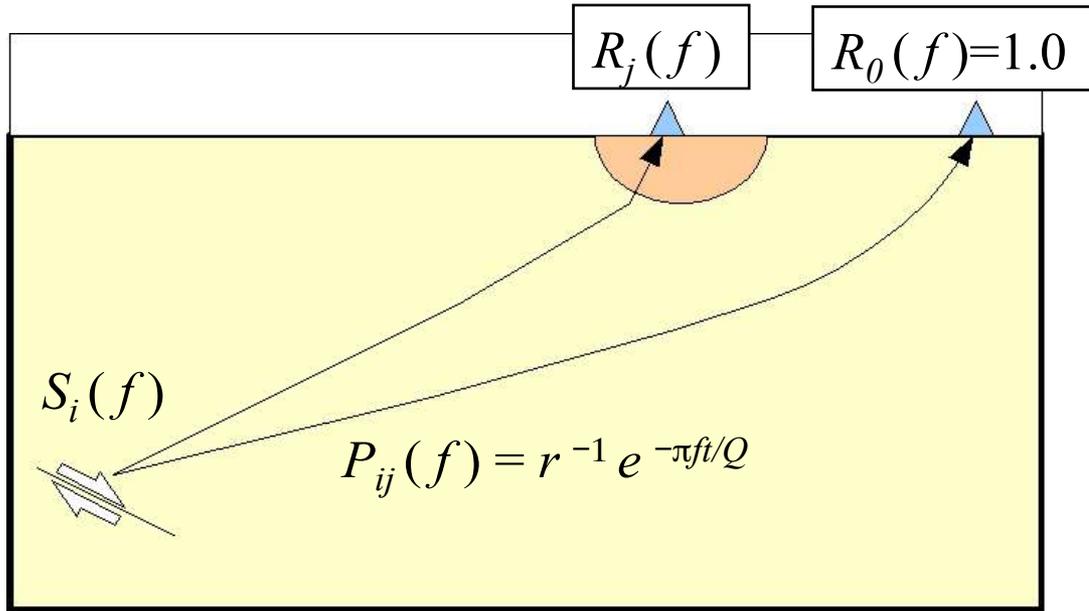
- 1) *Metodo dei rapporti spettrali* → registrazioni sincrone;
- 2) *Generalized Inversion Method - GIT*\* → registrazioni asincrone e siti di riferimento multipli.

*Usato in questo studio*

\*Klin P., Laurenzano G., and Priolo E. (in publication). GITANES: A MATLAB Package for Estimation of Site Spectral Amplification with the Generalized Inversion Technique, *Seis. Res. Let.* (open access)

# Amplificazione spettrale

*Generalized Inversion Technique (Andrews, 1986)*



**S** - sorgente  
**P** - propagazione  
**R** - amplificazione del sito

**i** - indice eventi  
**j** - indice siti  
**0** - sito riferimento

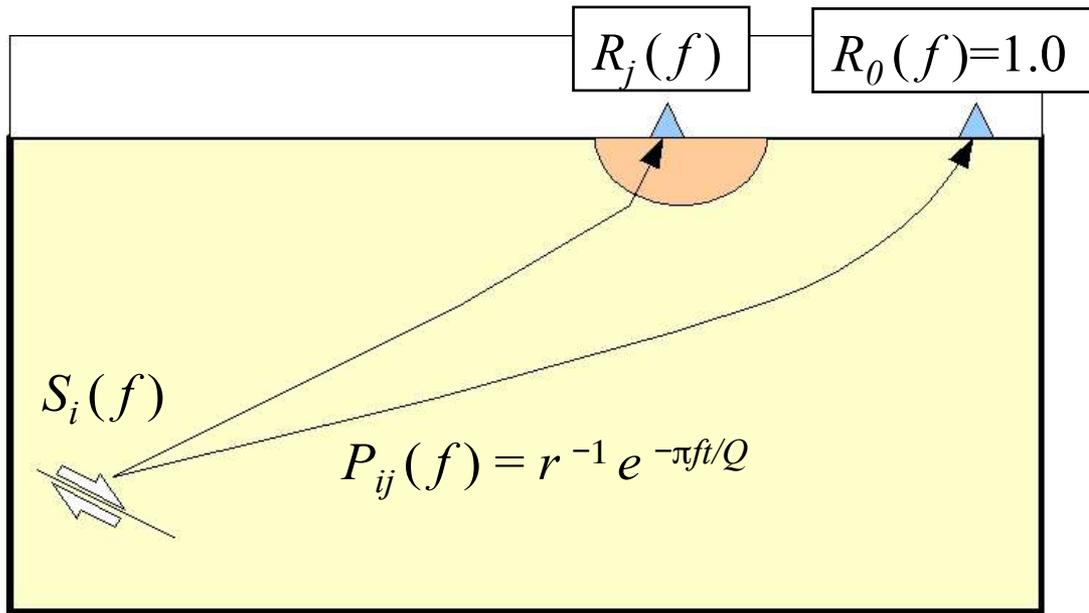
**f** - frequenza

Scomposizione dello spettro di ampiezza dei sismogrammi

nota	incognita	nota	incognita
↓	↓	↓	↓
$U_{ij}(f) =$	$S_i(f)$	$P_{ij}(f)$	$R_j(f)$

# Amplificazione spettrale

*Generalized Inversion Technique (Andrews, 1986)*



**S** - sorgente  
**P** - propagazione  
**R** - amplificazione del sito

**i** - indice eventi  
**j** - indice siti  
**0** - sito riferimento

**f** - frequenza

Scomposizione dello spettro di ampiezza dei sismogrammi

Rapporti spettrali rispetto a sito di riferimento ( $R_0$ )

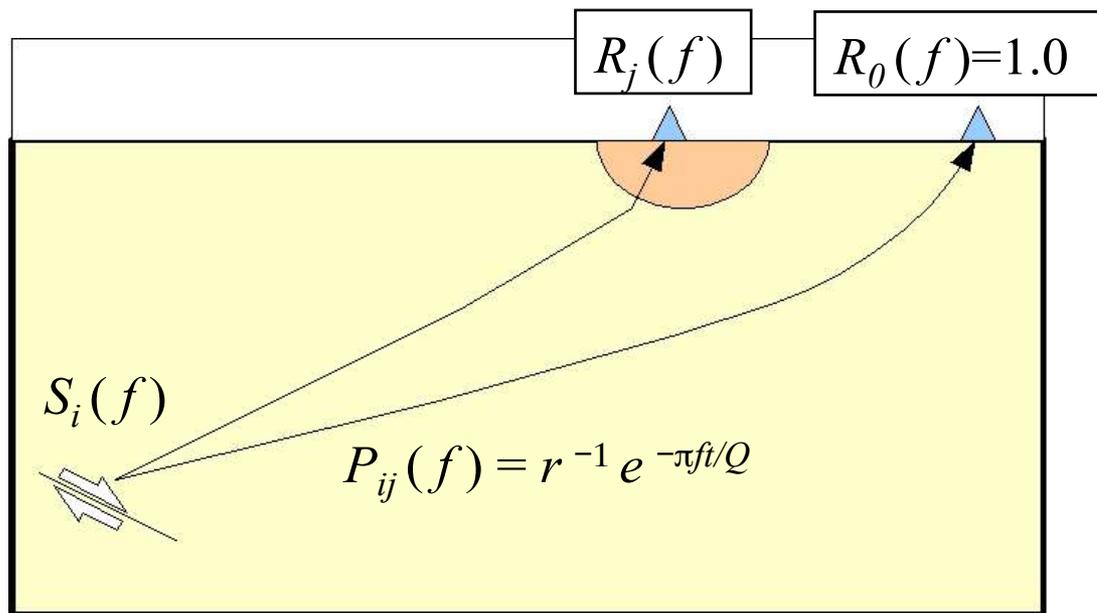
nota      incognita      nota      incognita

$$U_{ij}(f) = S_i(f) \quad P_{ij}(f) \quad R_j(f)$$

$$U_{ij}(f)/U_{i0}(f) = P_{ij}(f)/P_{i0}(f) \quad R_j(f)/R_0(f)$$

# Amplificazione spettrale

*Generalized Inversion Technique (Andrews, 1986)*



**S** - sorgente  
**P** - propagazione  
**R** - amplificazione del sito

**i** - indice eventi  
**j** - indice siti  
**0** - sito riferimento

**f** - frequenza

Scomposizione dello spettro di ampiezza dei sismogrammi

nota	incognita	nota	incognita
↓	↓	↓	↓
$U_{ij}(f) = S_i(f)$		$P_{ij}(f)$	$R_j(f)$

Rapporti spettrali rispetto a sito di riferimento ( $R_0$ )

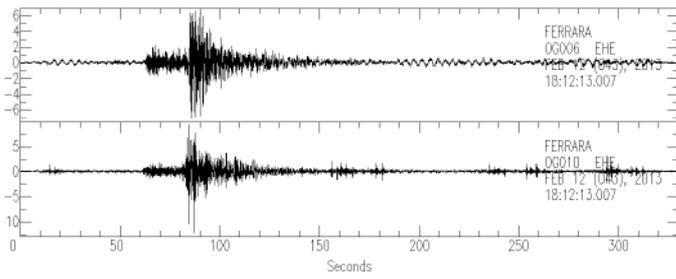
↓	↓	↓
$U_{ij}(f)/U_{i0}(f) = P_{ij}(f)/P_{i0}(f)$		$R_j(f)/R_0(f)$

Amplificazione del sito **j**

↓	↓	↓
$R_j(f)/R_0(f) = U_{ij}(f)/U_{i0}(f)$		$P_{i0}(f)/P_{ij}(f)$

# Spettri di risposta e fattori di amplificazione

## *Schema di elaborazione*



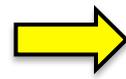
Rapporti spettrali



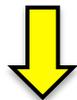
Amplificazione del sito



5 accelerogrammi



Azione sismica al bedrock



Spettro di risposta

Fattori di amplificazione

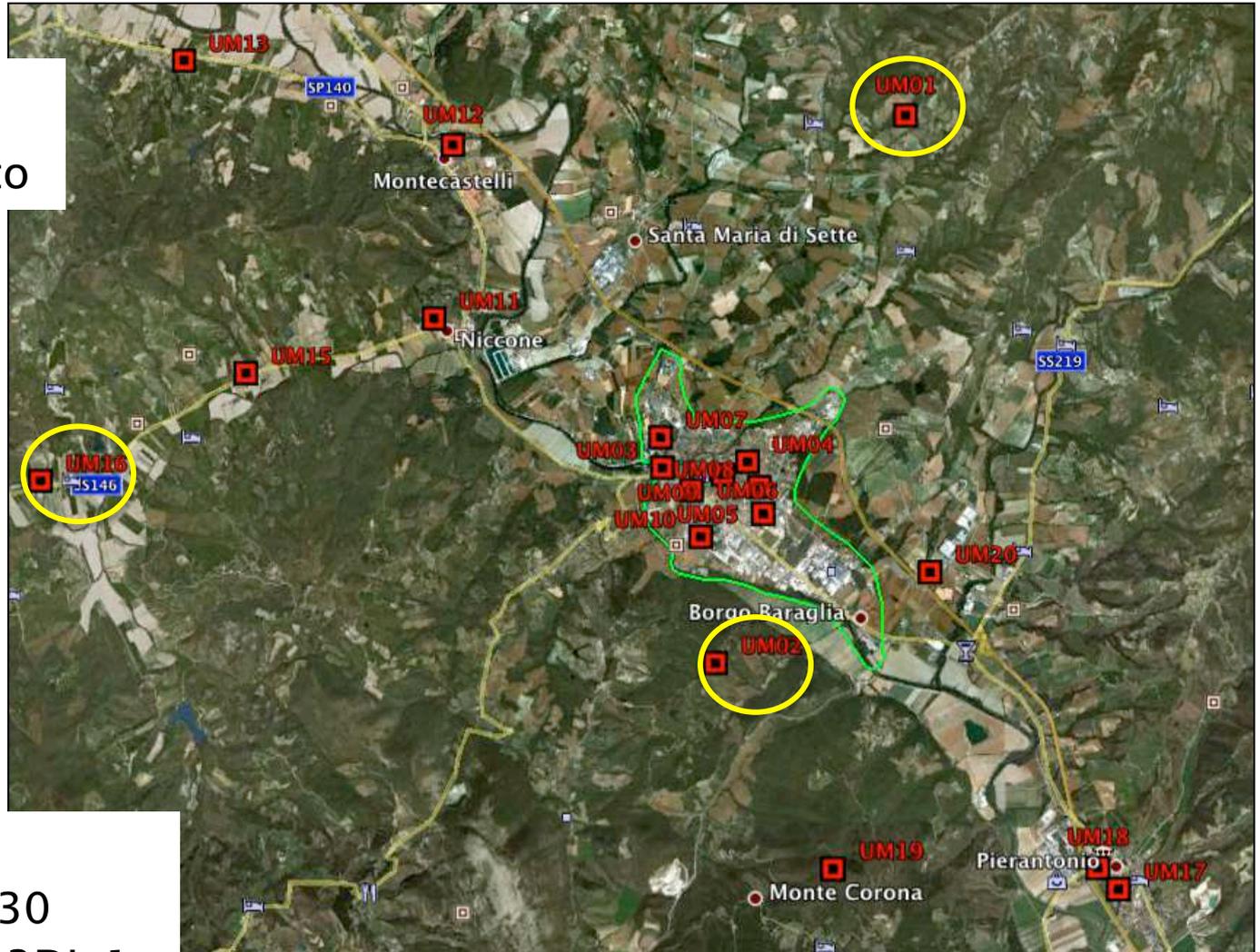


Spettro di risposta liscio



# Registrazione di terremoti

## *Mappa dei siti (area complessiva)*



- 17 siti misurati
- 3 siti di riferimento

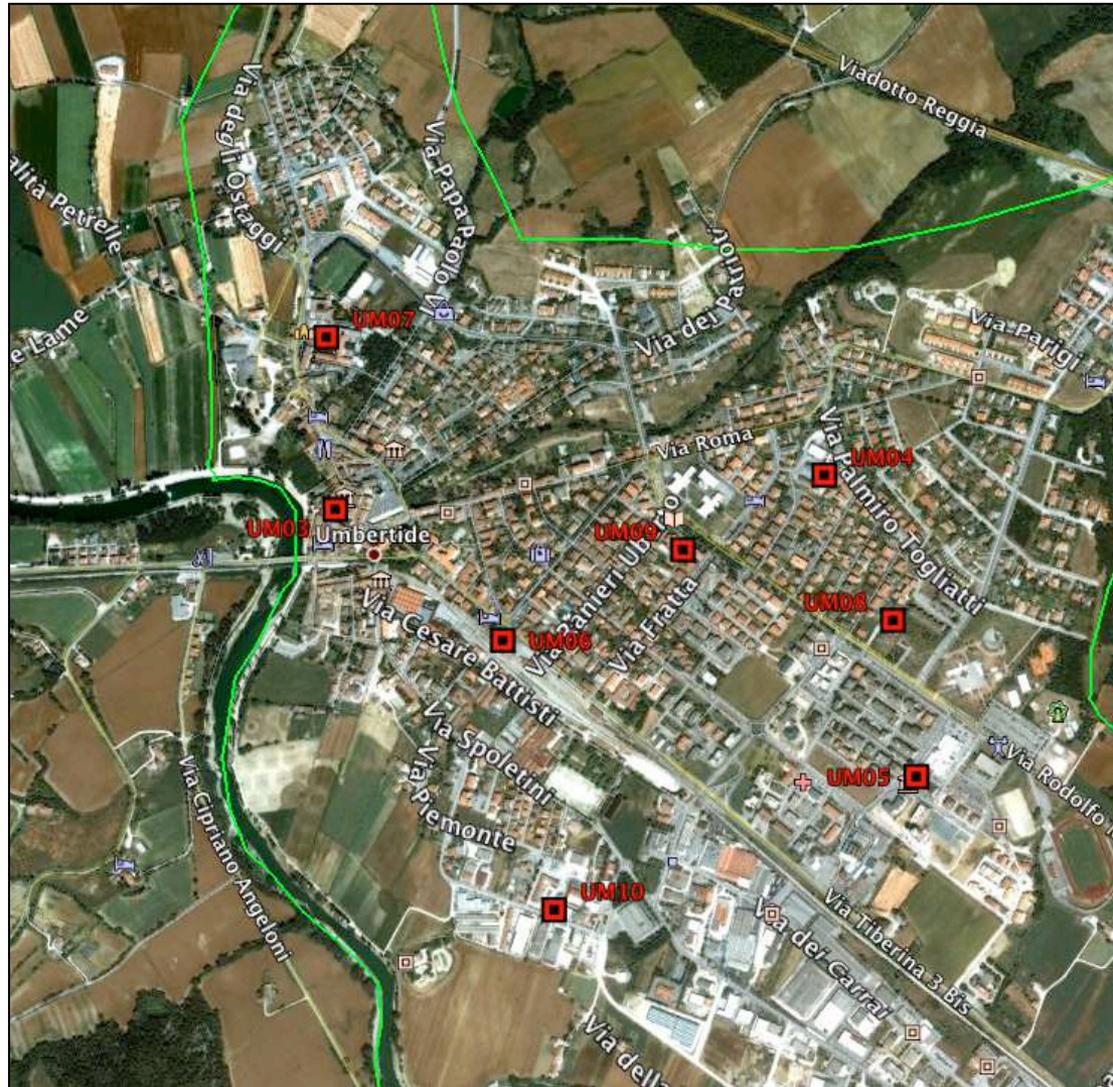
11 strumenti:

- stazioni Reftek 130
- sensori Lennartz 3DL-1s

# Registrazione di terremoti

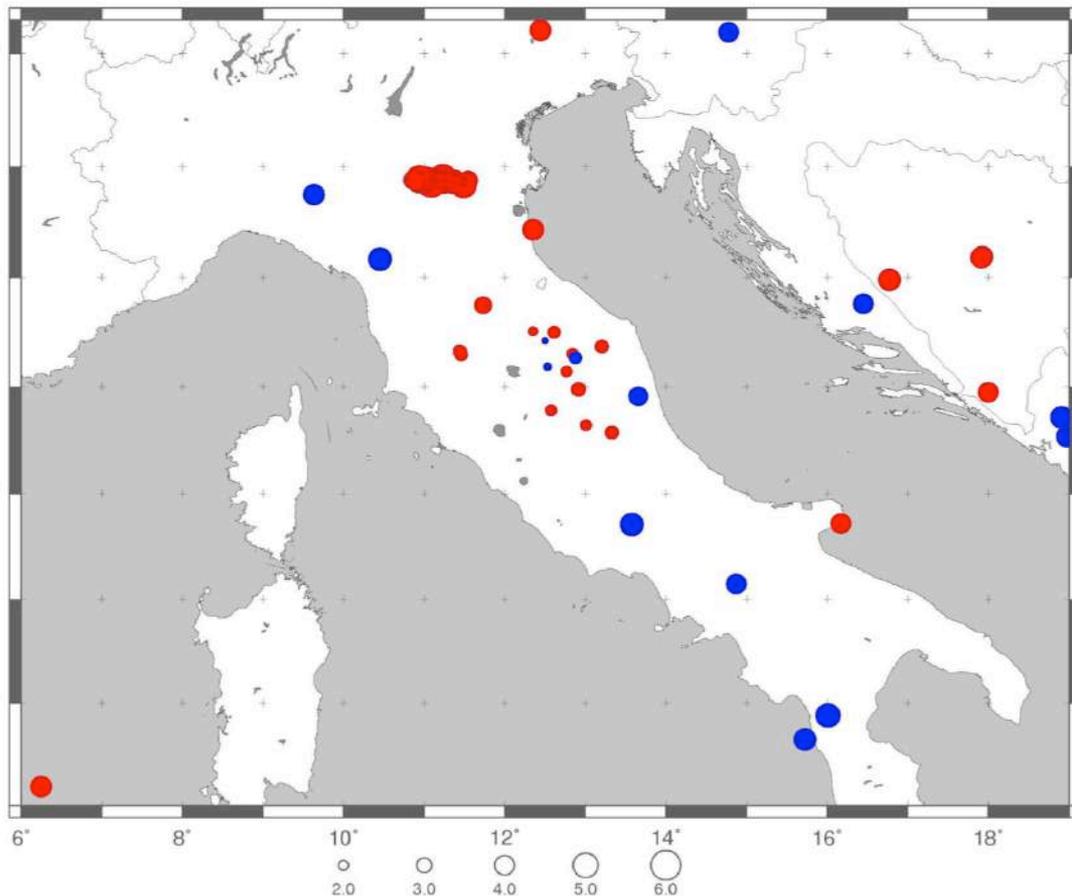
## *Mappa dei siti (centro urbano)*

- 8 siti



# Risposta spettrale di sito

## *Registrazione di terremoti*



11 mesi di acquisizione  
(3/2012 - 2/2013)

63 eventi utilizzati  
(mediamente  $ML \geq 4$ )

**I FASE: 03/2012 - 09/2012**  
**46 EVENTI**

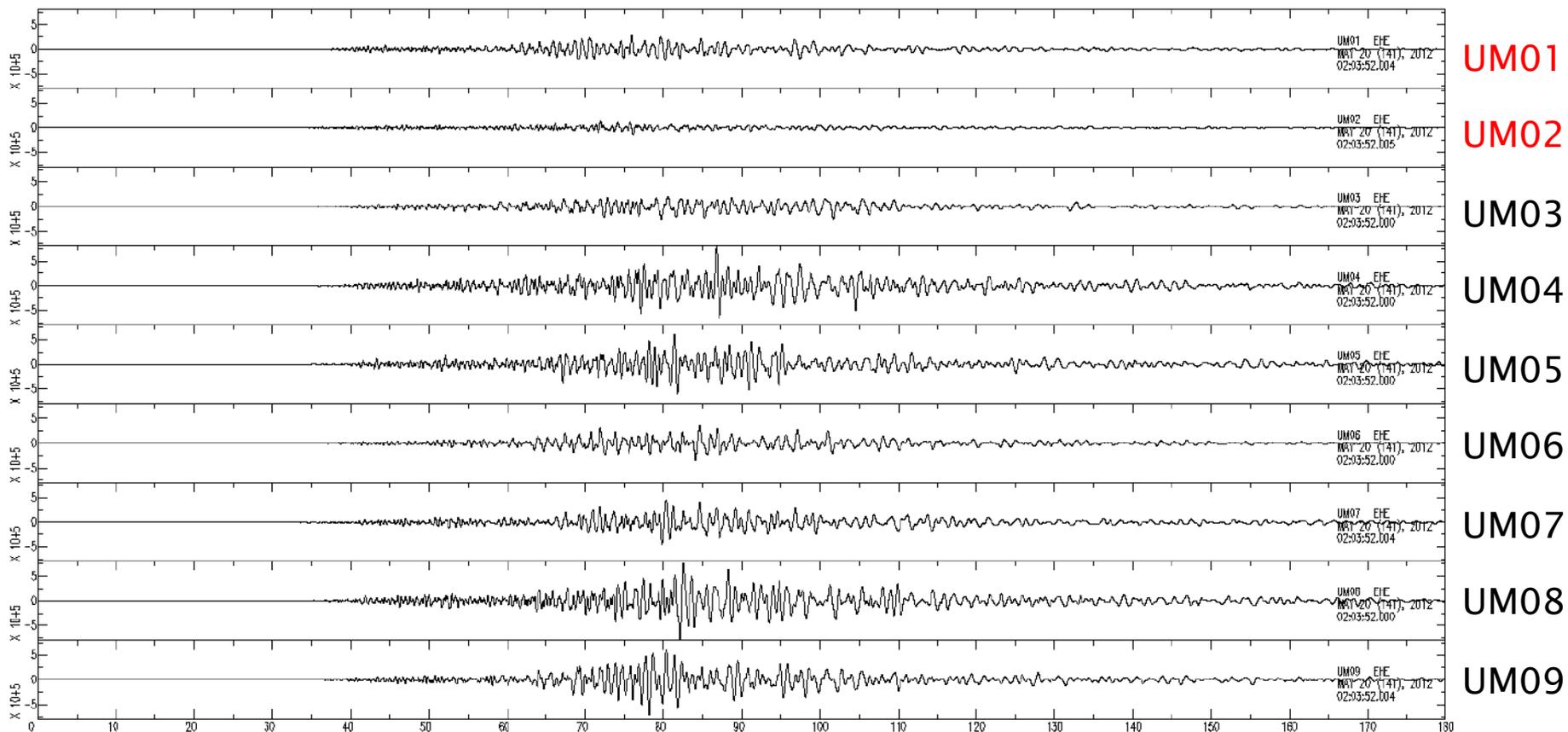
**II FASE: 09/2012 - 02/2013**  
**17 EVENTI**



# Registrazione di terremoti

2012-05-20 02:03:52.000

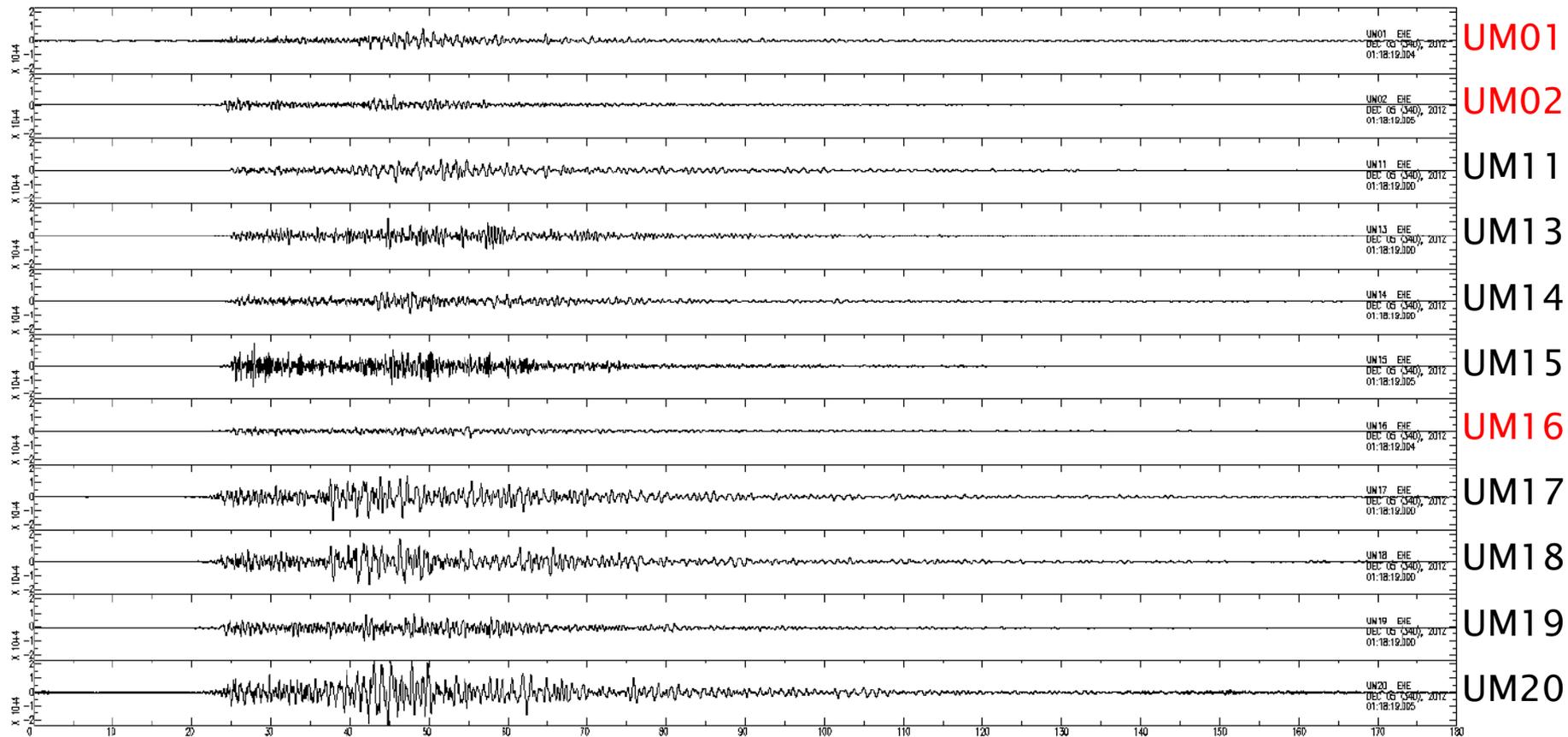
M=5.9, Pianura Emiliana, dist=200 km





# Registrazione di terremoti

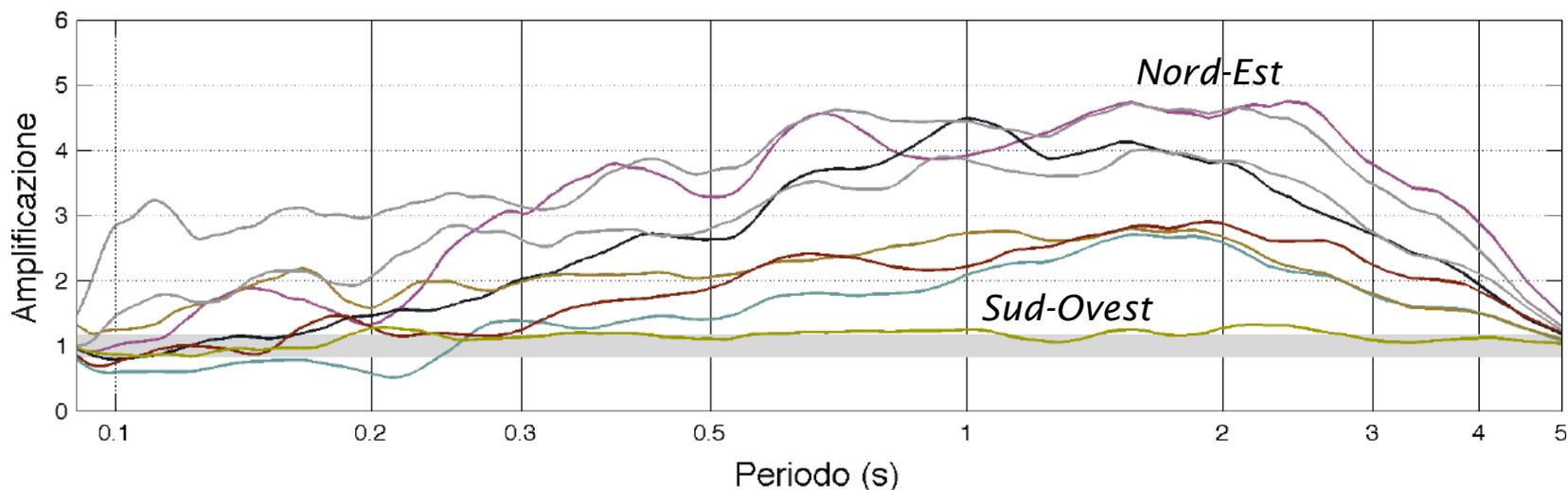
2012-12-05 01:18:19.000 M=4.0, Ascoli Piceno, dist=110 km



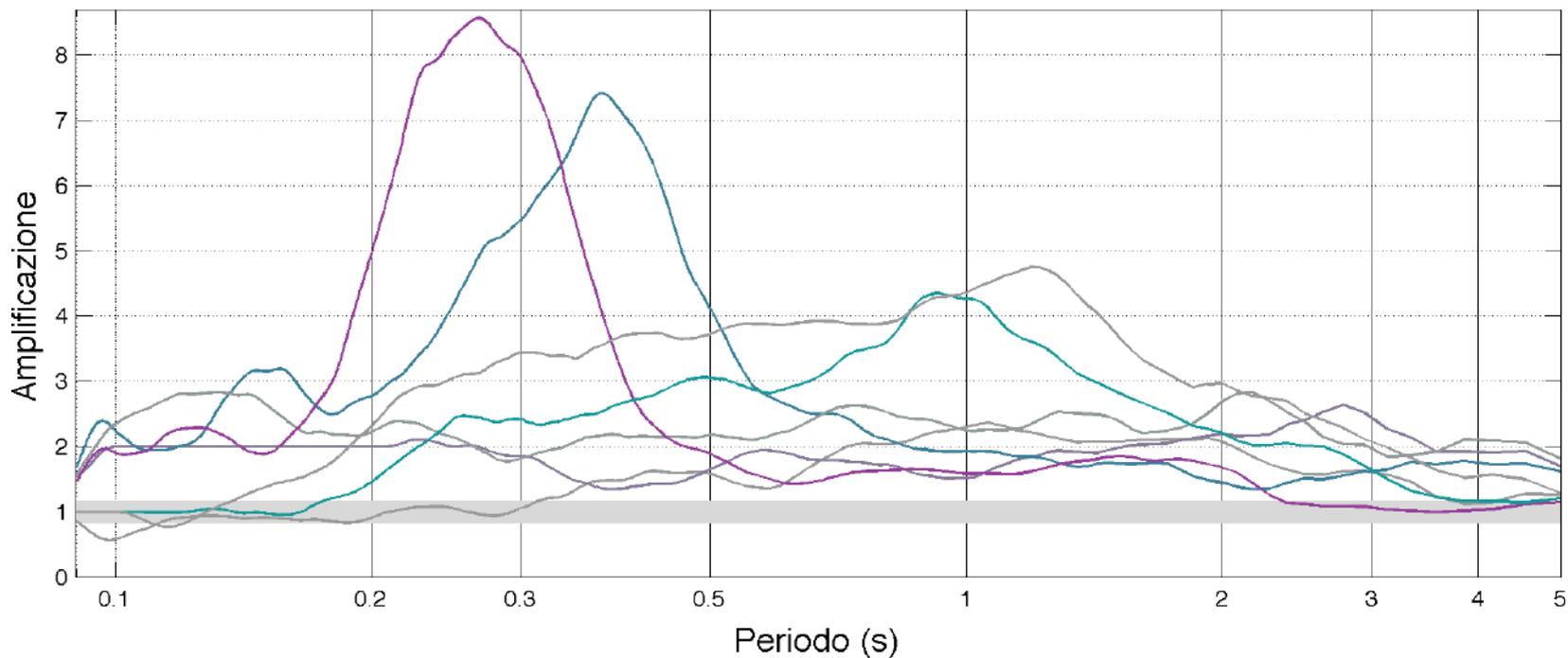


# Amplificazione spettrale

## Area Urbana



## Area Extra-Urbana





# Stima dello spettro di risposta specifico di sito

Data la funzione di amplificazione spettrale del sito:

1. Selezione di **5 storie temporali** corrispondenti a possibili terremoti di progetto;
2. Calcolo delle **accelerazioni al sito** attraverso convoluzione con la funzione di amplificazione propria del sito;
3. Calcolo degli **spettri di risposta specifici e lisciati**;
4. Calcolo dei **fattori di amplificazione**.

Fattori di amplificazione calcolati come intensità di Housner in tre bande:

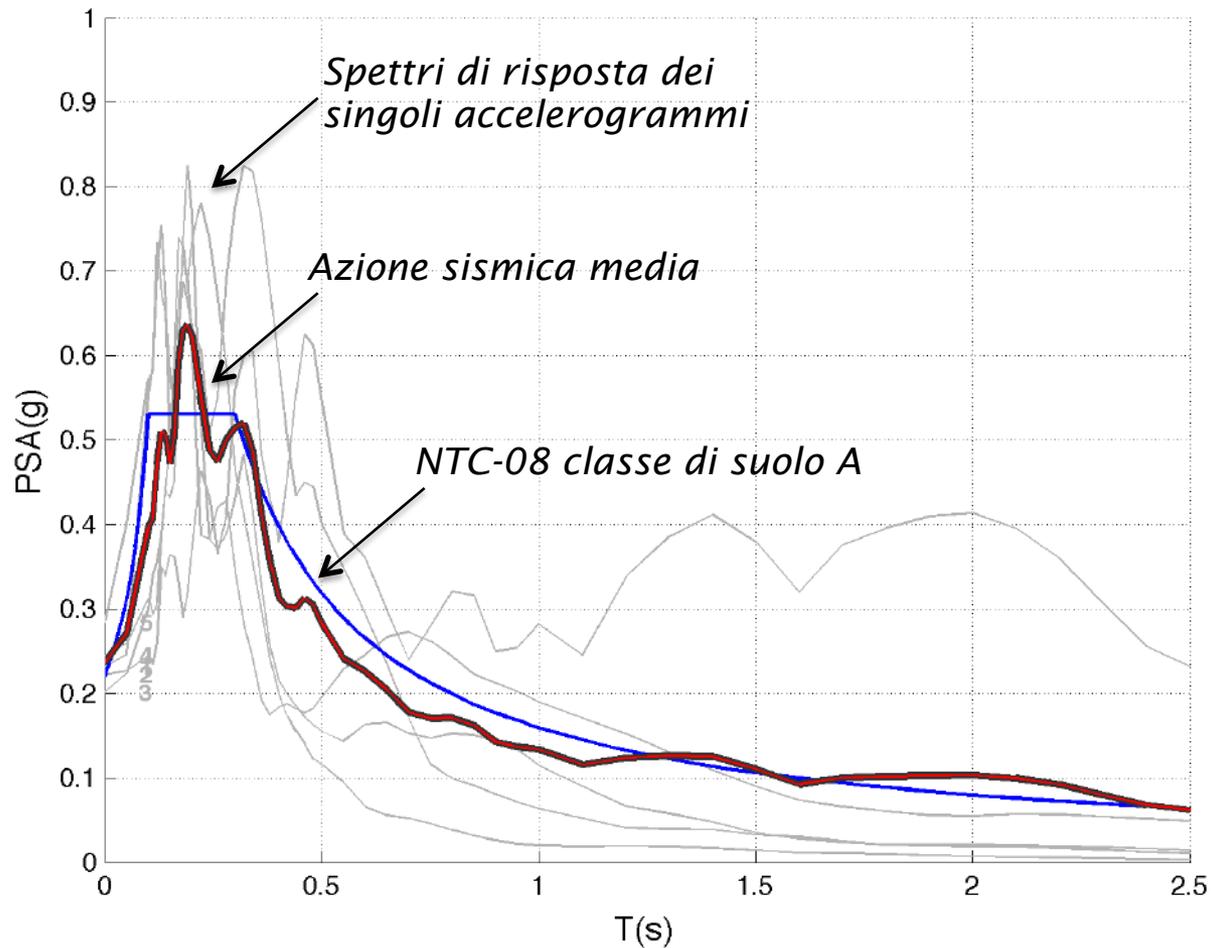
0.1 - 0.5 s

0.5 - 1.5 s

0.5 - 2.5 s

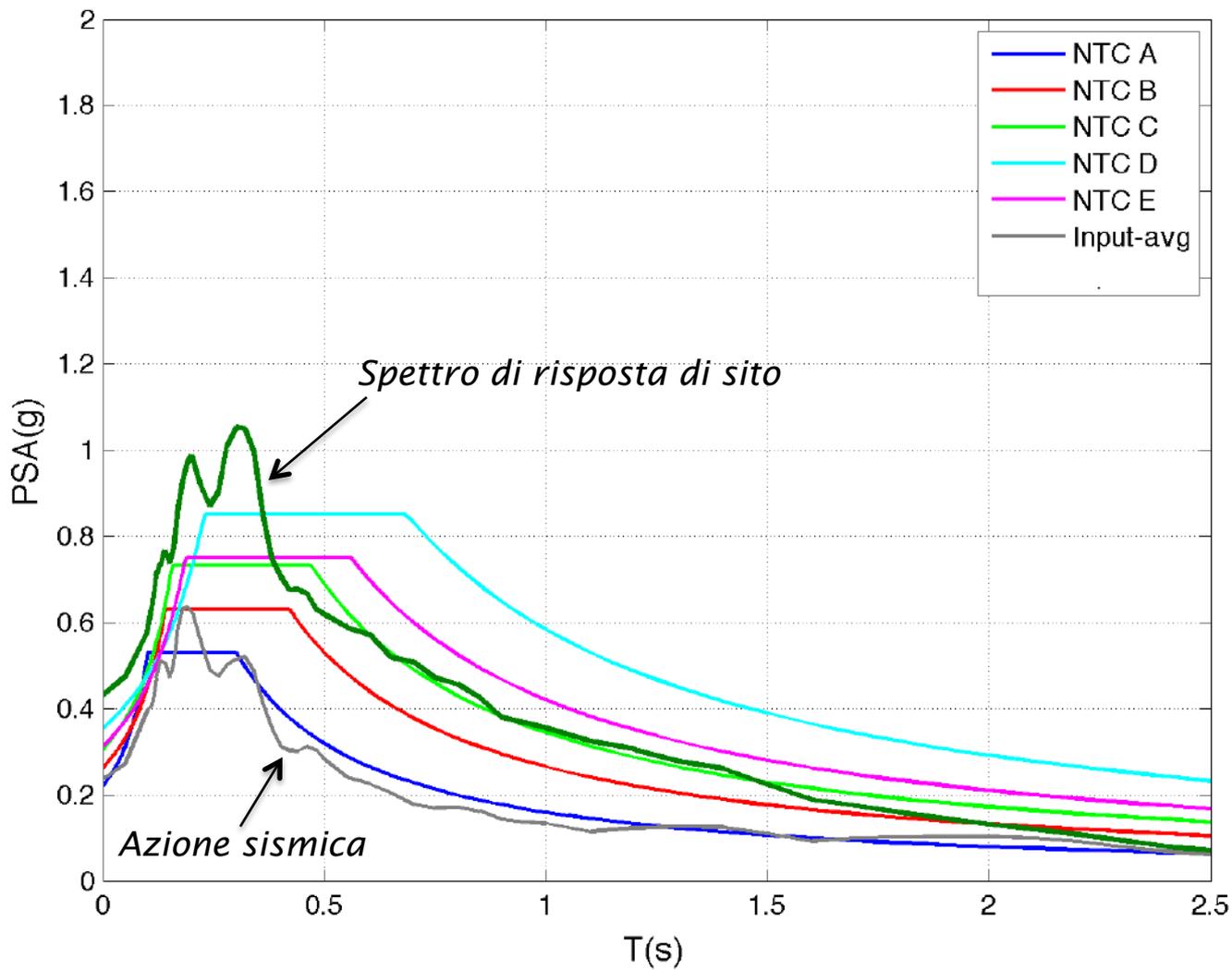
# Azione sismica

5 accelerogrammi registrati, che rappresentano in media la pericolosità sismica del sito.



# Spettri di risposta specifici di sito

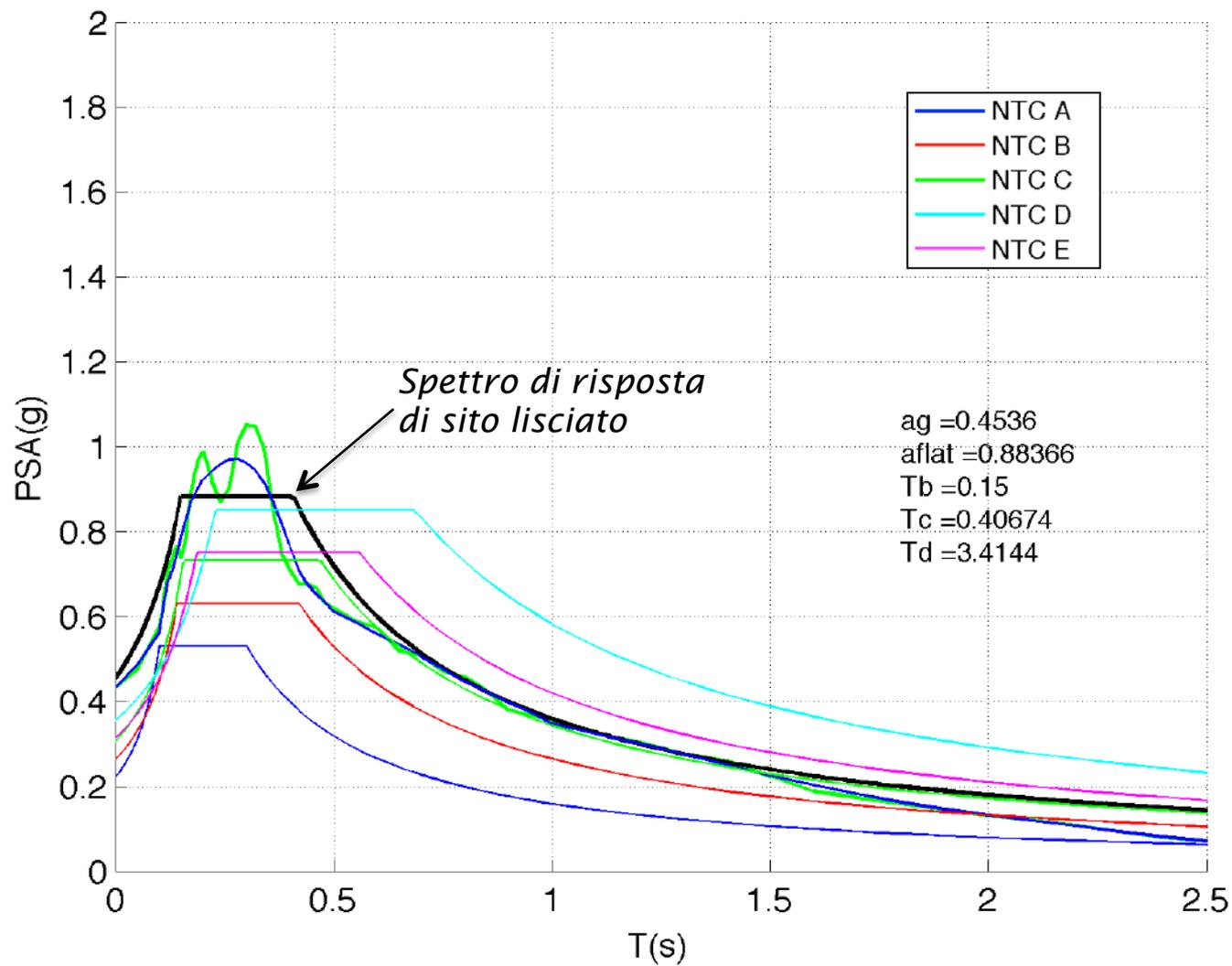
*Sito UM05 - Distretto sanitario*





# Spettri di risposta lisciati

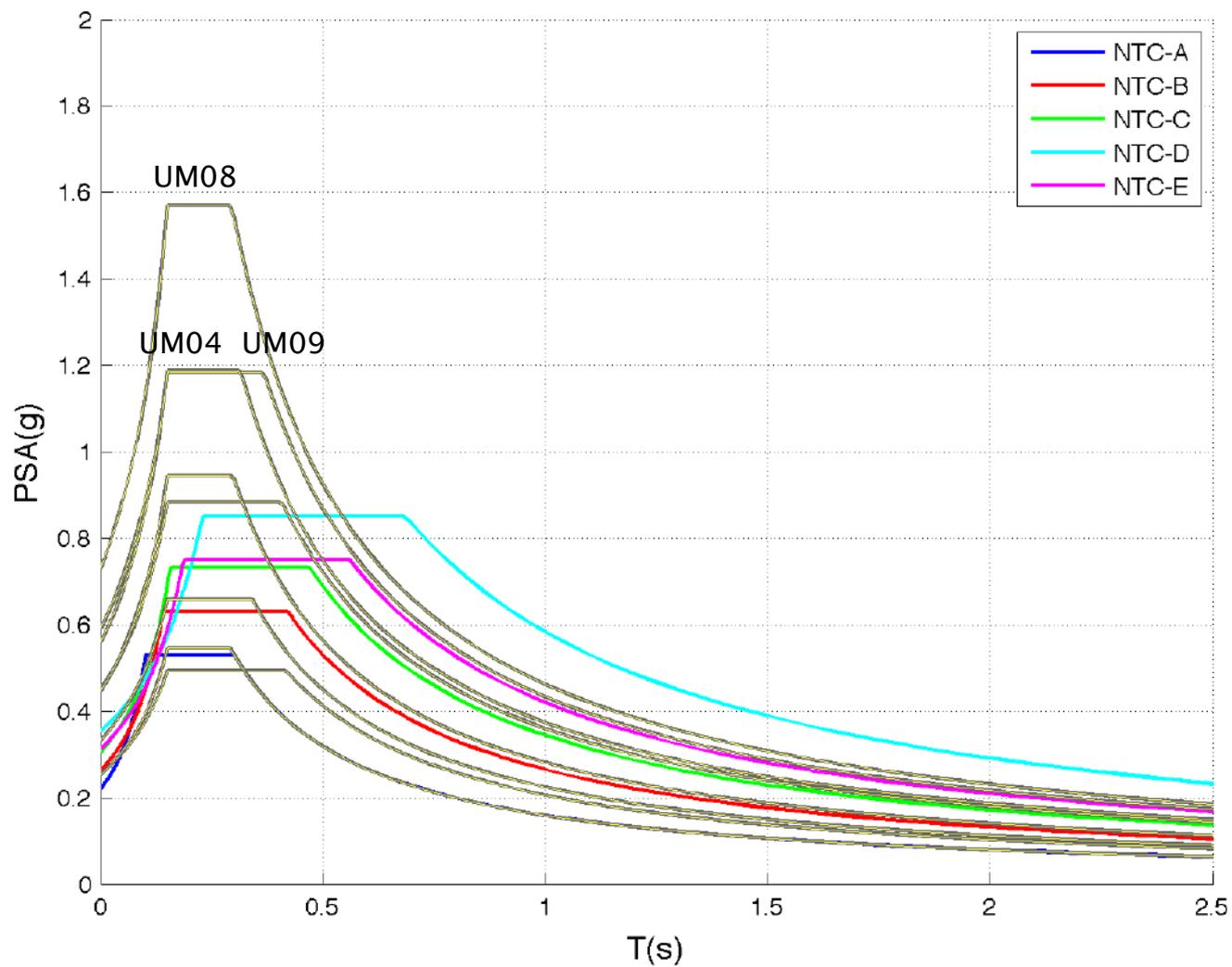
*Sito UM05 - Distretto sanitario*





# Spettri di risposta lisciati

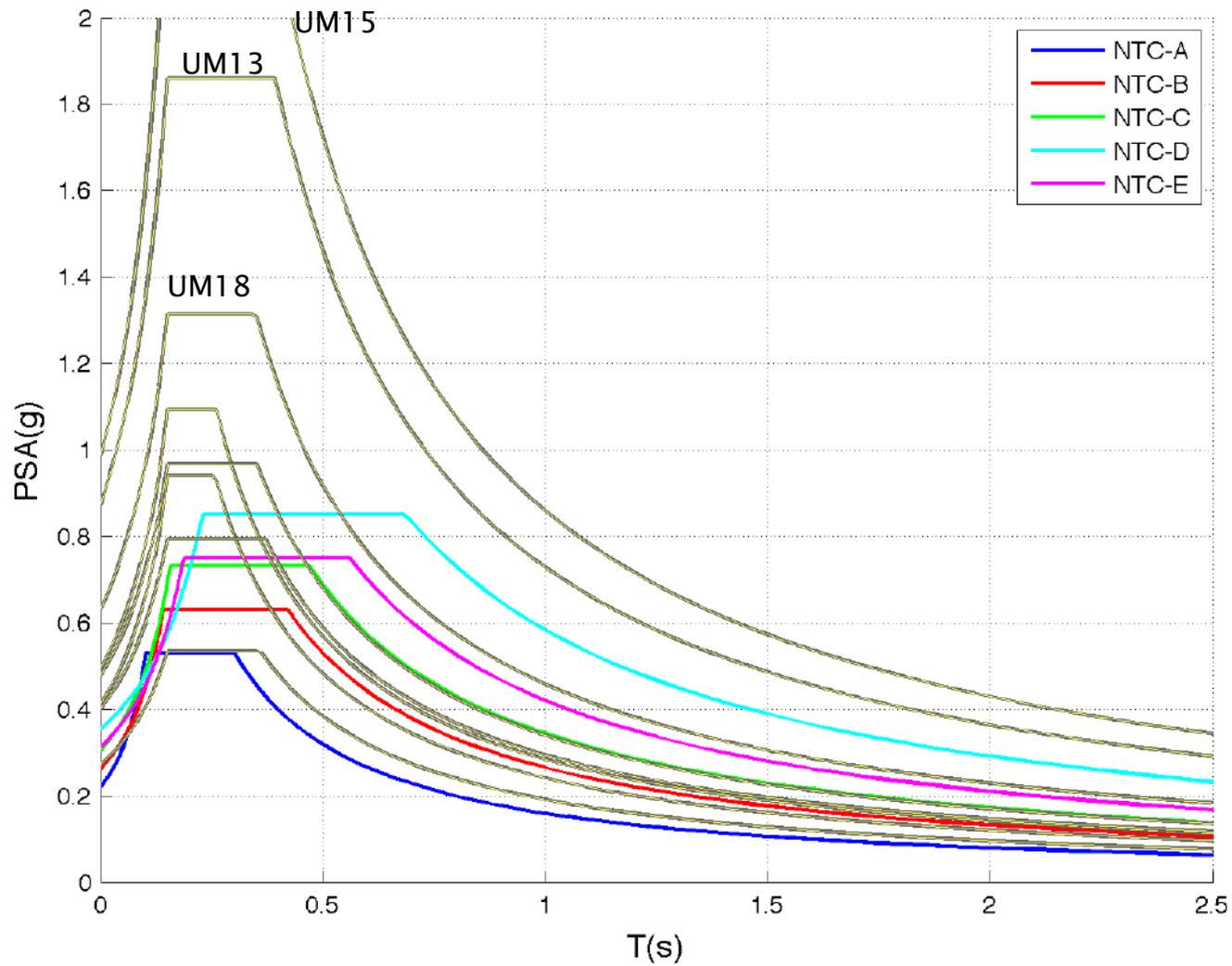
*Area urbana di Umbertide*





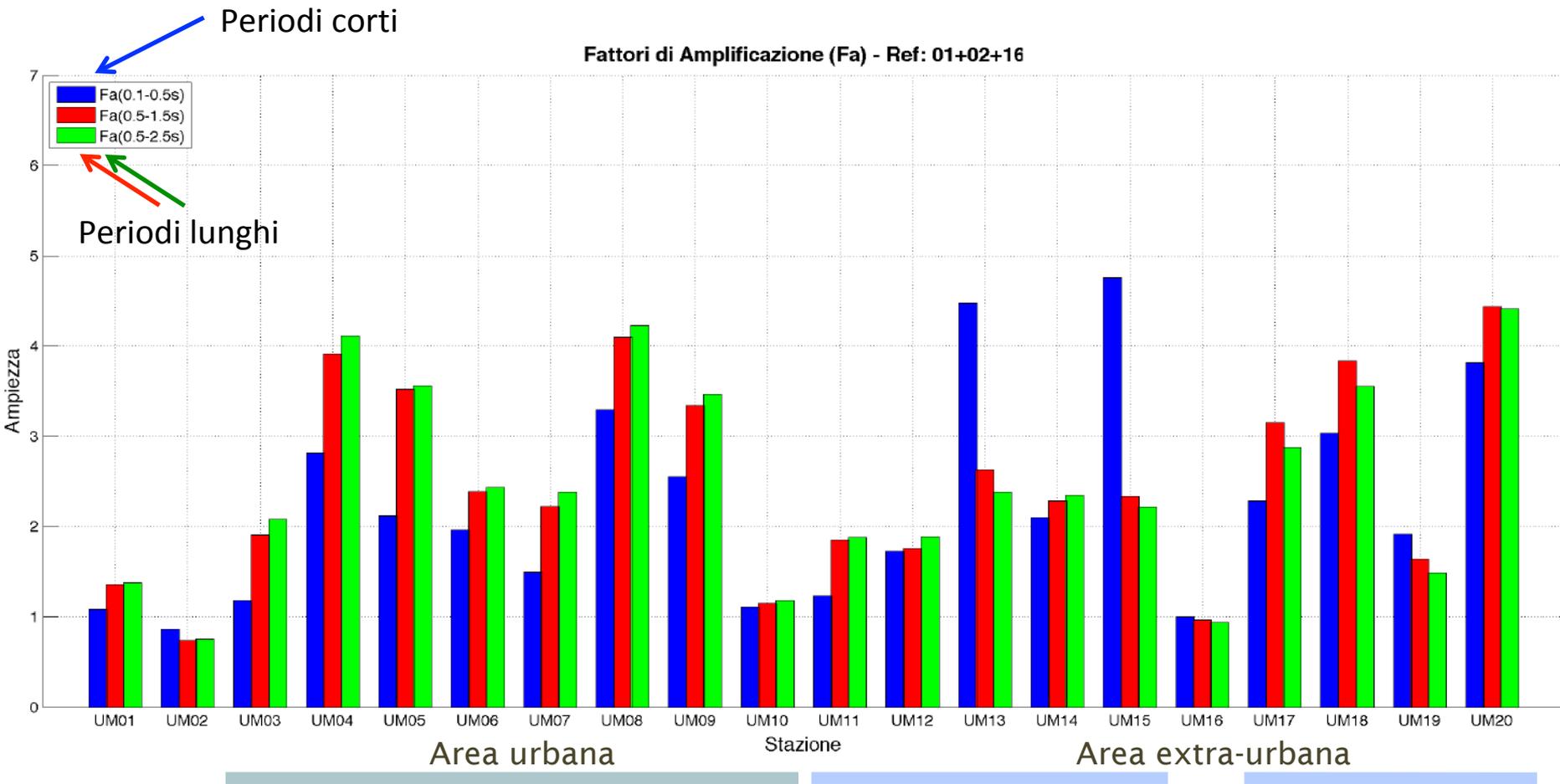
# Spettri di risposta lisciati

*Area extra-urbana*



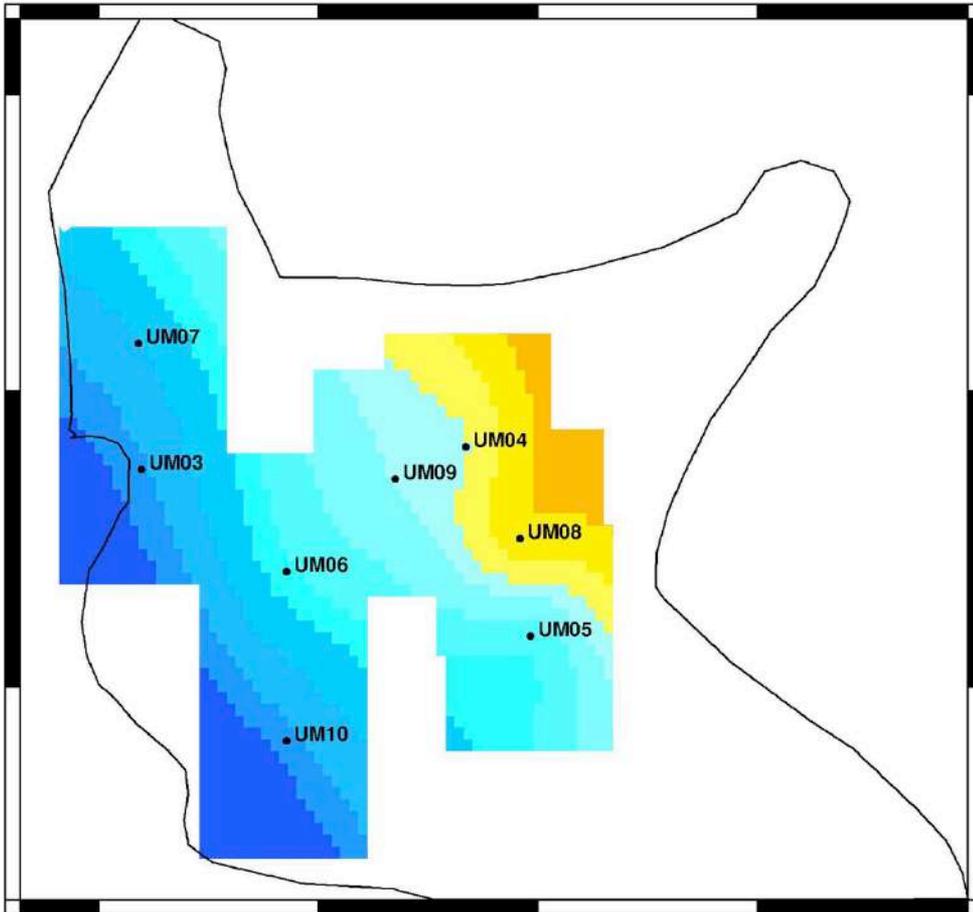


# Fattori di amplificazione

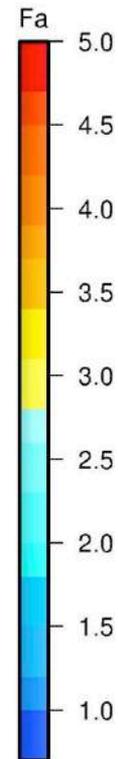


# Fattori di amplificazione

Fattore di amplificazione  
da terremoti



colore



Banda dei corti periodi  
**0.1-0.5 s**



# Indagini geofisiche-sismologiche

## *Conclusioni*

H/V bi-modali, con separazione a circa 1.6 Hz.

- 1) **Per frequenze basse:** H/V con valori medio-alti ( $>3.5$ ) nel centro urbano.
- 2) **Per frequenze medio-alte:** H/V con valori medio-bassi ( $<2.5$ ) lungo l'asse del bacino e crescenti verso i bordi ( $2.5 < HV < 4.5$ )

In molti siti (es: lungo l'asse longitudinale del bacino) si riscontrano H/V privi di picchi, tuttavia si ha **amplificazione "costante"** su tutta la banda di frequenze.

**Analisi MASW:** depositi classificabili in **classe B** e caratterizzati dalla presenza di **gradienti superficiali** di velocità  $V_s$ .

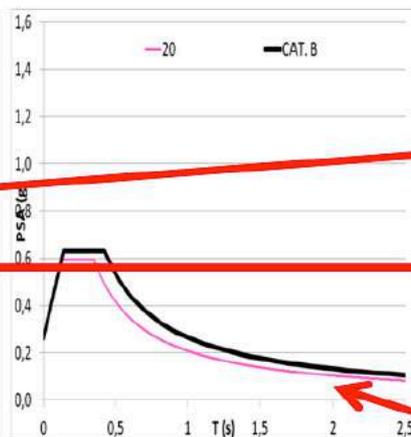
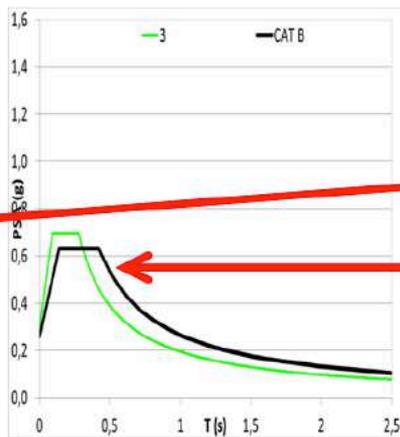
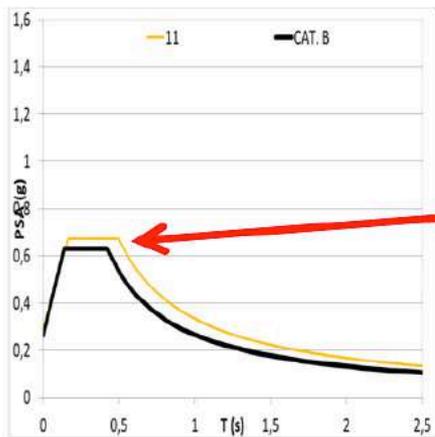
**Progressivo aumento del fattore  $F_a$  da SO verso NE.**

Alcuni siti in **periferia** (es: UM13 e UM15) hanno forti picchi di amplificazione.

# Carta di microzonazione sismica (MS)

## Utilizzo

Ad ogni **microzona** è associato uno spettro di risposta.

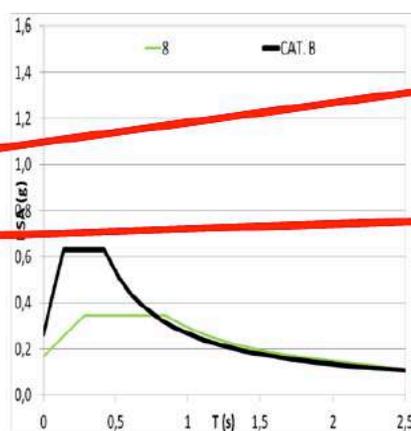
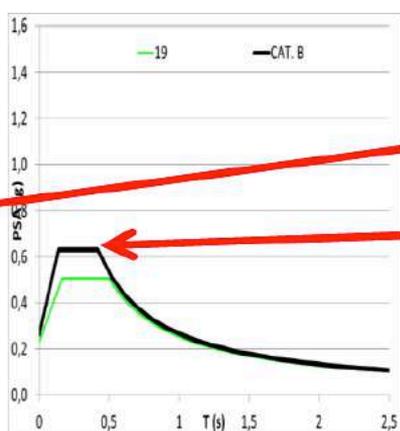
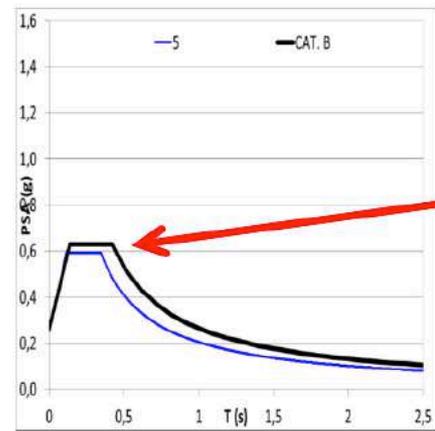


### MICROZONE SISMICHE

Area 1

Area 2

Area 3



Area 4

Area 5

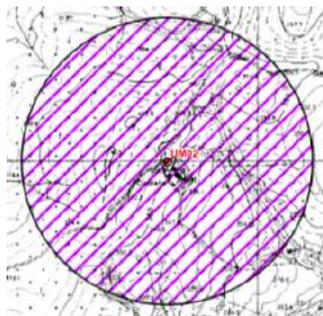
Area 6

# Carta di microzonazione sismica (MS)

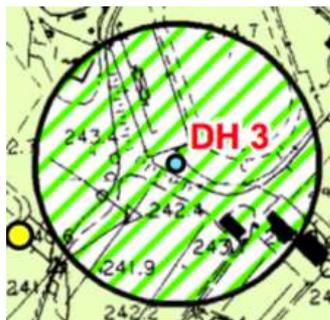
## Utilizzo

Ad ogni sito misurato o modellato sono associati:

- **spettro di risposta specifico** stimato dalle osservazioni o modellazioni
- **area di estensione** (raggio  $R$ ) per l'utilizzo dello spettro stimata in base alle caratteristiche medie del sito:  $R = Vs_{30} / f_0$



da osservazioni  
sismologiche



da indagini  
geognostiche



da modellazioni

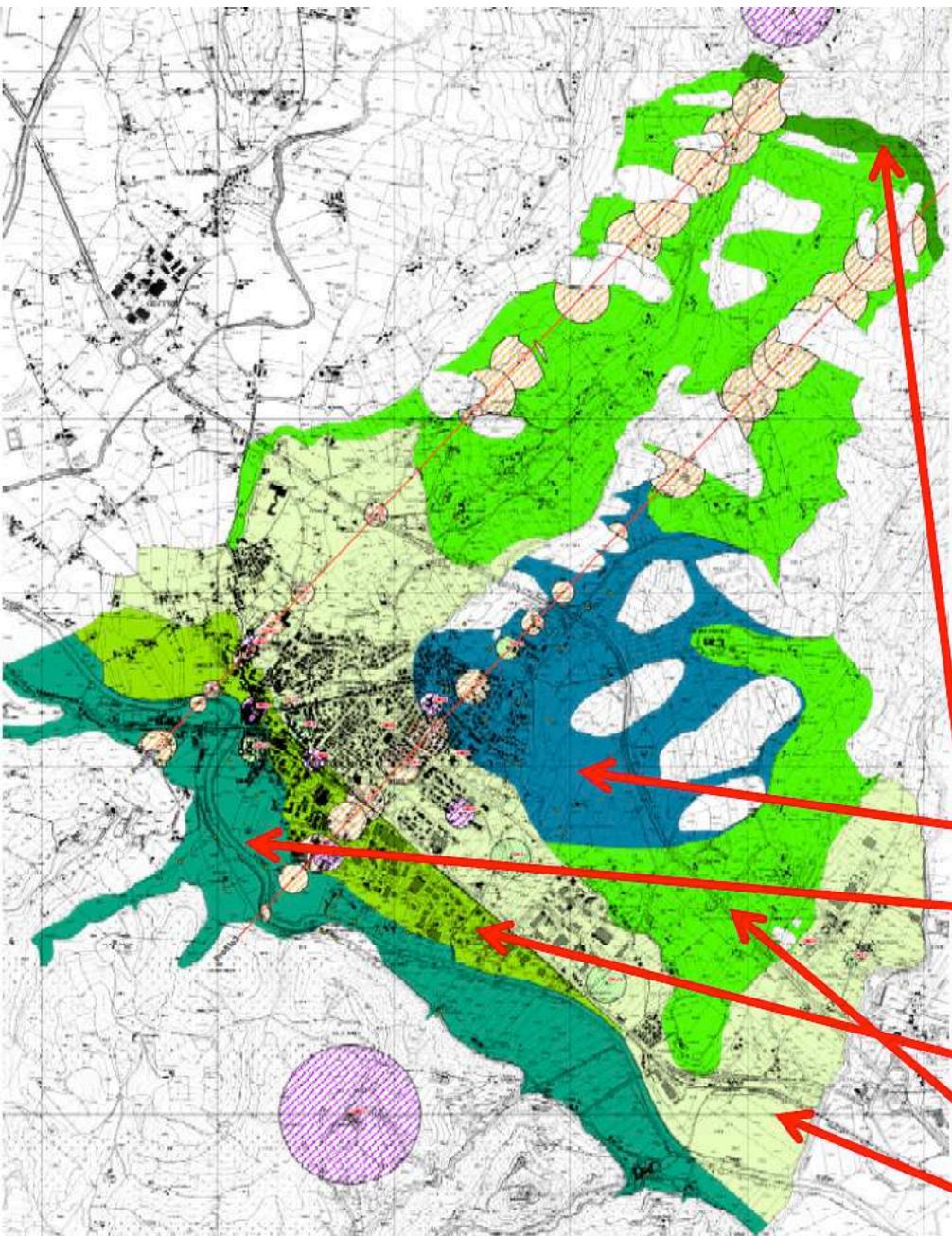
Esempio:

$$Vs_{30} = 420 \text{ m/s}$$

$$f_0 = 4 \text{ Hz}$$

$$R = 105 \text{ m}$$

# Carta di microzonazione sismica (MS) - *Utilizzo*



- Ubicazione Stazione Sismica con numerazione
- Ubicazione Punto di Modellazione su profilo con numerazione
- Ubicazione indagine Down - Hole con numerazione
- Ubicazione Misura di Rumore Sismico
- Profilo con punti di modellazione

Estendibilità dei risultati delle risposte sismiche locali per periodi 0.125 s - 1 s (1 Hz - 8 Hz) con ordine di priorità decrescente

- Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da misure sismometriche
- Area di utilizzo dello spettro specifico di sito derivante da modellazione numerica
- Area di utilizzo, all'intorno di down-hole, riferibile a spettro specifico di sito derivante da misure sismometriche

## MICROZONE SISMICHE

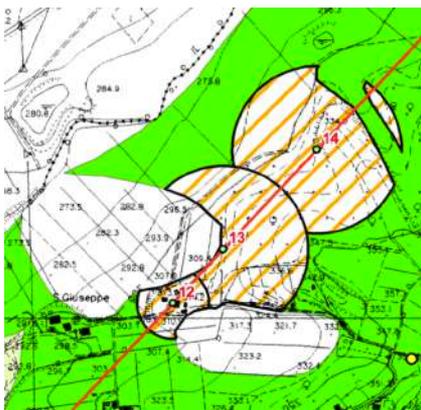
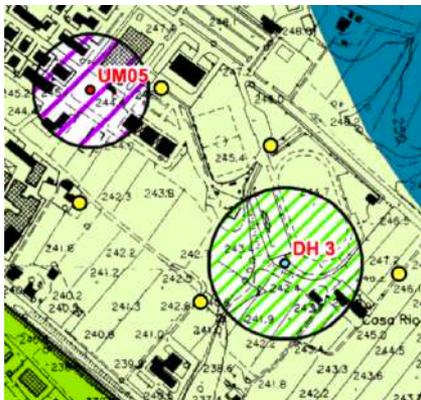
- Area 1
- Area 2
- Area 3
- Area 4
- Area 5
- Area 6

AREA DI ESTENSIONE per l'utilizzo dello spettro di risposta specifico:

$$R = Vs_{30} / f_0$$

# Carta di microzonazione sismica (MS)

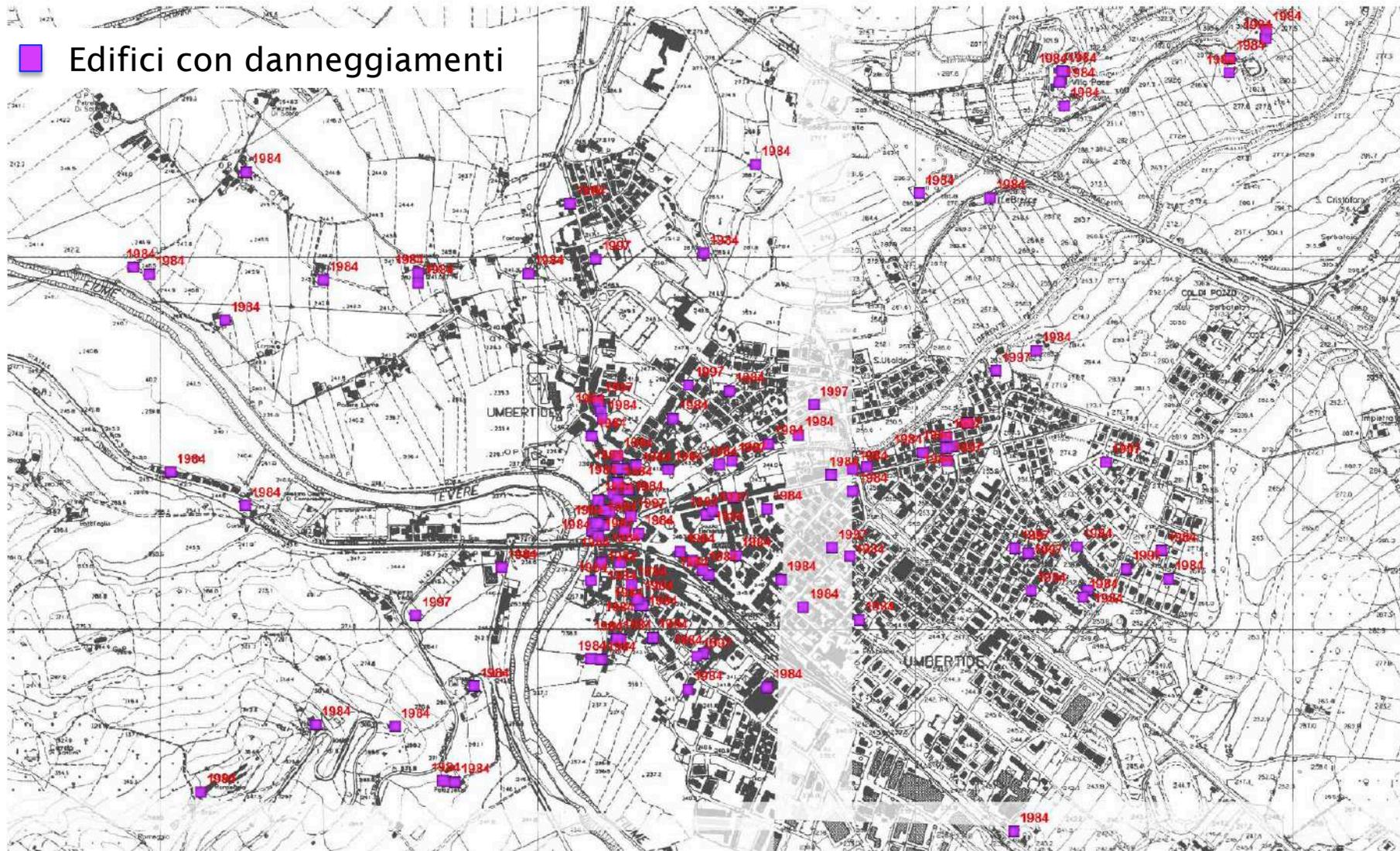
## *Utilizzo*



1. Per gli edifici in cui è **ubicata una stazione sismica** o in cui ricade un **punto di misura o modellazione** → usare lo Spettro di Risposta Elastico in Accelerazione (SREA) stimato/calcolato
2. Per l'**area di estensione** di ogni punto di indagine → usare lo SREA fornito, ma tenere conto di eventuali depositi antropici non segnalati
3. Per le **aree a comportamento sismico omogeneo** → è indicato uno SREA di riferimento, ma va verificata la corrispondenza delle condizioni locali con quelle della microzona
4. In presenza di **depositi di frana o copertura antropici** non viene fornito uno SREA di riferimento

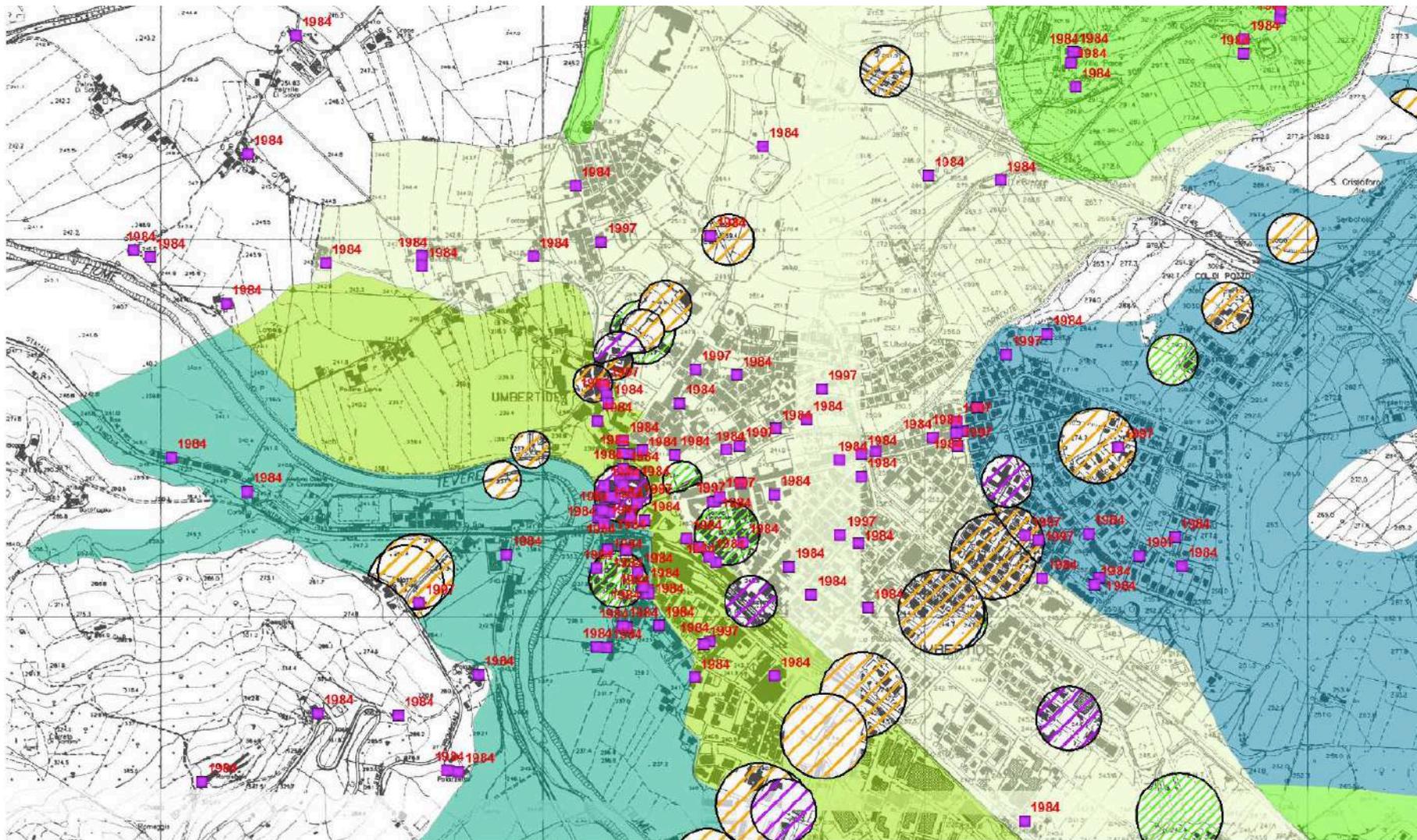
# Correlazione con il danneggiamento

Con lo studio di MS sono stati georiferiti anche tutti gli edifici che sono risultati danneggiati dagli eventi sismici del 1984 e del 1997-98.



# Correlazione con il danneggiamento

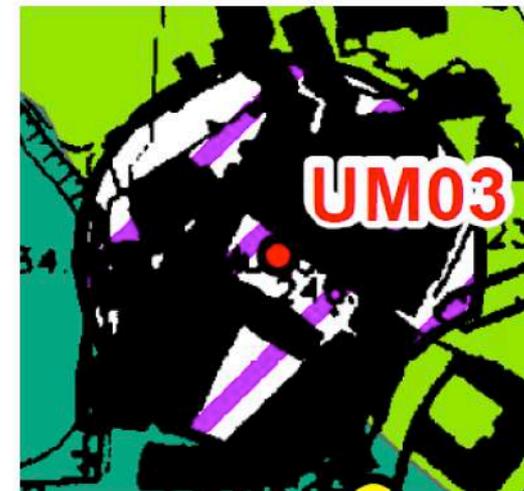
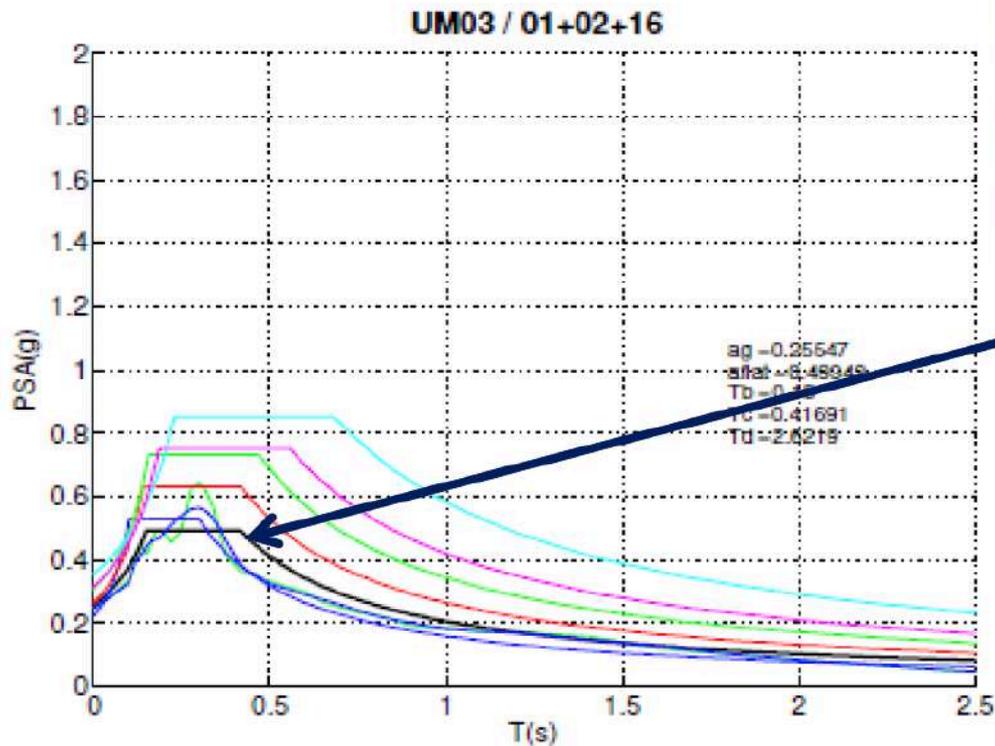
Non vi è correlazione tra il danneggiamento e i risultati della MS. I danni hanno un solo elemento in comune: si sono verificati su edifici **costruiti prima del 1981** (anno di entrata in vigore della normativa antisismica).



# Microzonazione sismica (MS) di Umbertide

## Conclusioni

Ogni edificio pubblico in cui è stata installata strumentazione e molti altri siti dispongono di uno spettro di risposta specifico.

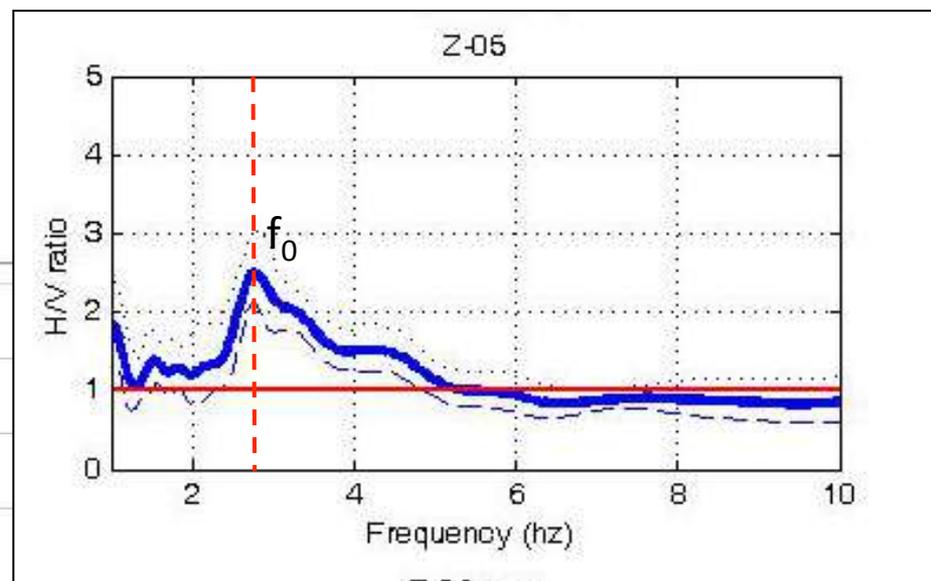
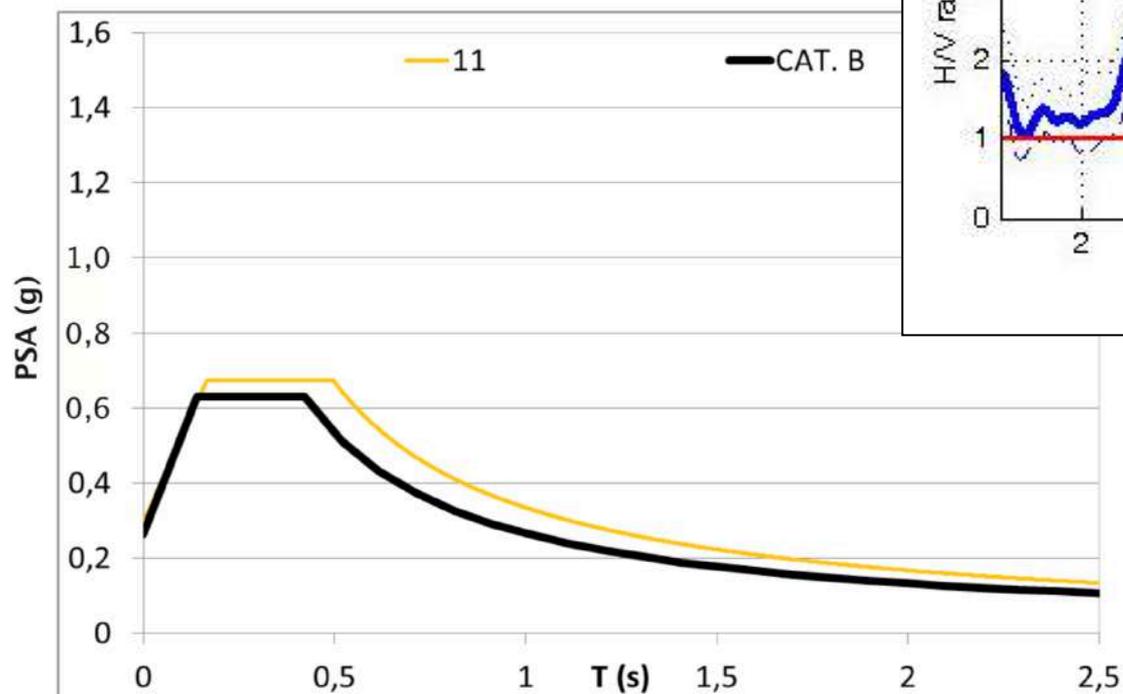


# Microzonazione sismica (MS) di Umbertide

## Conclusioni

A un generico sito possono essere associati, nella maggior parte dei casi:

- spettro di risposta,
- $f_0$  stimata da H/V
- fattori di amplificazione.



# Microzonazione sismica (MS) di Umbertide

## *Conclusioni*

Sicuramente la semplice osservazione della realtà avrebbe permesso di dire quali edifici di Umbertide hanno passato indenni gli eventi sismici storici succedutisi, ma non potevano esserne conosciuti i motivi.

Ora, grazie ai risultati della MS, ne conosciamo motivi, e gli Enti e i progettisti hanno una serie di dati e indicazioni per eseguire:

- Pianificazioni di aree di emergenza;
- Pianificazioni urbanistiche;
- Politiche di riduzione del rischio sismico su edifici già esistenti e di nuova costruzione (es.: evitando di costruire edifici con più di 10 piani nelle aree occidentali della Valle del Tevere e in alcune aree a Nord-Est del capoluogo).

