



DIREZIONE AMBIENTE ED ENERGIA

SETTORE SISMICA REGIONALE
UFFICIO PREVENZIONE SISMICA

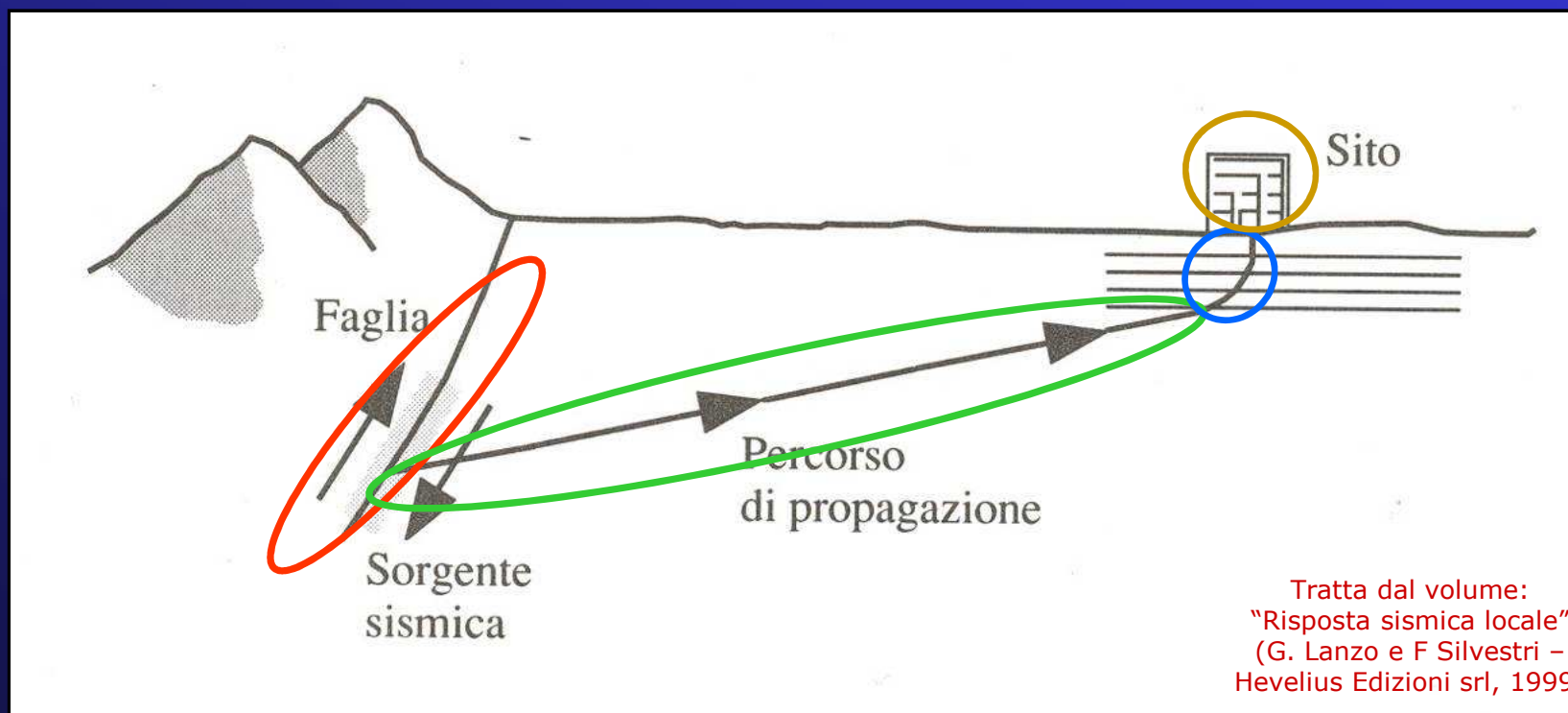
LA MICROZONAZIONE SISMICA DI PRIMO LIVELLO : ESEMPI APPLICATIVI E MODALITA' DI REALIZZAZIONE

M. Baglione, V. D'Intinosante, P. Fabbroni

Settore Sismica Regionale – Ufficio Prevenzione Sismica

**Seminario Interno
Firenze – 15 dicembre 2016**

Le caratteristiche del moto del terreno registrato in superficie sono il risultato di un insieme di fenomeni (complessi) che possono essere raggruppati in quattro categorie:



• Sorgente

• Propagazione

• Effetti Locali

• Risposta strumentale

Sismotettonica dell'Appennino settentrionale

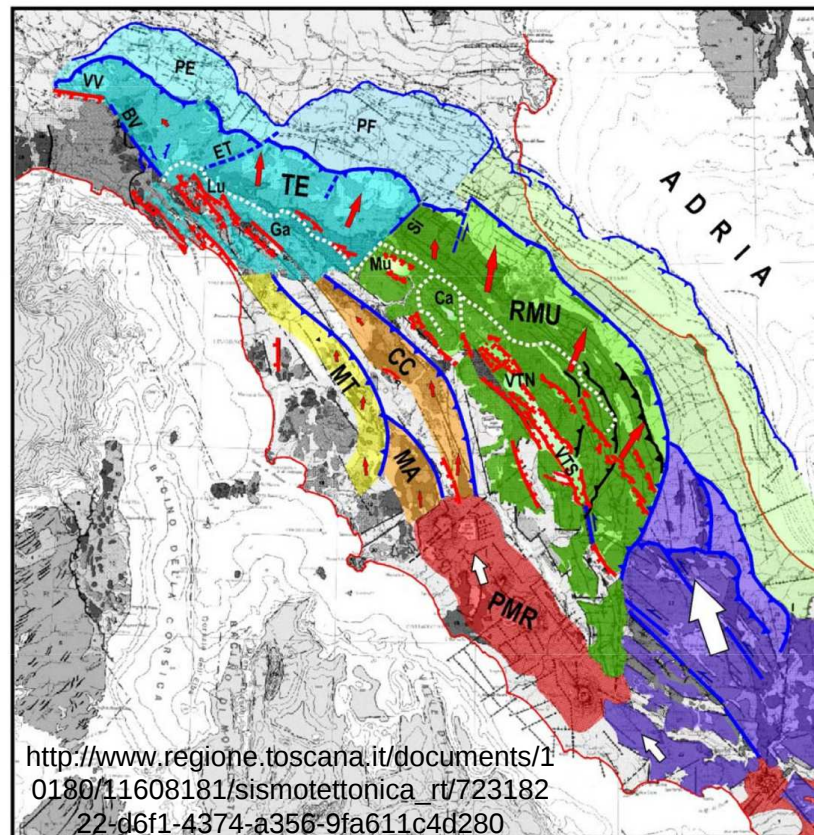
Implicazioni per la pericolosità sismica della Toscana

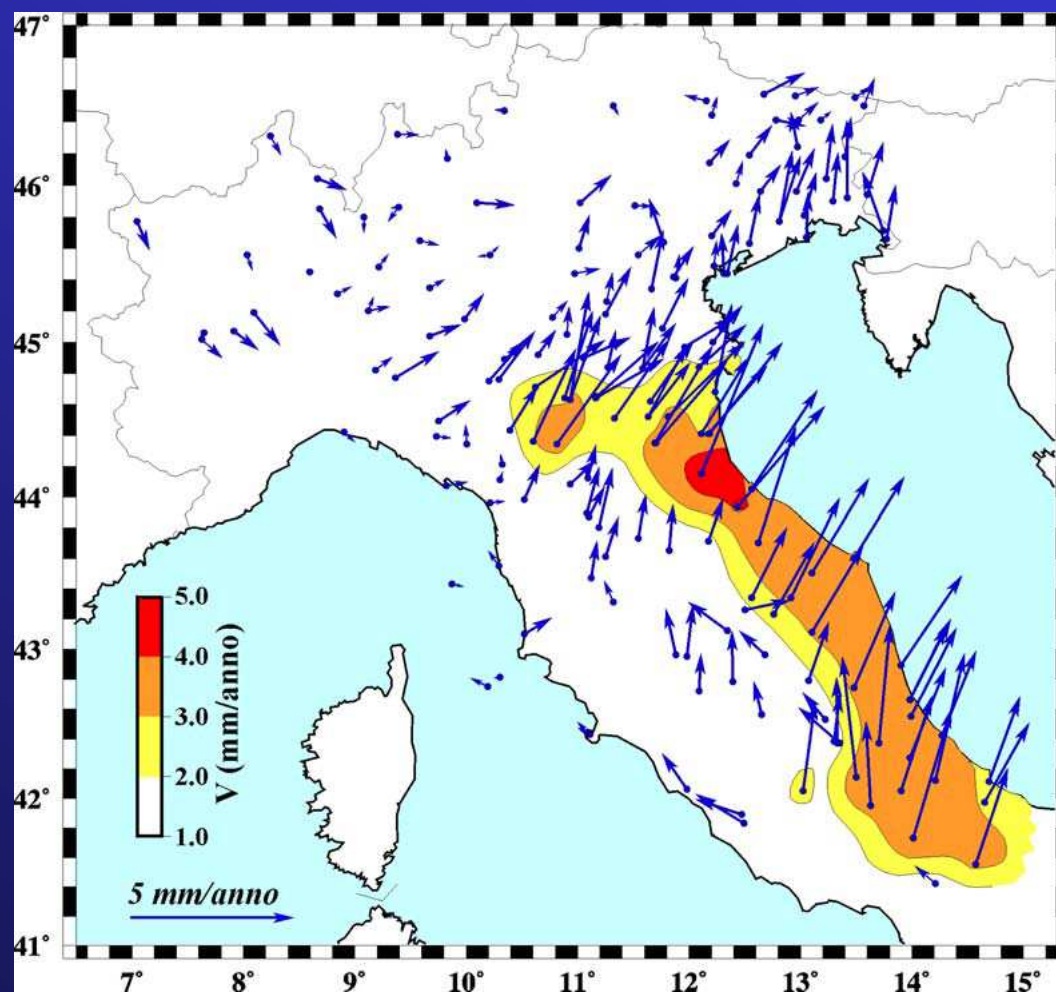
DST UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SIENA
DIPARTIMENTO DI SCIENZE DELLA TERRA



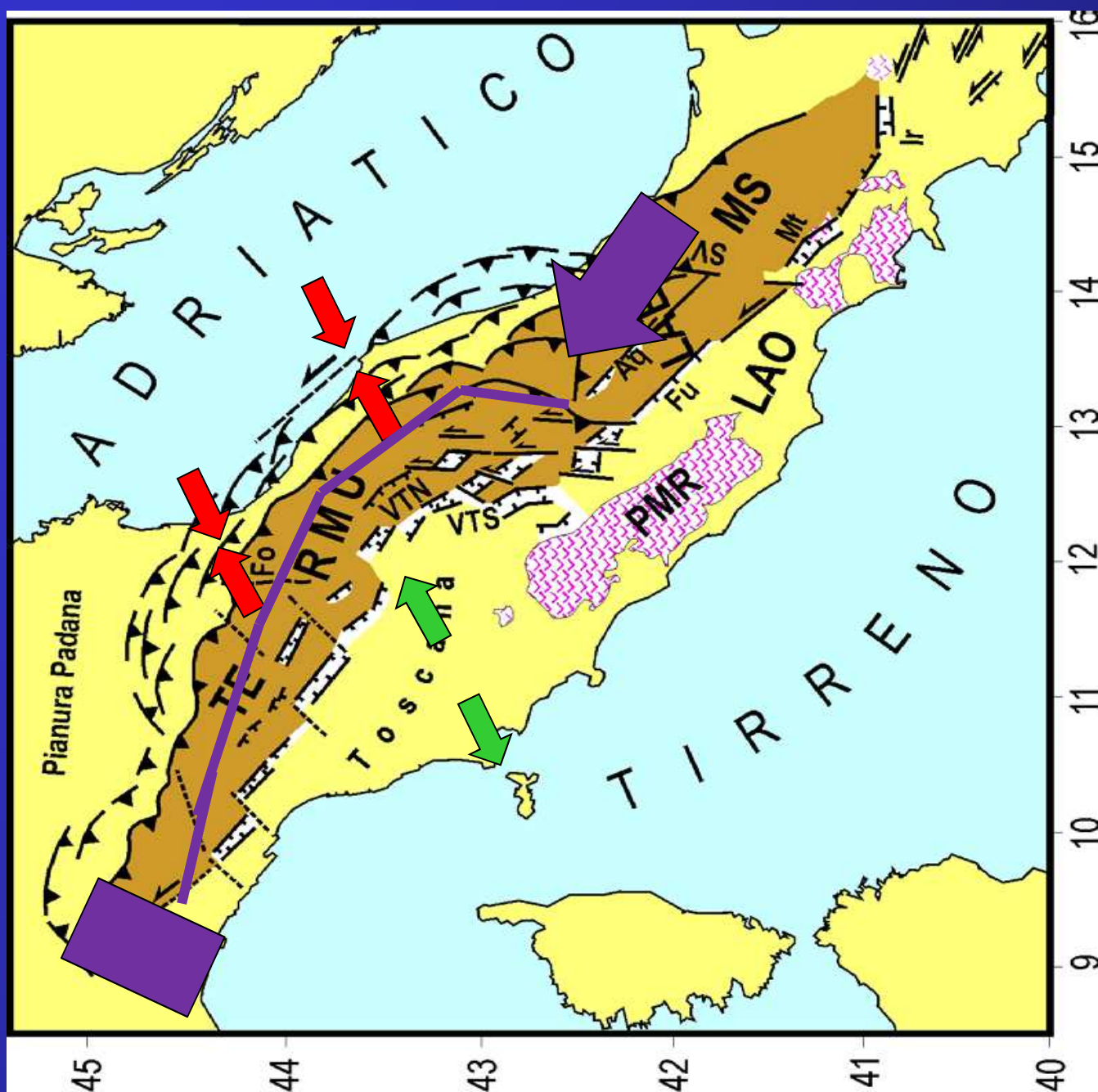
Mantovani Enzo
Viti Marcello
Babbucci Daniele
Cenni Nicola
Tamburelli Caterina
Vannucchi Andrea
Falciani Franca

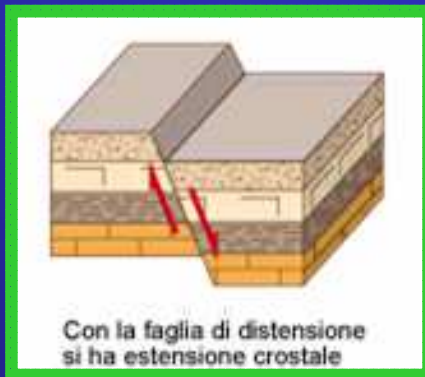
Fianchisti Giancarlo
Baglione Massimo
D'Intinosante Vittorio
Fabbroni Pierangelo



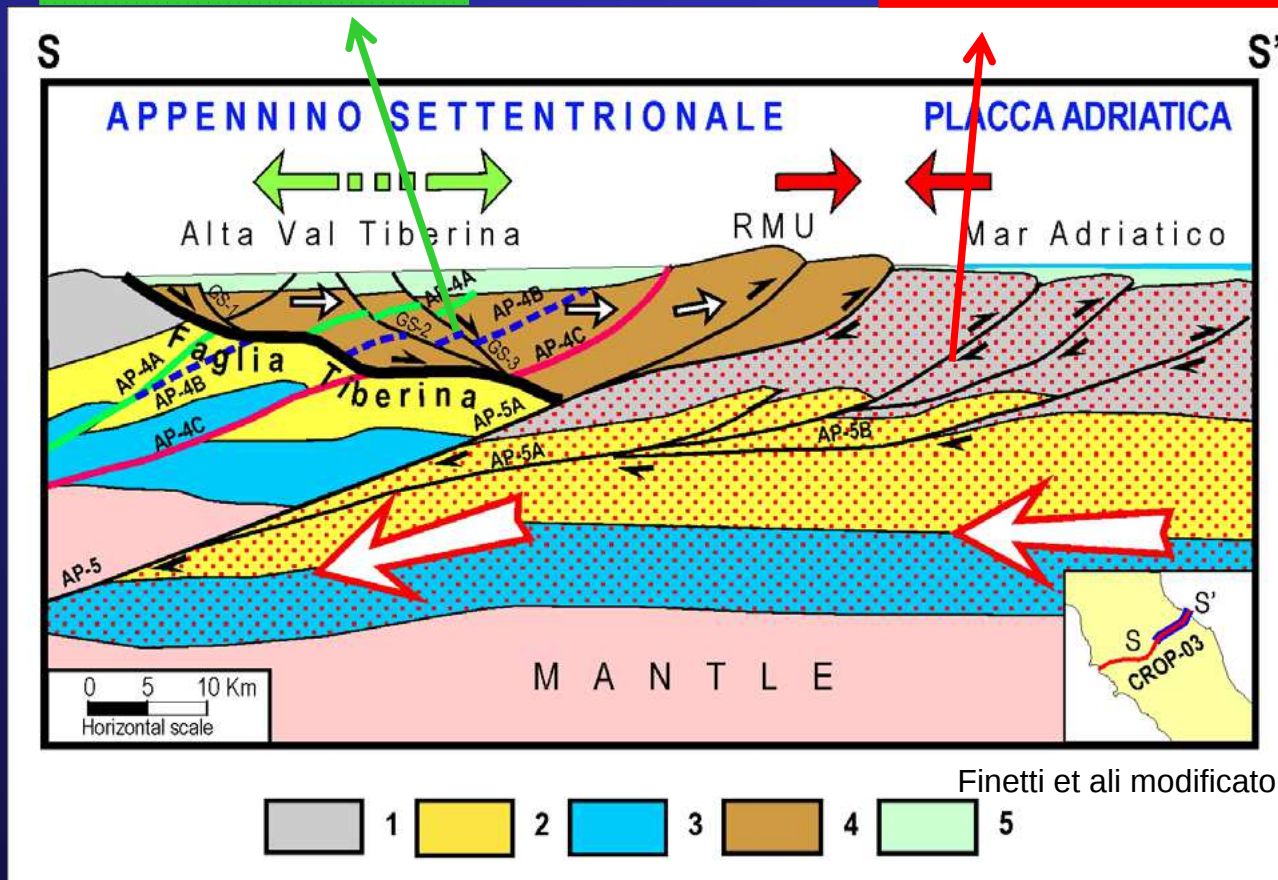


Velocità orizzontali di 177 stazioni permanenti GPS con periodo di osservazione superiore ad 1 anno. Le velocità sono relative all'Eurasia, il cui movimento è definito dal polo euleriano proposto da Devoti et alii – (Viti et alii)





Fonte immagini faglie
Dott. Paolo Balocchi

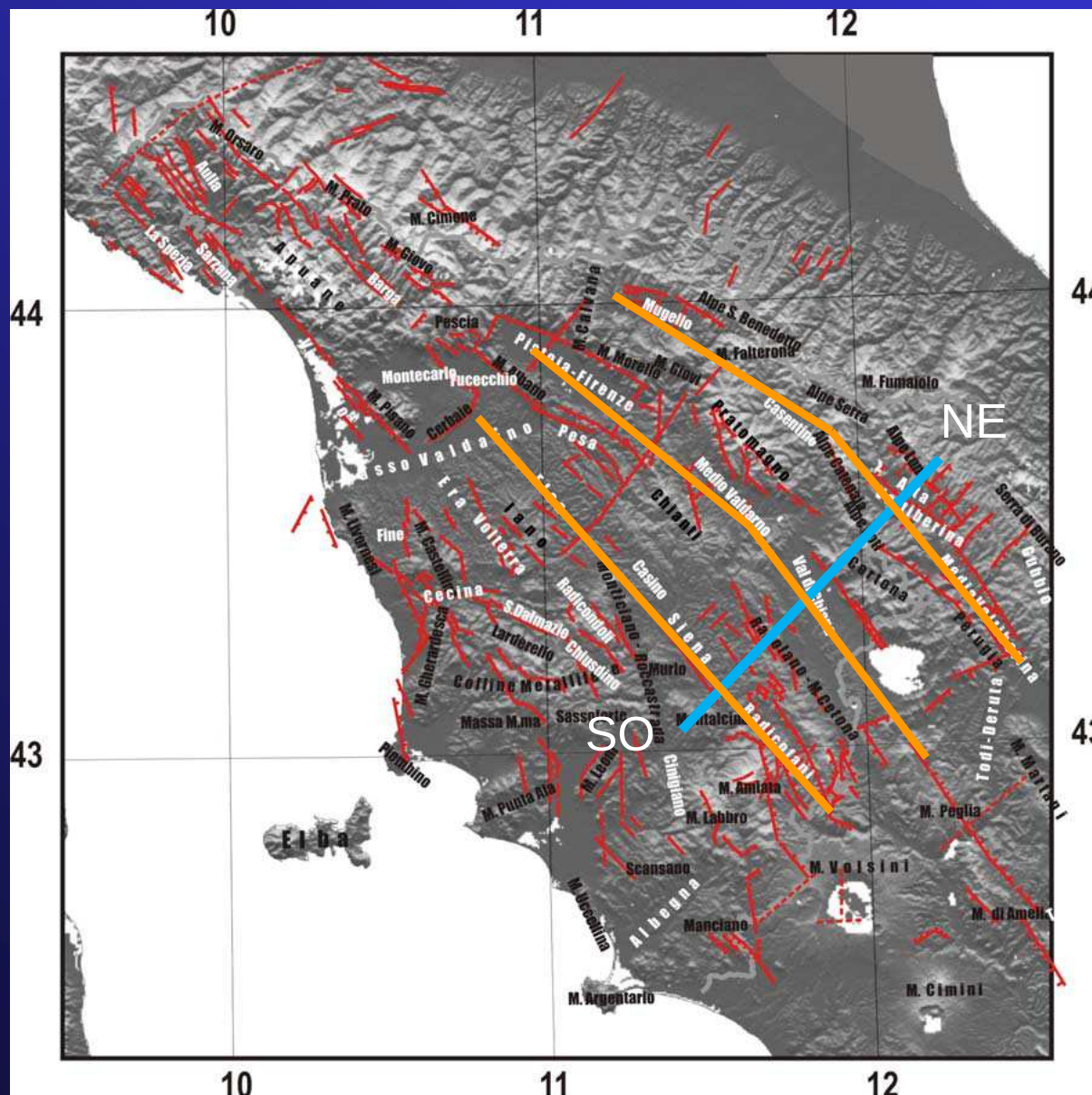




**Piano di Faglia dopo
il devastante sisma
del 30 ottobre 2016**

**Rigetto del piano di
Faglia**

Foto di Paolo Galli fonte Meteoweb



Si noti come i bacini
siano allineati in
direzione
appenninica, proprio
in virtù del regime
tettonico distensivo
che caratterizza il
versante tirrenico

La pericolosità sismica
aumenta avvicinandosi
alla dorsale
appenninica poiché
si riscontrano bacini
via via più "giovani"
ed è qui che
avvengono gli
spostamenti relativi
maggiori

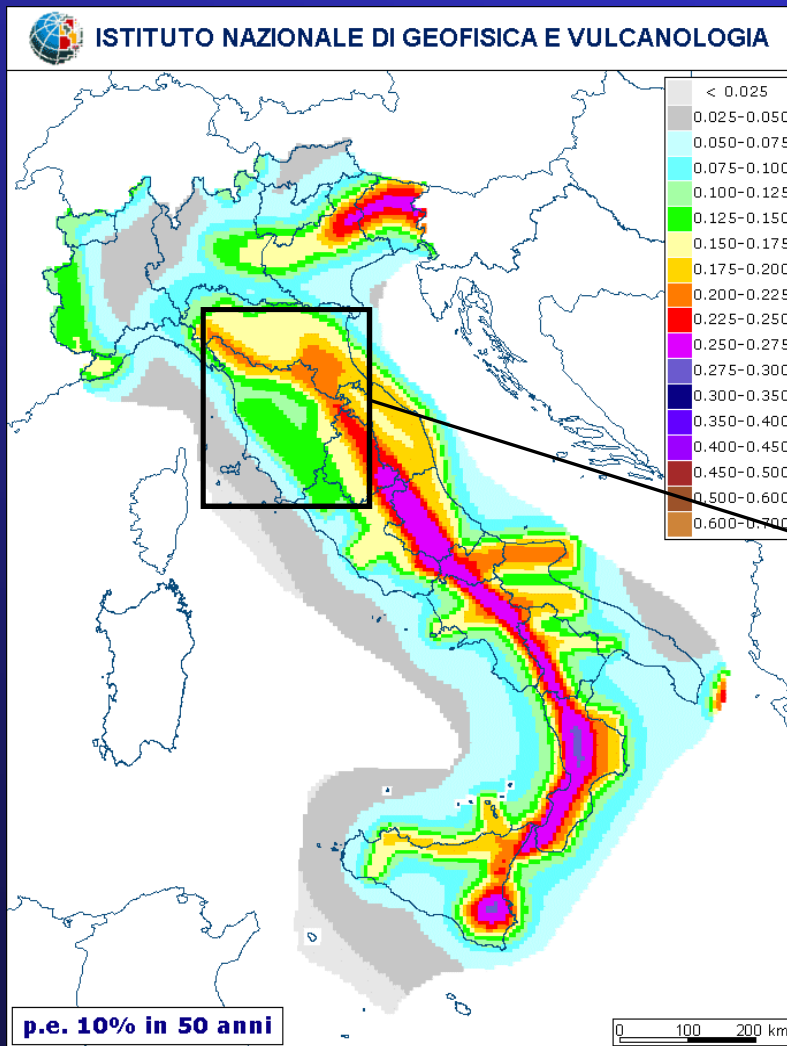
SO

Bacino di Siena

Val di Chiana

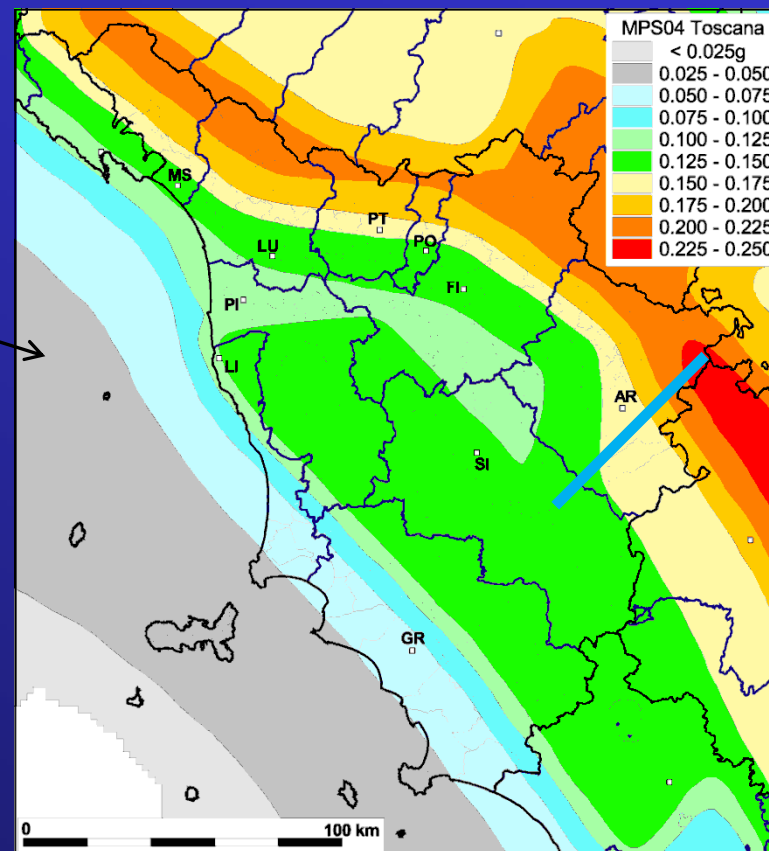
Valtiberina

NE



$T_r = 475$ anni

Accelerazioni al suolo rigido



SO

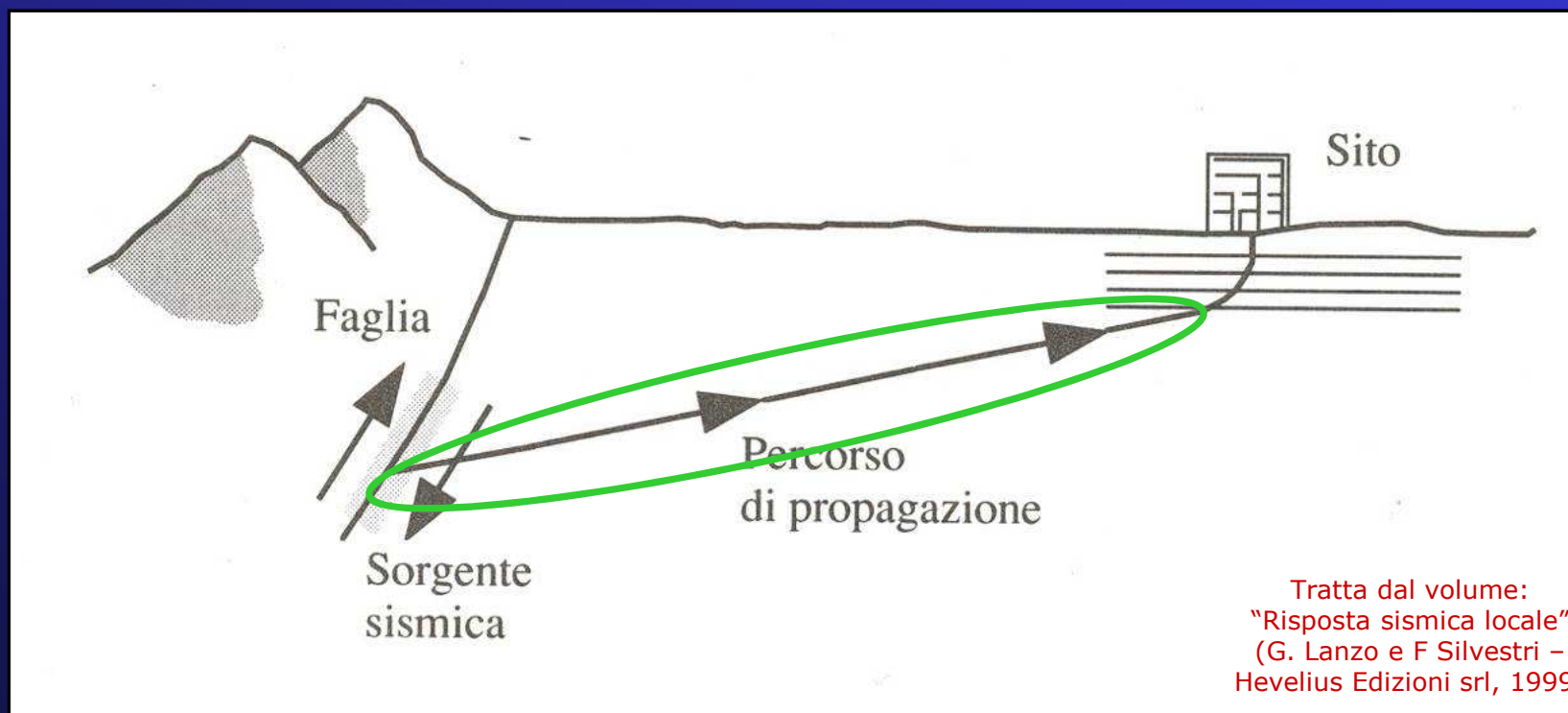
NE

Bacino di Siena

Val di Chiana

Valtiberina

Le caratteristiche del moto del terreno registrato in superficie sono il risultato di un insieme di fenomeni (complessi) che possono essere raggruppati in quattro categorie:

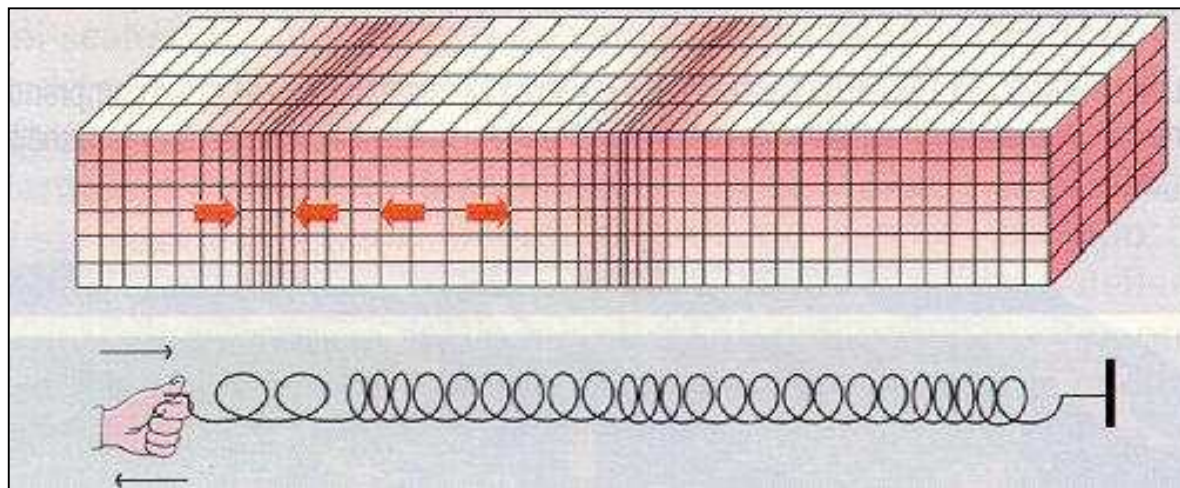


- Sorgente

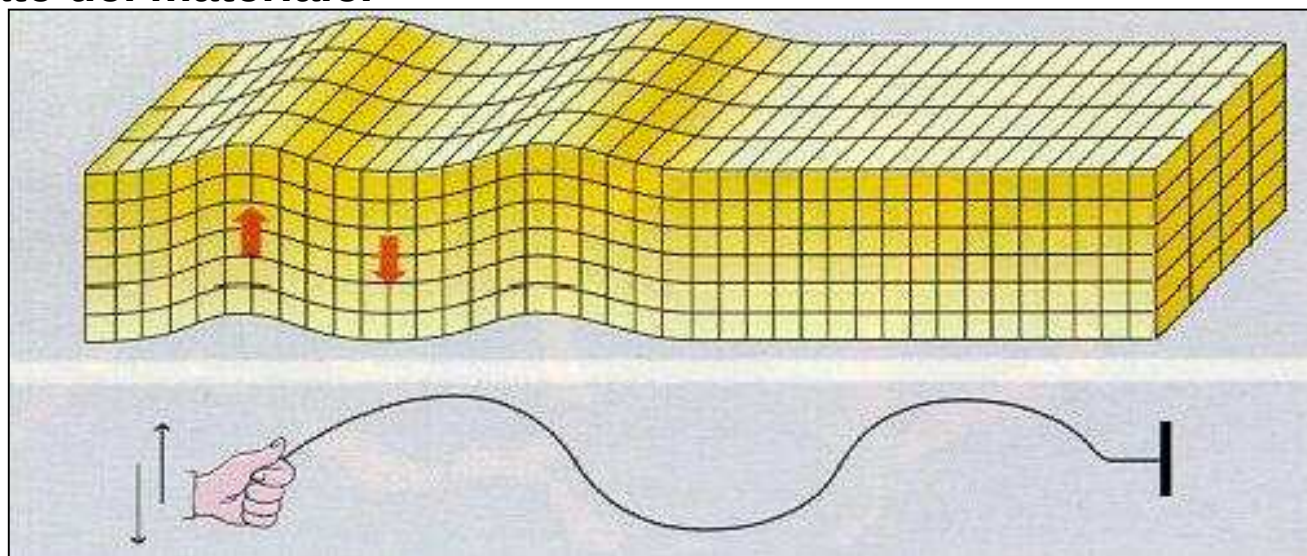
- Propagazione

- Effetti Locali

- Risposta strumentale

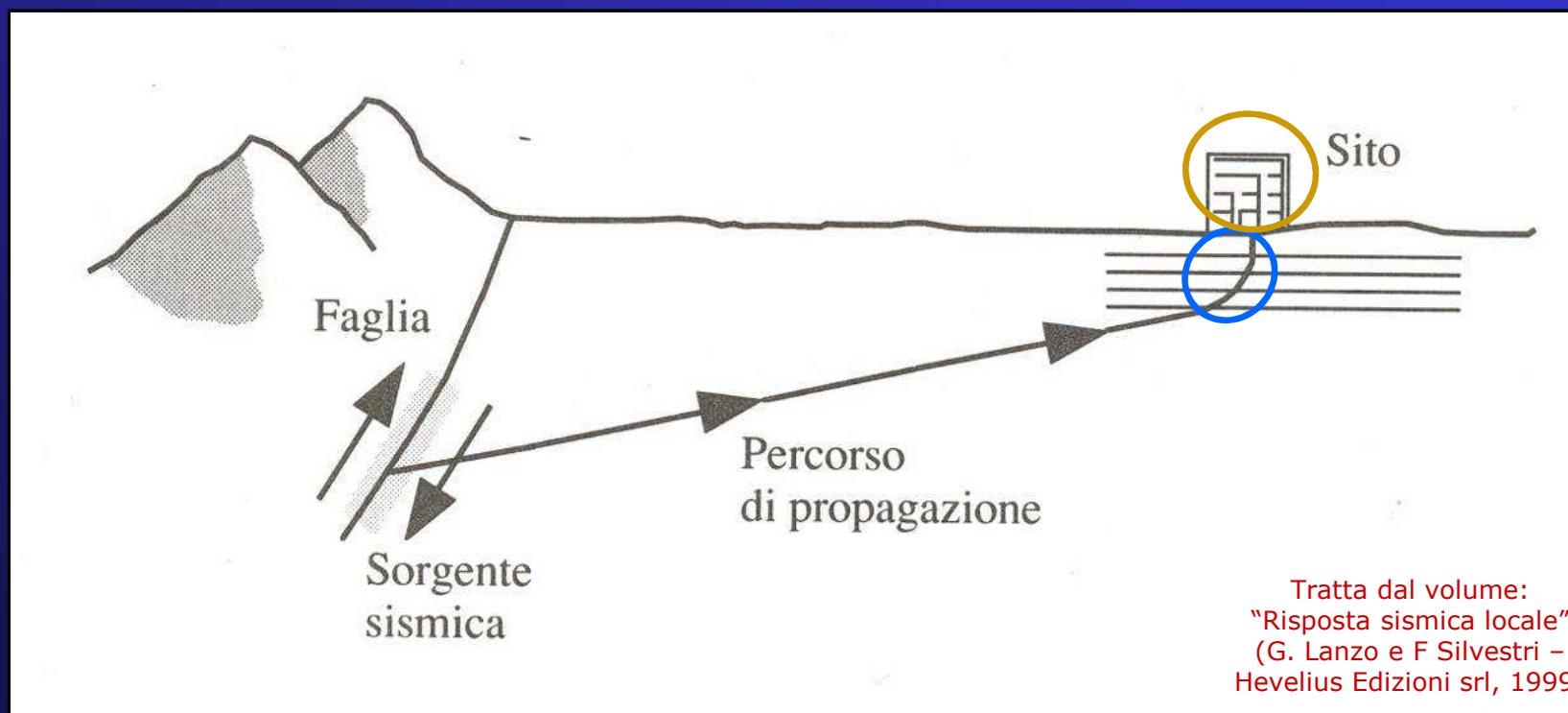


Al passaggio delle onde P le particelle interessate oscillano nella stessa direzione di propagazione dell'onda e ciò provoca la dilatazione e la compressione alternate del materiale.



Nel caso delle onde S, l'oscillazione avviene perpendicolarmente alla direzione di propagazione dell'onda, in pratica le particelle si muovono in su e in giù.

Le caratteristiche del moto del terreno registrato in superficie sono il risultato di un insieme di fenomeni (complessi) che possono essere raggruppati in quattro categorie:



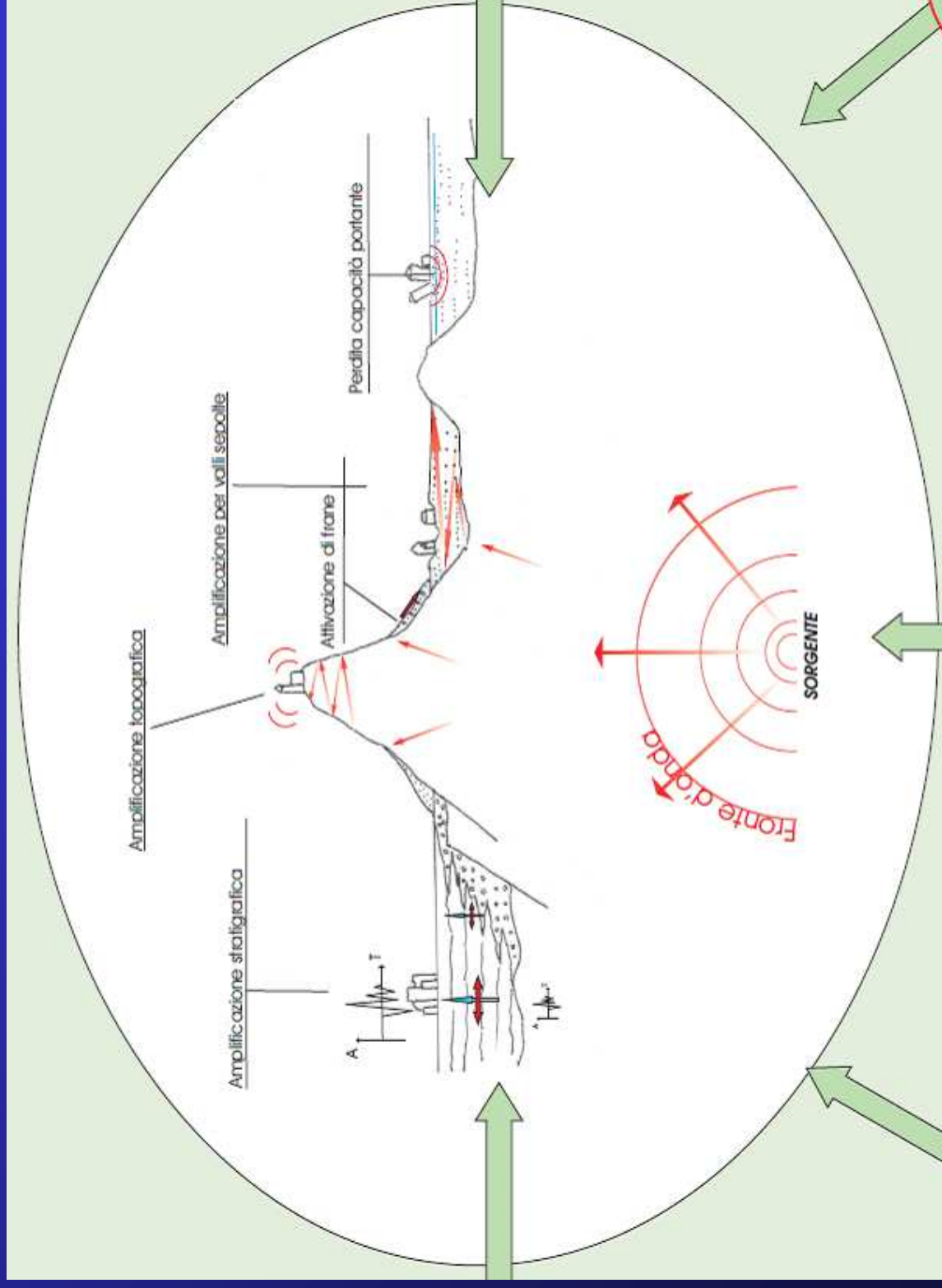
• Sorgente

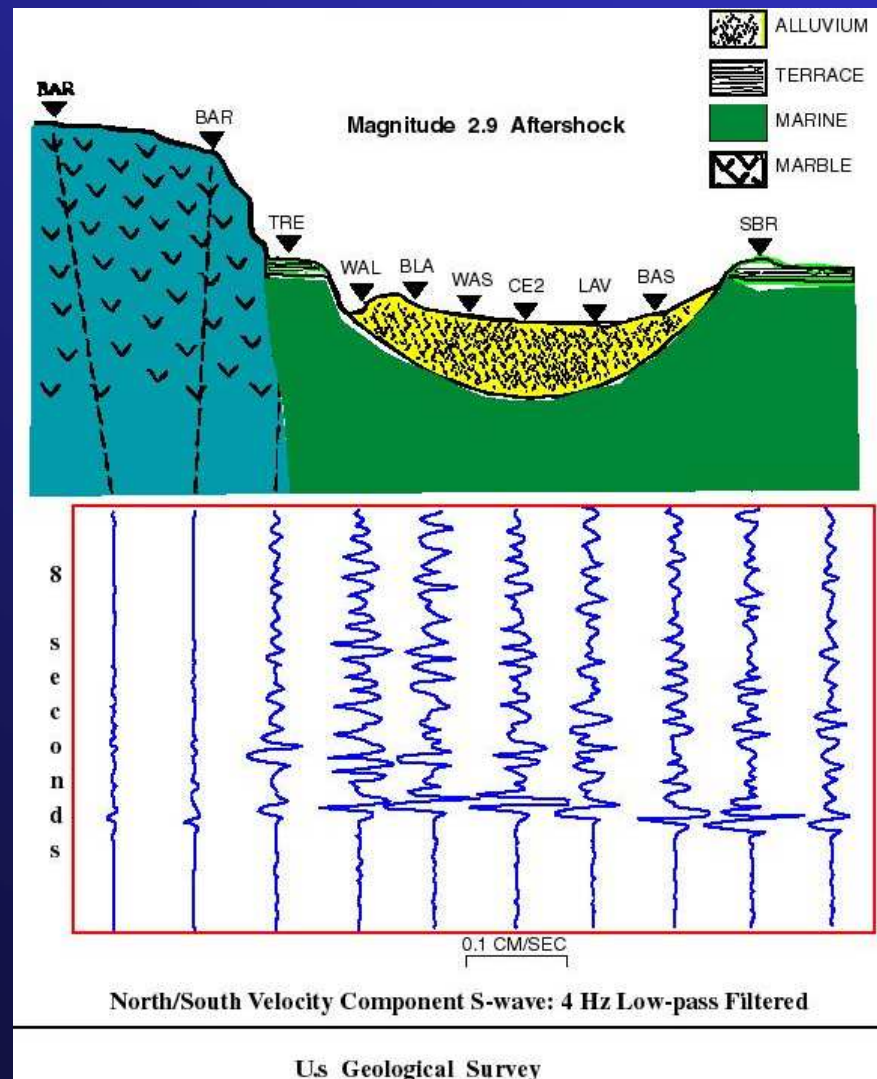
• Propagazione

• Effetti Locali

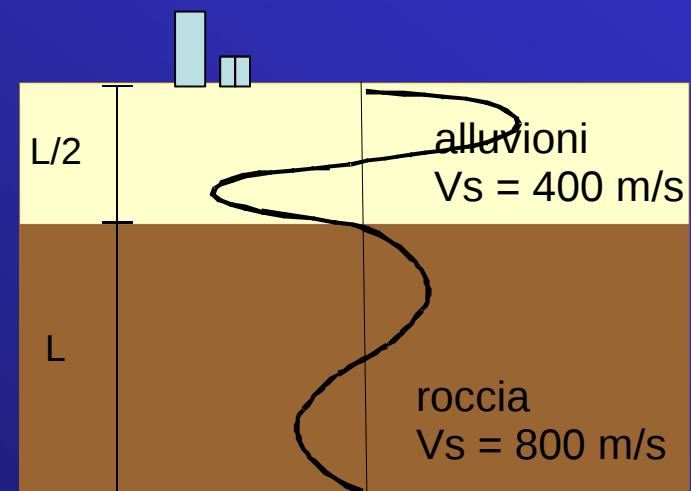
• Risposta strumentale

Negli ultimi metri del loro percorso le onde sismiche generano effetti locali dovuti alle differenti condizioni geologiche e morfologiche incontrate





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."

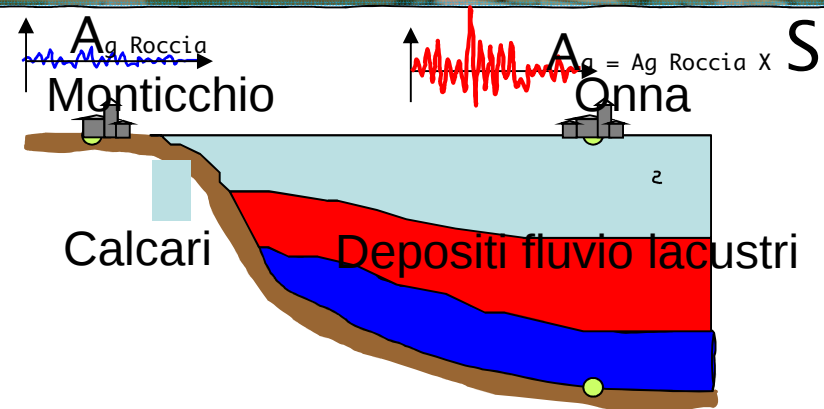
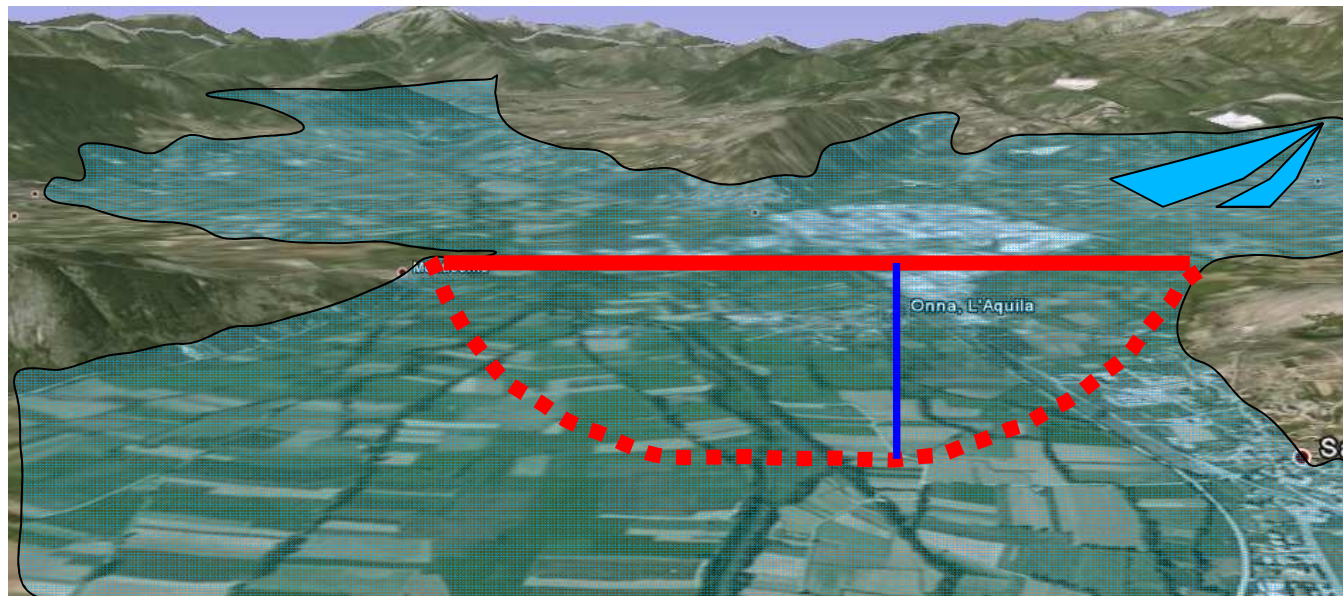
Onna - Monticchio



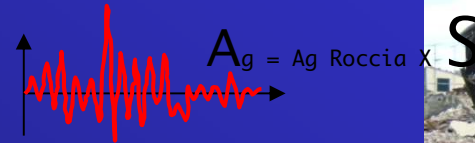
Fonte: Geol. Di Marcantonio

Onna - Monticchio

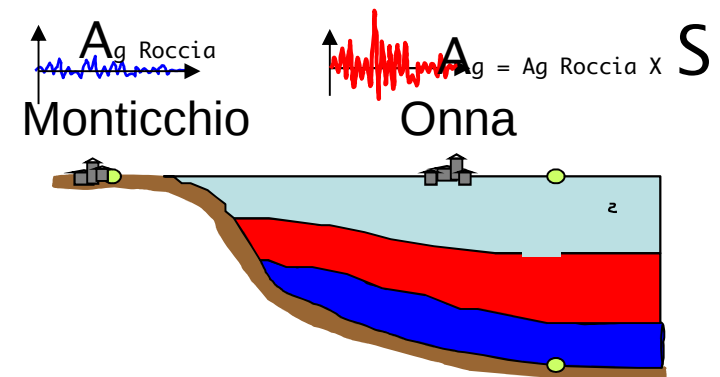
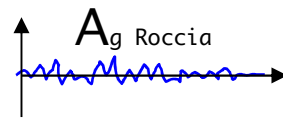
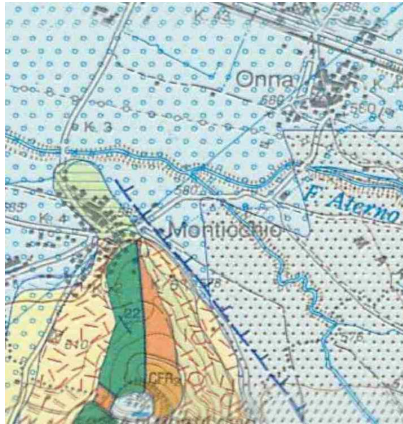
Fonte: Geol. Di Marcantonio



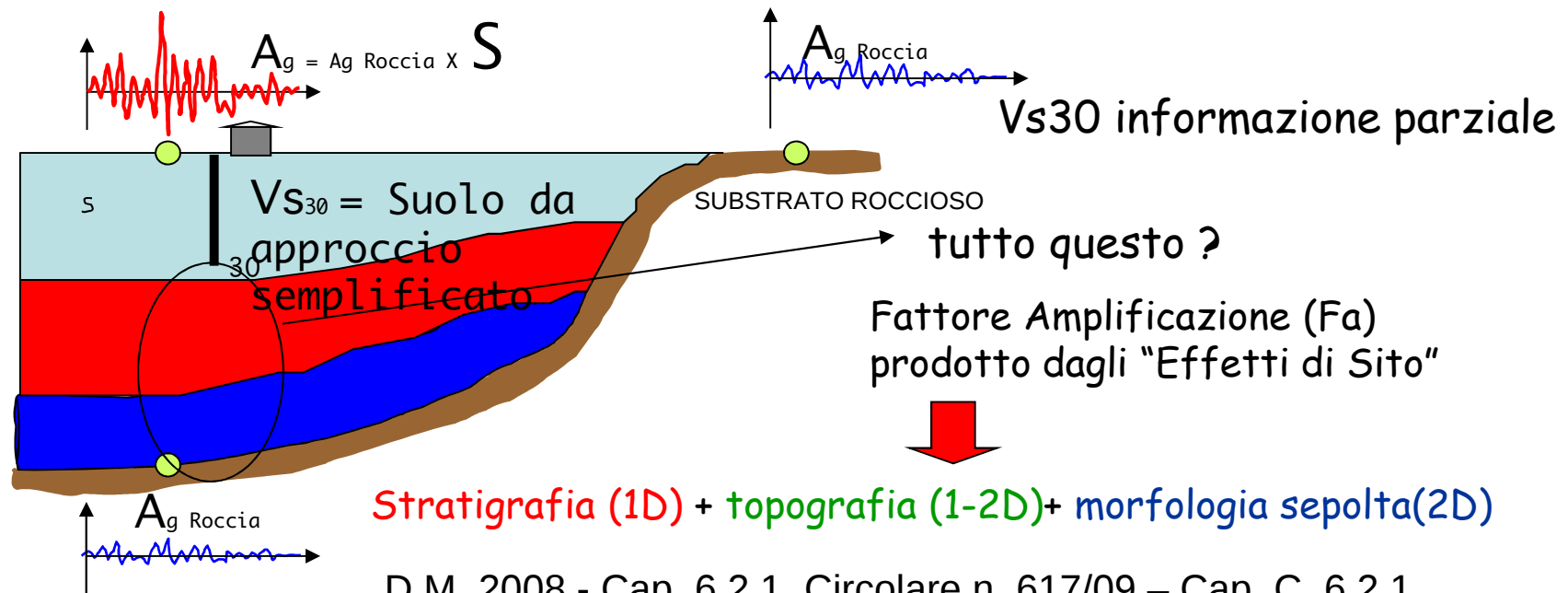
Onna



Monticchio



Microzonazione Sismica strada maestra...



Stratigrafia (1D) + topografia (1-2D) + morfologia sepolta(2D)

D.M. 2008 - Cap. 6.2.1 Circolare n. 617/09 – Cap. C. 6.2.1

La studio geologico deve definire, con preciso riferimento al progetto, i lineamenti geomorfologici della zona nonché gli eventuali processi morfologici ed i dissesti in atto o potenziali e la loro tendenza evolutiva, la successione litostratigrafica locale, con la descrizione della natura e della distribuzione spaziale dei litotipi, del loro stato di alterazione e fratturazione e della loro degradabilità; inoltre, deve illustrare i caratteri geostutturali generali, la geometria e le caratteristiche delle superfici di discontinuità e fornire lo schema della circolazione idrica superficiale e sotterranea.

Modello geologico

AREALMENTE

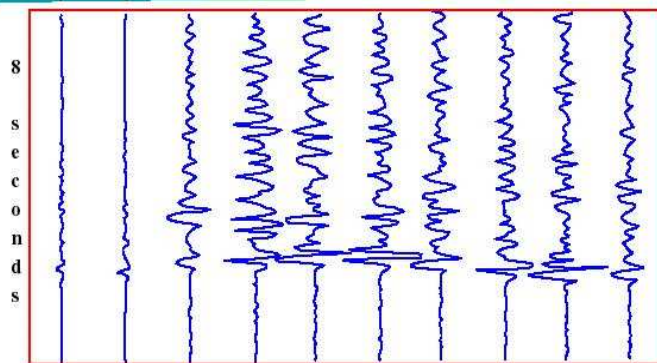
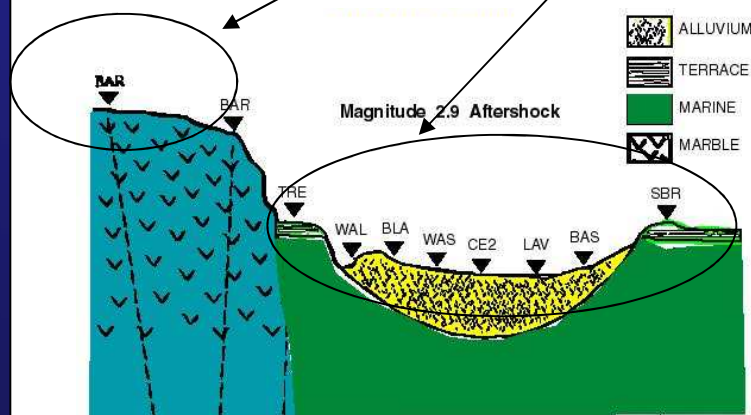
Tre tipologie
di zone



ZONE STABILI

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE

ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'



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

U.S. Geological Survey

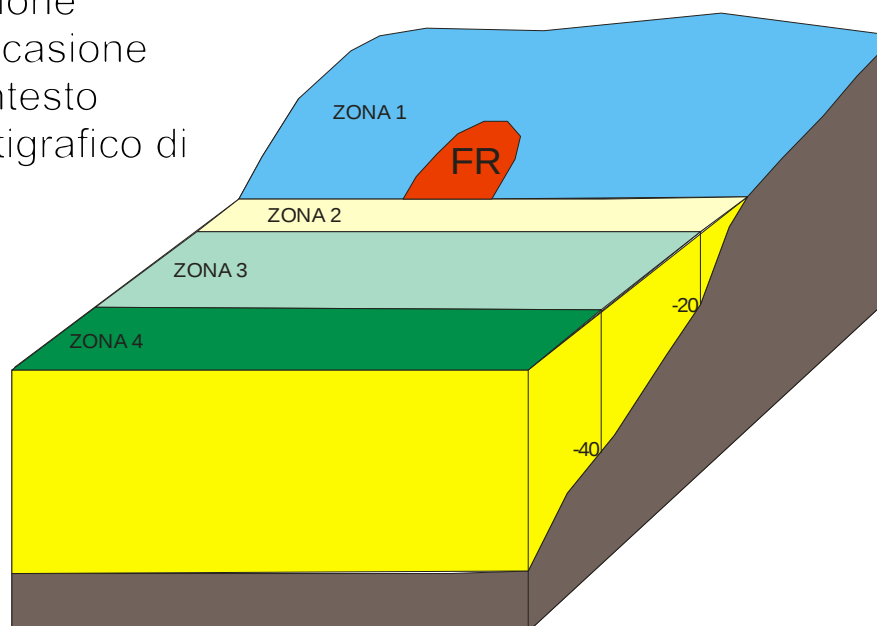
Innesco di fenomeni cosismici:

LIQUEFAZIONE ecc.

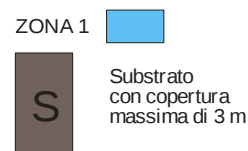


Gli studi di Microzonazione Sismica forniscono l'occasione per comprendere il contesto geologico e sismo-stratigrafico di una determinata area

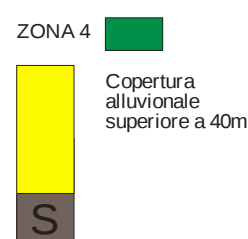
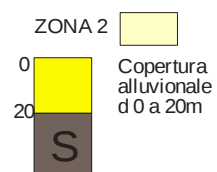
Definendo in prima battuta un modello geologico-tecnico di sintesi che sta alla base delle scelte urbanistiche e delle successive elaborazioni



ZONE STABILI



ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'



Il **quadro conoscitivo** degli S.U. fornirà indicazioni utili ad una miglior comprensione del **modello geologico** guidando le assegnazioni delle **classi di pericolosità sismica** ed eventualmente una più adeguata **programmazione delle indagini** a supporto della progettazione, fornendo spunti di riflessione in merito all'utilizzo dell'approccio semplificato o della modellazione di sito

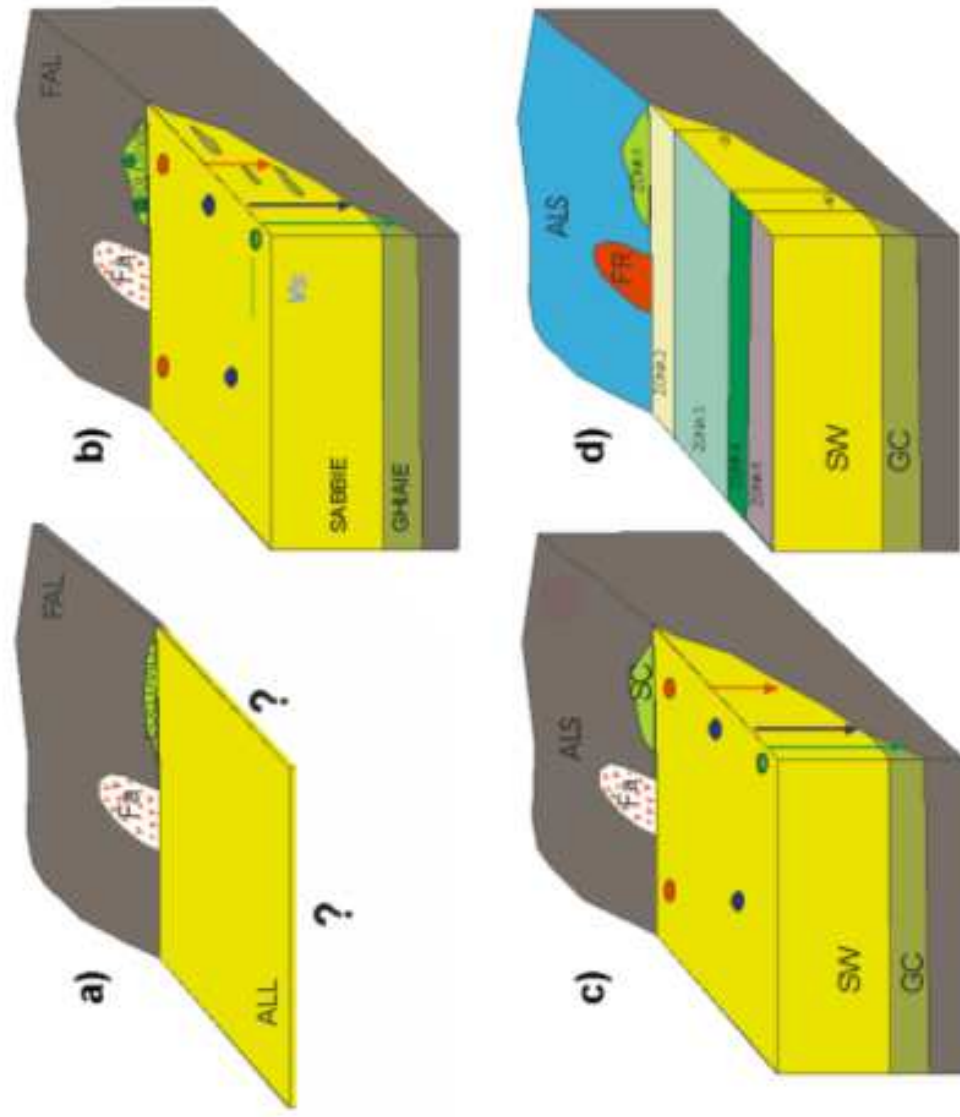
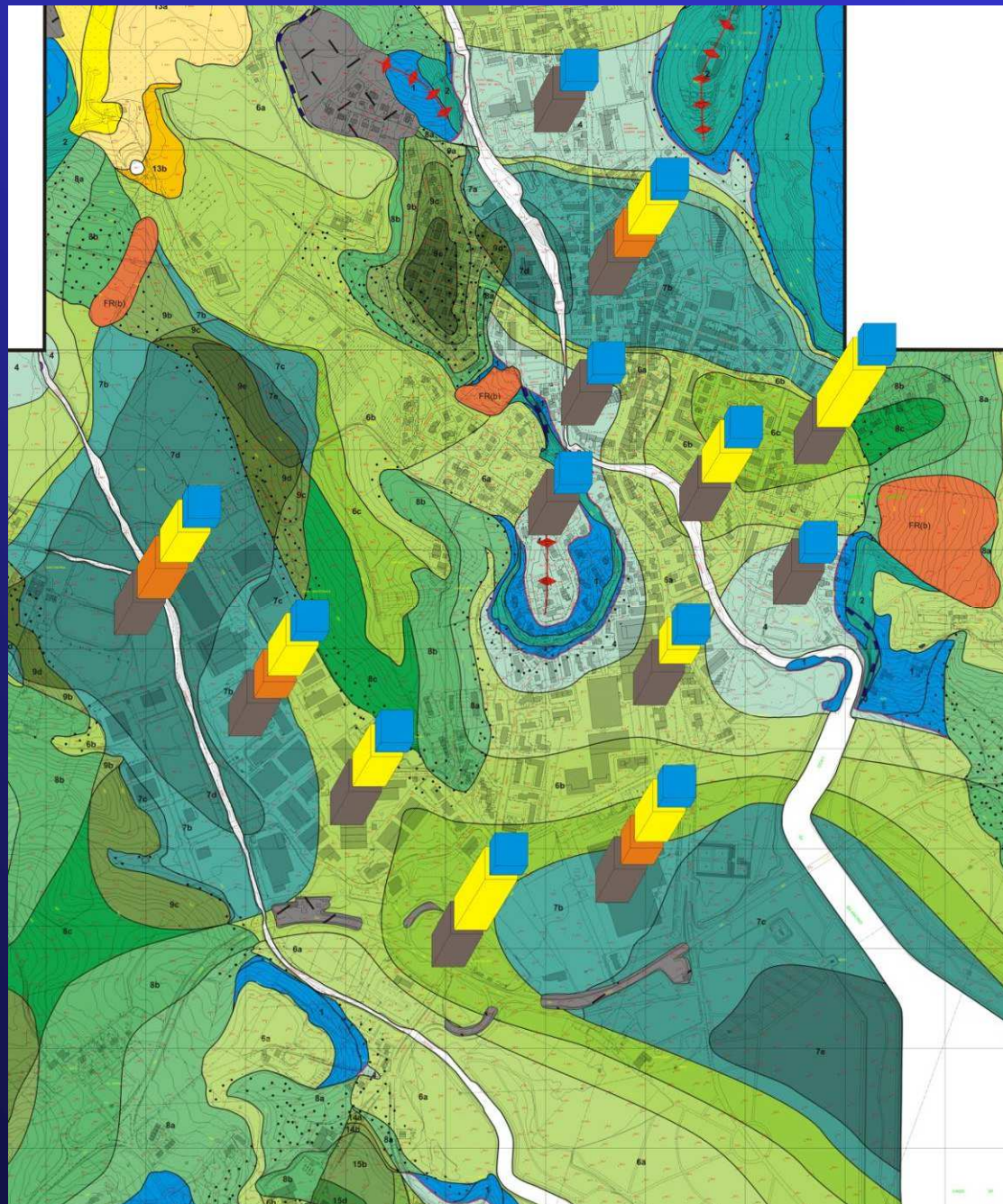


Fig. 5.1 – fasi di elaborazione di uno studio di livello 1 : a) recupero cartografie esistenti; b) creazione modello geologico definitivo alla luce delle indagini esistenti e di nuova realizzazione (si noti la diversa perimetrazione della copertura colluviale a seguito del reperimento di nuove indagini); c) definizione del modello geologico-tecnico (si noti la scelta di accorpere i corpi lenticolari di ghiaie con limitata estensione areale e stratigrafica alle sabbie); d) Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA



200 m

DELIBERA n°144 del 20/02/2015 ALL. A

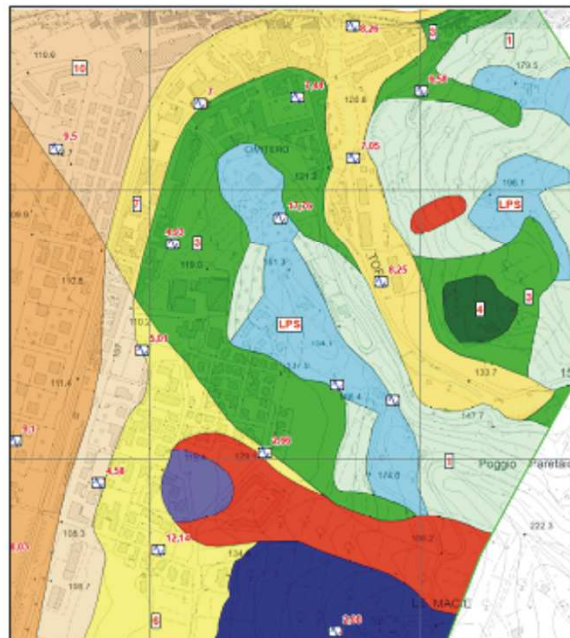
PAR. 5 CRITERI E MODALITA' OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DELLE CARTOGRAFIE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1



DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE
AMBIENTALI, ENERGIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI
Settore Sismica Regionale
Ufficio Prevenzione Sismica Regionale

ALLEGATO A

MICROZONAZIONE SISMICA REGIONALE
Redazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione
di indagini e studi di microzonazione sismica e prescrizioni per le analisi della
Condizione Limite per l'Emergenza
(a approvazione 29/01/2014)



Edizione n. 1 - approvata con Del. G.R.Tn. 261/2010
Edizione n. 2 - approvata con Del. G.R.Tn. 741/2012
Edizione n. 3 - approvata con Del. G.R.Tn. 971/2013
Edizione n. 4 - approvata con Del. G.R.Tn. /2015

ALLEGATO A

Il presente allegato si compone di n.37 pagine inclusa la presente ed è comprensivo di n.4 appendici (appendice 1, 2, 3 e 4).

5.1 Definizione dell'area di studio

5.2 Reperimento cartografie ed indagini esistenti

5.3 Dal modello geologico preliminare al modello geologico definitivo

5.4 Modello geologico tecnico

5.5 Dal modello geologico tecnico alla cartografia MOPS

**Avere ben chiari questi passaggi chiave
ci permetterà di valutare
adeguatamente l'attendibilità di uno
studio di livello 1 prima di passare
all'applicazione del livello 2**

DOVE SI FANNO ?

Regolamento 53R 2.11.2011 - BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA - N. 51

5 Aree a pericolosità sismica locale

(omissis)..... 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 paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni tecniche del Programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti al par 3.4.2 degli ICMS.(omissis)

CRITERI DI SELEZIONE DELLE ZONE OGGETTO DELLO STUDIO DI MS

Par. 1.B.1.2 delle Istruzioni Tecniche del Programma VEL

Gli elementi di carattere antropico che devono essere considerati ai fini della selezione delle zone oggetto della redazione degli studi e indagini di MS, in ordine di priorità sono:

- 1) Numero degli abitanti;
- 2) Edifici pubblici e strategici;
- 3) Centro storico;
- 4) Aree industriali;
- 5) Area urbana in espansione;
- 6) Viabilità.

Sulla base degli elementi antropici elencati devono essere individuate 4 zone ad importanza diversa e crescente per la redazione degli elaborati cartografici:

Zona 1 area dove è concentrata la maggior parte della popolazione comprende le aree dove sono presenti edifici pubblici e strategici, il centro storico, zone strategiche per la viabilità principale;

Zona 2 aree industriali di rilievo, aree urbanizzate recentemente ed espansione, con popolazione rilevante e zone che interessano la viabilità principale;

Zona 3 aree con attività industriali minori, aree urbane in espansione e zone che interessano la viabilità secondaria;

Zona 4 frazioni e località con pochi abitanti

INDICAZIONI E CONSIGLI

In linea di massima per le zone 1 e 2 si dovranno realizzare le cartografie di MS, mentre per le rimanenti zone 3 e 4 la scelta andrà modulata in funzione delle caratteristiche di pericolosità geologica del sito e in relazione alle esigenze di natura urbanistica.

DOVE SI FANNO ?

Regolamento 53R 2.11.2011 - BOLLETTINO UFFICIALE DELLA REGIONE TOSCANA - N. 51

5 Aree a pericolosità sismica locale

(omissis)..... 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 paragrafo 1.B.1.2 delle istruzioni tecniche del Programma VEL e perimetra secondo i criteri definiti al par 3.4.2 degli ICMS.(omissis)

Le carte geologiche, geomorfologiche e litologica-tecniche devono interessare un'area con un'estensione dipendente dalle diverse situazioni morfologiche e geologiche di seguito illustrate.

Per rilievi (Figura 3.4-1) determinare la geologia del rilievo estendendo il rilevamento ai piedi dei versanti delimitanti il rilievo.

Per versanti (Figura 3.4-2) possono essere individuate due situazioni geologiche tipo:

- il versante è su roccia in posto:
 - estendere il rilevamento in un'area che ha per limite verso monte lo spartiacque e verso valle la pianura.
- il versante è su substrato alluvionale:
 -

CONGRUO INTORNO

Per pianure alluvionali (Figura 3.4-3a):

- individuare la stratigrafia e lo spessore dei depositi;
- identificare la profondità del substrato e l'assetto geologico-strutturale;
- definire la geologia dei versanti (distanza minima bordo valle 100 m) in modo tale da poter ipotizzare la loro continuazione nella pianura.

Per scarpate (Figura 3.4-3b) possono essere individuate due situazioni geologiche tipo:

- la scarpata è su roccia in posto:
 - estendere il rilevamento fino a una distanza pari a venti volte l'altezza della scarpata.

Poiché le IT VEL sono confluite all'interno degli IMCS

Criteri Individuazione e perimetrazione

MOPS

Uguali a quelli utilizzati per

ZMPSL

Uguali a quelli utilizzati per le perimetrazioni delle aree **VEL**

DELIBERA n°144 del 20/02/2015 ALL. A

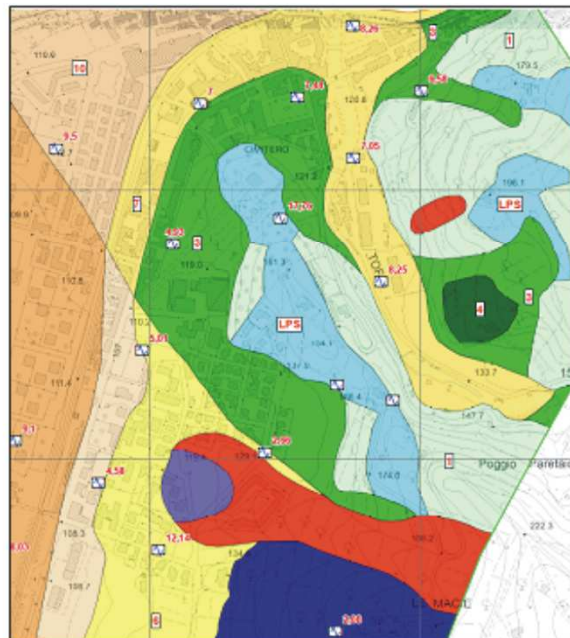
PAR. 5 CRITERI E MODALITA' OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DELLE CARTOGRAFIE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1



DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE
AMBIENTALI, ENERGIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI
Settore Sismica Regionale
Ufficio Prevenzione Sismica Regionale

ALLEGATO A

MICROZONAZIONE SISMICA REGIONALE
Redazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione
di indagini studi di microzonazione sismica e prescrizioni per le analisi della
Condizione Limite per l'Emergenza
(a approvazione 29/01/2014)



Edizione n. 1 - approvata con Del. G.R.Tn. 261/2010
Edizione n. 2 - approvata con Del. G.R.Tn. 741/2012
Edizione n. 3 - approvata con Del. G.R.Tn. 971/2013
Edizione n. 4 - approvata con Del. G.R.Tn. 7/2015

ALLEGATO A

Il presente allegato si compone di n.37 pagine inclusa la presente ed è comprensivo di n.4 appendici (appendice 1, 2, 3 e 4).

5.1 Definizione dell'area di studio

**5.2 Reperimento cartografie ed
indagini esistenti**

**5.3 Dal modello geologico preliminare
al modello geologico definitivo**

5.4 Modello geologico tecnico

**5.5 Dal modello geologico tecnico alla
cartografia MOPS**

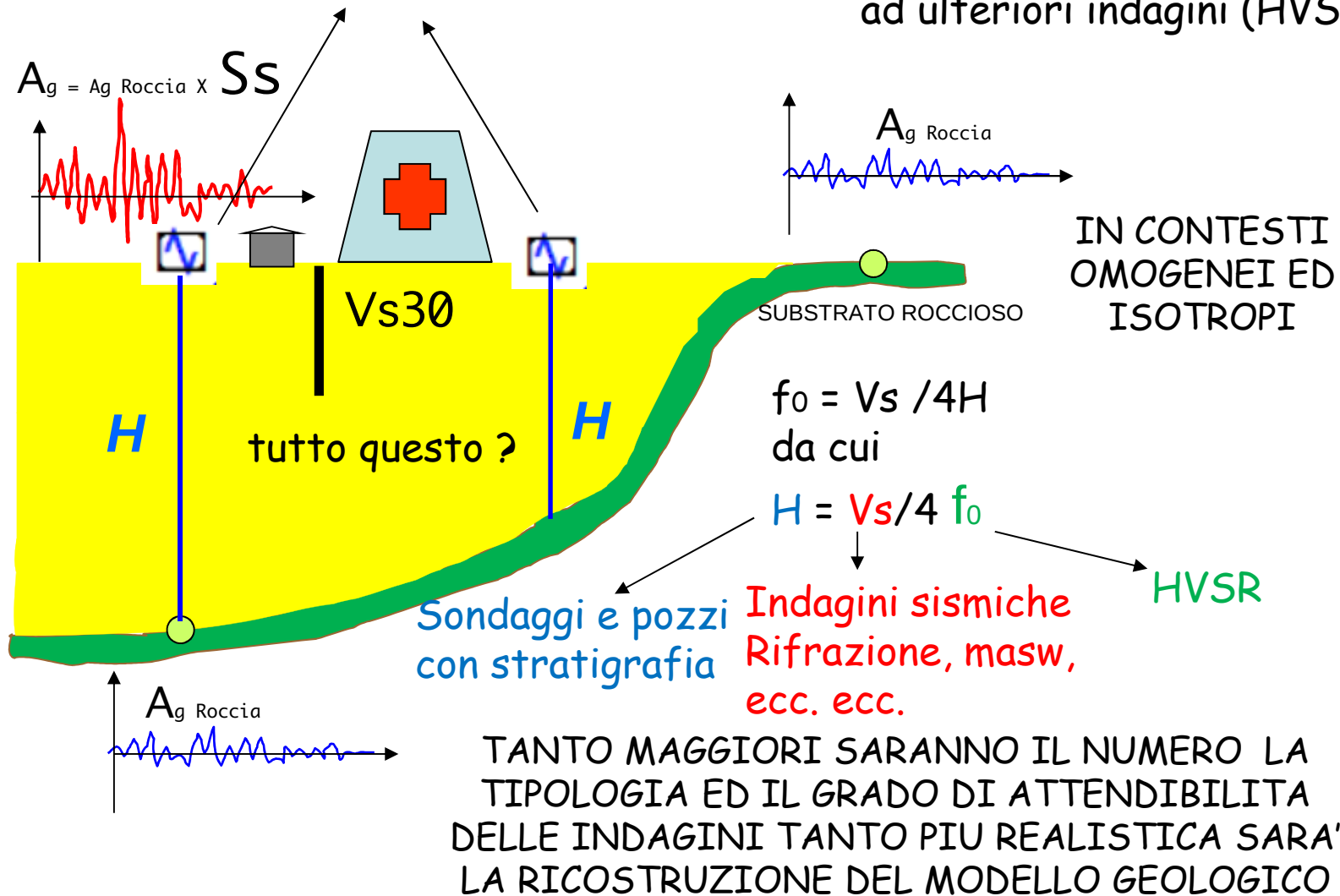
**Avere ben chiari questi passaggi chiave
ci permetterà di valutare
adeguatamente l'attendibilità di uno
studio di livello 1 prima di passare
all'applicazione del livello 2**

Tab.1 - Indirizzo WEB e contenuti delle banche dati nazionali e regionali più significative ai fini della microzonazione

Nome	Indirizzo WEB	Contenuto
Indagini sottosuolo (L.464/84)	http://szil.isprambiente.it/GMV2/index.html	Rappresenta il database delle indagini di sottosuolo eseguite tramite perforazioni sia per scopi di ricerche idriche che per opere di ingegneria civile, i cui documenti sono pervenuti al Servizio Geologico d'Italia in ottemperanza alla Legge 464/84. E' visionabile su geoportale e le stratigrafie associate sono in forma digitale all'animerica
Sondaggi profondi	http://szil.isprambiente.it/GMV2/index.html	Raccoglie i sondaggi profondi realizzati per la ricerca di idrocarburi, liberalizzati dal Ministero dello Sviluppo Economico. E' visionabile su geoportale e le stratigrafie associate sono in documenti collegati
Faglie (ITHACA)	http://szil.isprambiente.it/GMV2/index.html	Raccoglie tutte le informazioni disponibili riguardo le faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. E' visionabile su geoportale
Geofisica	http://szil.isprambiente.it/GMV2/index.html	Contiene la Carta Gravimetrica d'Italia alla scala 1:1.000.000 ed alla scala 1:250.000. Sono inoltre visualizzabili le linee sismiche del progetto CROP e le indagini geofisiche effettuate ex Legge 464/84 oltre a quelle effettuate dal Servizio Geologico d'Italia - ISPRA.
Banca dati del sottosuolo	http://www.lanuma.rete.toscana.it/banca-dati-sottosuolo	E' visionabile su geoportale e gli elementi associati sono in documenti collegati.
Banca dati indagini geotecniche	http://www.lanuma.rete.toscana.it/banca-dati-indagini-geotecniche	Ad oggi raccoglie ed omogeneizza i dati su pozzi e derivazioni per i quali è stato fatto richiesta di concessioni e/o autorizzazioni dalle Amministrazioni provinciali. Oltre ai pozzi delle 10 Province toscane e del Circondario Empolese - Valdelsa, sono presenti i dati sulle sorgenti (fonte Povo) e i piezometri (fonte Centro Funzionale Regionale e ADR regionali).
Banca dati stratigrafia della Toscana	http://sira.arpn.toscana.it/sira/index.html	E' visionabile su Google Earth con stratigrafie digitali all'animerica. E' altresì scaricabile in formato vettoriale.
Banca dati corpi idrici sotterranei	http://sira.arpn.toscana.it/sira/index.html	La banca dati raccoglie stratigrafie georeferenziate reperite presso Enti pubblici ed Università nell'ambito del progetto finalizzato alla ricostruzione geometrica dei corpi idrici sotterranei significativi.
Banca dati geotermia	http://www.lanuma.rete.toscana.it/banca-dati-geotermia	E' visionabile su Google Earth con stratigrafie digitali all'animerica. E' altresì scaricabile in formato vettoriale.
Banca dati concessioni acquedotti minerali e termali	http://www.acquedottiminerali.toscana.it/ (in costruzione)	contiene la perimetrazione dei corpi idrici sotterranei e la loro ricostruzione geometrica tridimensionale
Carta geologica regionale	http://www.lanuma.rete.toscana.it/continuum-geologico-regionale	raccoglie le indagini geotermiche in senso lato, siano esse indagini geologiche, geotecniche, geofisiche o idrogeologiche, in-situ e in laboratorio, provenienti da archivi esistenti forniti dalla Regione Toscana (Settore Energia e Miniere) e dal CNR/IGG di Pisa
Banca dati fane e coperture	http://www.lanuma.rete.toscana.it/banca-dati-fane	contiene, per le varie concessioni, le caratteristiche anagrafiche e posizionali di pozzi e sorgenti, mettendone in risalto le caratteristiche geologiche tramite l'inserimento delle stratigrafie e degli schemi di tubaggio dei pozzi, ove presenti

HVSR forniscono
 f_0 frequenza fondamentale

Vs30 informazione parziale
 ma utilissima se accoppiata
 ad ulteriori indagini (HVSR)



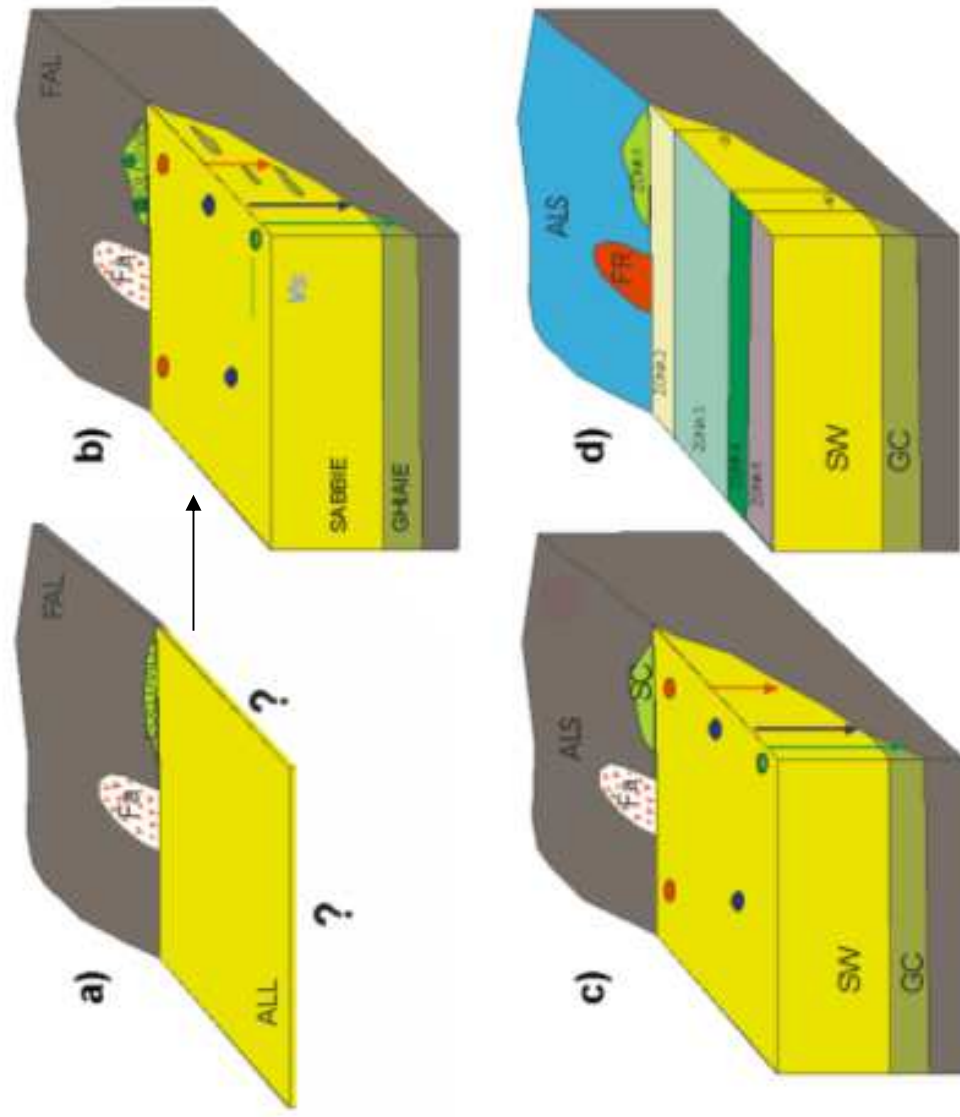


Fig. 5.1 – fasi di elaborazione di uno studio di livello 1 : a) recupero cartografie esistenti; b) creazione modello geologico definitivo alla luce delle indagini esistenti e di nuova realizzazione (si noti la diversa perimetrazione della copertura colluviale a seguito del reperimento di nuove indagini); c) definizione del modello geologico-tecnico (si noti la scelta di accorpere i corpi lenticolari di ghiaie con limitata estensione areale e stratigrafica alle sabbie); d) Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

DELIBERA n°144 del 20/02/2015 ALL. A

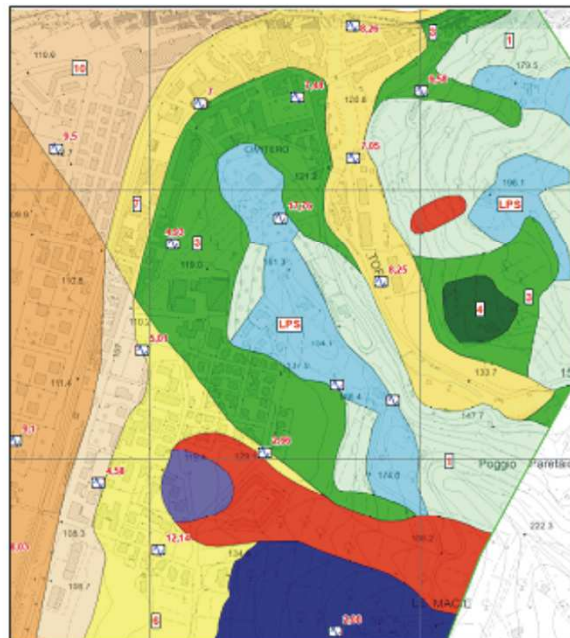
PAR. 5 CRITERI E MODALITA' OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DELLE CARTOGRAFIE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1



DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE
AMBIENTALI, ENERGIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI
Settore Sismica Regionale
Ufficio Prevenzione Sismica Regionale

ALLEGATO A

MICROZONAZIONE SISMICA REGIONALE
Redazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione
di indagini e studi di microzonazione sismica e prescrizioni per le analisi della
Condizione Limite per l'Emergenza
(a approvazione 29/01/2014)



Edizione n. 1 - approvata con Del. G.R.Tn. 261/2010
Edizione n. 2 - approvata con Del. G.R.Tn. 741/2012
Edizione n. 3 - approvata con Del. G.R.Tn. 971/2013
Edizione n. 4 - approvata con Del. G.R.Tn. /2015

ALLEGATO A

Il presente allegato si compone di n.37 pagine inclusa la presente ed è comprensivo di n.4 appendici
(appendice 1, 2, 3 e 4).

5.1 Definizione dell'area di studio

**5.2 Reperimento cartografie ed
indagini esistenti**

**5.3 Dal modello geologico preliminare
al modello geologico definitivo**

5.4 Modello geologico tecnico

**5.5 Dal modello geologico tecnico alla
cartografia MOPS**

**Avere ben chiari questi passaggi chiave
ci permetterà di valutare
adeguatamente l'attendibilità di uno
studio di livello 1 prima di passare
all'applicazione del livello 2**

Dal modello geologico preliminare al modello geologico definitivo

- definita la cartografia geologica di sintesi è raccolta le indagini esistenti è buona norma realizzare un congruo numero di sezioni geologiche “preliminari” allo scopo di definire sin dalle prime fasi del lavoro il modello geologico dell'area alla luce delle conoscenze esistenti.
- focalizzare sin da subito eventuali zone che per complessità geologico-stratigrafiche o scarsità di dati sismo-stratigrafici necessitano di approfondimenti di indagini
- campagna di misure HVSR che oltre a chiarire tali aspetti avrà il compito di validare o eventualmente correggere il modello geologico “preliminare”.
- in Toscana indagini di nuova realizzazione sono richieste obbligatoriamente, pervenendo così alla realizzazione di studi di microzonazione di buona qualità che vengono indicati con il nome di livello 1 “pesante”.
- Le indagini aggiuntive varieranno per tipologia e consistenza numerica in funzione del contesto geologico-stratigrafico dell'area, delle indagini esistenti e ovviamente delle risorse disponibili.
- In Toscana si è scelto di richiedere obbligatoriamente la realizzazione di misure HVSR (costi piuttosto contenuti, ben si adatta allo scopo di estrapolare ed estendere arealmente dati di natura sismo-stratigrafica)
- in contesti piuttosto semplici contraddistinti da una generale omogeneità dei terreni di copertura, la migrazione delle frequenze fondamentali dei depositi è strettamente correlabile con l'approfondimento del substrato geologico mentre l'entità del picco H/V fornisce indicazioni in merito al contrasto di velocità tra i vari corpi sismostratigrafici con particolare riferimento al passaggio substrato sismico-coperture.

LEGENDA

Frequenza fondamentale (F0)
ed ampiezza di picco H/V (A0)

F0 (Hz)

● nessun picco

● F0 < 1.9

● 2.0 < F0 < 5.9

● 6.0 < F0 < 9.9

● F0 > 10.0

A0

● 0.00 - 2.00

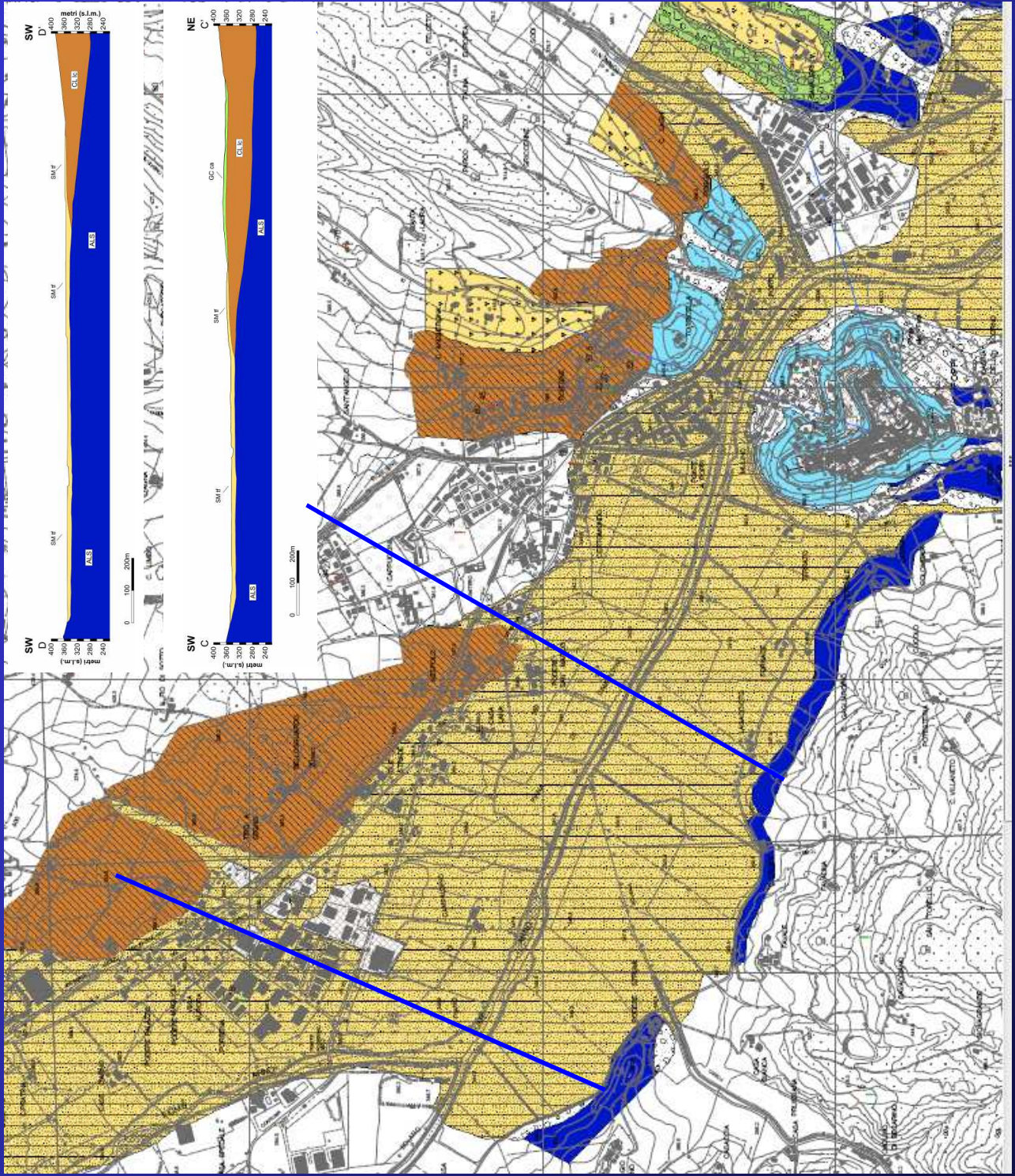
● 2.01 - 3.00

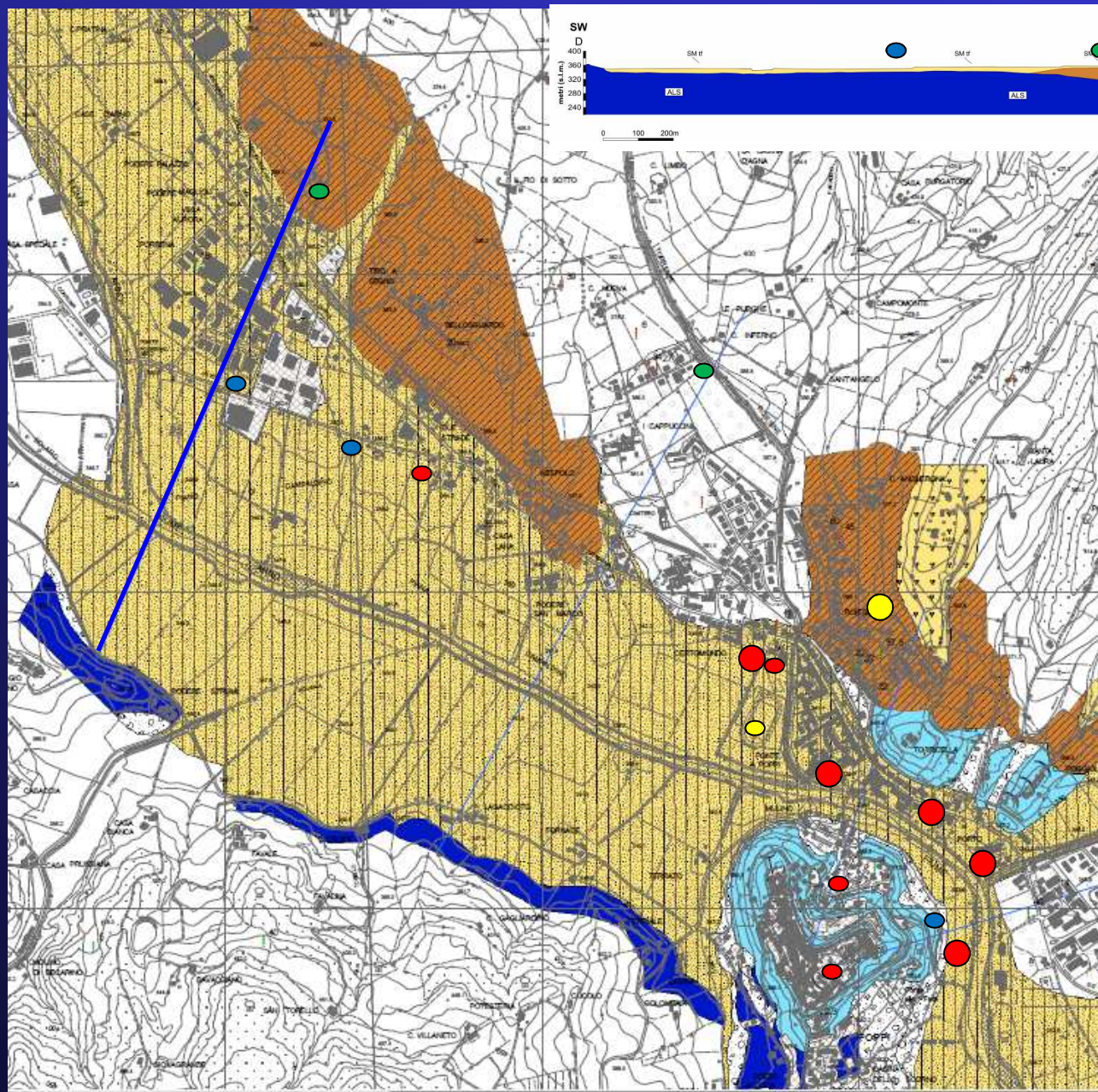
● 3.01 - 4.00

● 4.01 - 5.00

● 5.01 - 8.00







LEGENDA

Frequenza fondamentale (F0)
ed ampiezza di picco H/V (A0)

F0 (Hz)

● nessun picco

● F0 < 1.9

● 2.0 < F0 < 5.9

● 6.0 < F0 < 9.9

● F0 > 10.0

↑ +
Spessore
sedimenti
↓ -

A0

● 0,00 - 2,00

● 2,01 - 3,00

● 3,01 - 4,00

● 4,01 - 5,00

● 5,01 - 8,00

↓ -
Contrasto
Velocità
substrato/
sedimenti
↑ +

DELIBERA n°144 del 20/02/2015 ALL. A

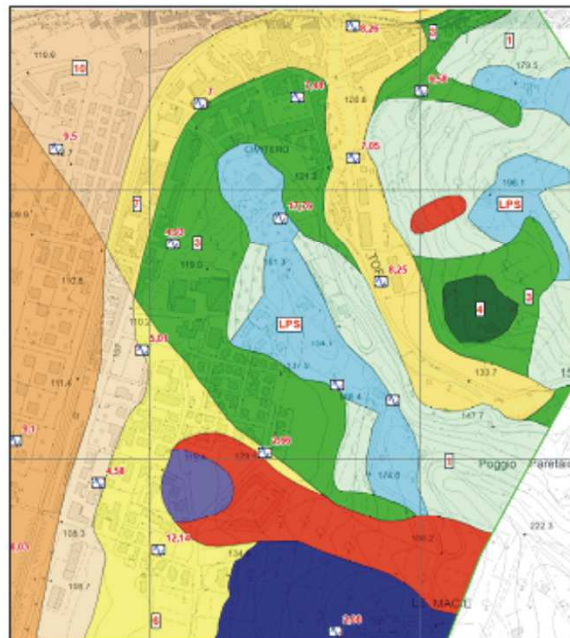
PAR. 5 CRITERI E MODALITA' OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DELLE CARTOGRAFIE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1



DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE
AMBIENTALI, ENERGIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI
Settore Sismica Regionale
Ufficio Prevenzione Sismica Regionale

ALLEGATO A

MICROZONAZIONE SISMICA REGIONALE
Redazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione
di indagini e studi di microzonazione sismica e prescrizioni per le analisi della
Condizione Limite per l'Emergenza
(a approvazione 29/01/2014)



Edizione n. 1 - approvata con Del. G.R.Tn. 261/2010
Edizione n. 2 - approvata con Del. G.R.Tn. 741/2012
Edizione n. 3 - approvata con Del. G.R.Tn. 971/2013
Edizione n. 4 - approvata con Del. G.R.Tn. /2015

ALLEGATO A

Il presente allegato si compone di n.37 pagine inclusa la presente ed è comprensivo di n.4 appendici (appendice 1, 2, 3 e 4).

5.1 Definizione dell'area di studio

**5.2 Reperimento cartografie ed
indagini esistenti**

**5.3 Dal modello geologico preliminare
al modello geologico definitivo**

5.4 Modello geologico tecnico

**5.5 Dal modello geologico tecnico alla
cartografia MOPS**

**Avere ben chiari questi passaggi chiave
ci permetterà di valutare
adeguatamente l'attendibilità di uno
studio di livello 1 prima di passare
all'applicazione del livello 2**

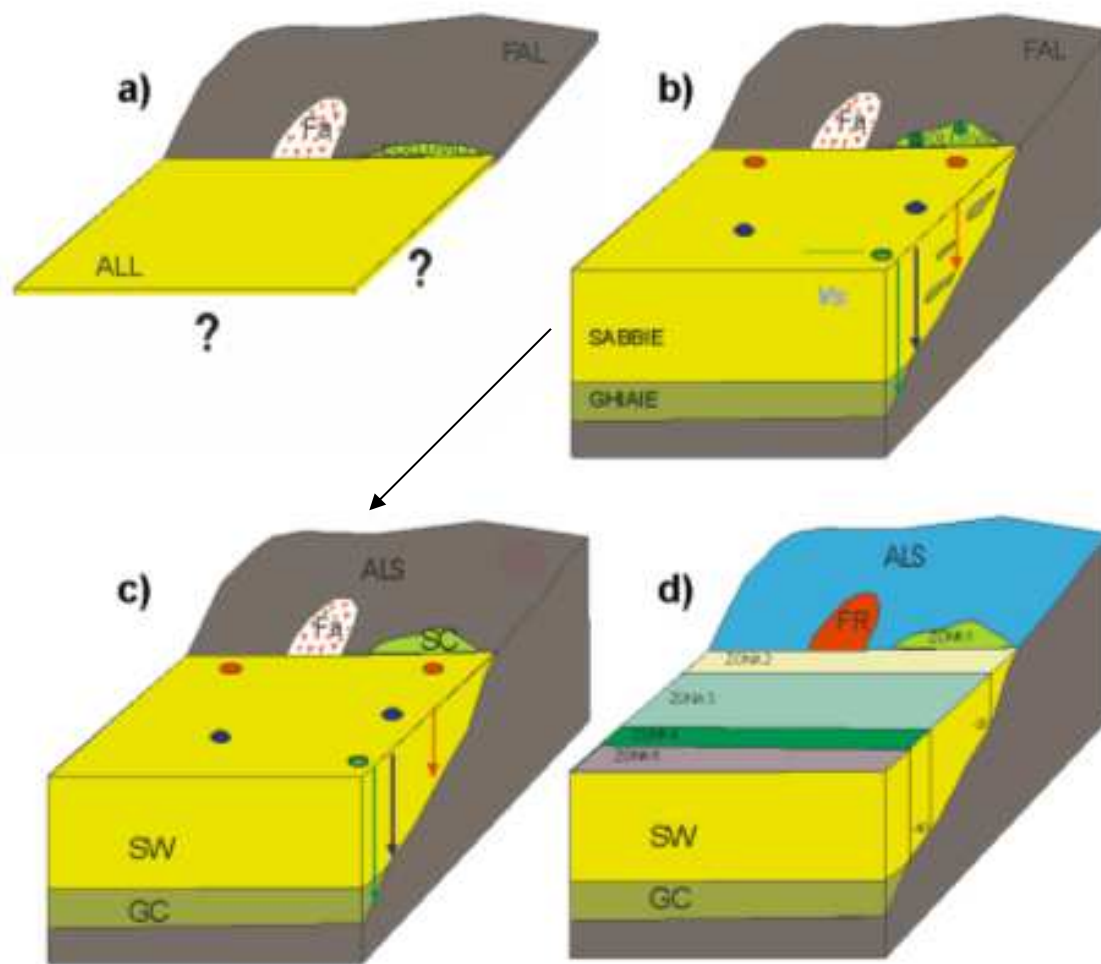


Fig. 5.1 – fasi di elaborazione di uno studio di livello I : a) recupero cartografie esistenti; b) creazione modello geologico definitivo alla luce delle indagini esistenti e di nuova realizzazione (si noti la diversa perimetrazione della copertura colluviale a seguito del reperimento di nuove indagini); c) definizione del modello geologico-tecnico (si noti la scelta di accorpare i corpi lenticolari di ghiaie con limitata estensione areale e stratigrafica alle sabbie); d) Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica.

semplificazione del modello geologico (talvolta estremamente dettagliato) accorpendo quei terreni e quei substrati geologici che presentano caratteristiche tra loro simili,

le unità geologico-tecniche individuate in questa fase, sia sulla carta, che sulle sezioni geologico-tecniche, di fatto rappresentano gli elementi stratigrafici caratterizzanti le varie microzone omogenee.

DELIBERA n°144 del 20/02/2015 ALL. A

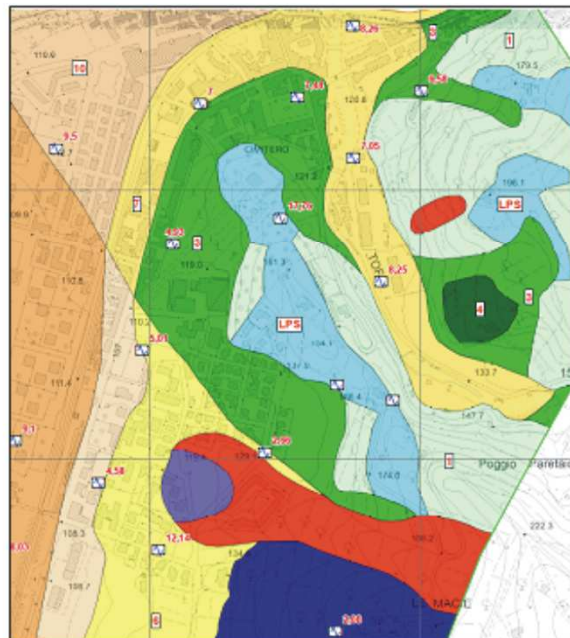
PAR. 5 CRITERI E MODALITA' OPERATIVE PER LA REALIZZAZIONE DELLE CARTOGRAFIE DI MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 1



DIREZIONE GENERALE DELLE POLITICHE
AMBIENTALI, ENERGIA E CAMBIAMENTI CLIMATICI
Settore Sismica Regionale
Ufficio Prevenzione Sismica Regionale

ALLEGATO A

MICROZONAZIONE SISMICA REGIONALE
Redazione delle specifiche tecniche regionali per l'elaborazione
di indagini e studi di microzonazione sismica e prescrizioni per le analisi della
Condizione Limite per l'Emergenza
(a approvazione 29/01/2014)



Edizione n. 1 - approvata con Del. G.R.Tn. 261/2010
Edizione n. 2 - approvata con Del. G.R.Tn. 741/2012
Edizione n. 3 - approvata con Del. G.R.Tn. 971/2013
Edizione n. 4 - approvata con Del. G.R.Tn. 7/2015

ALLEGATO A

Il presente allegato si compone di n.37 pagine inclusa la presente ed è comprensivo di n.4 appendici (appendice 1, 2, 3 e 4).

5.1 Definizione dell'area di studio

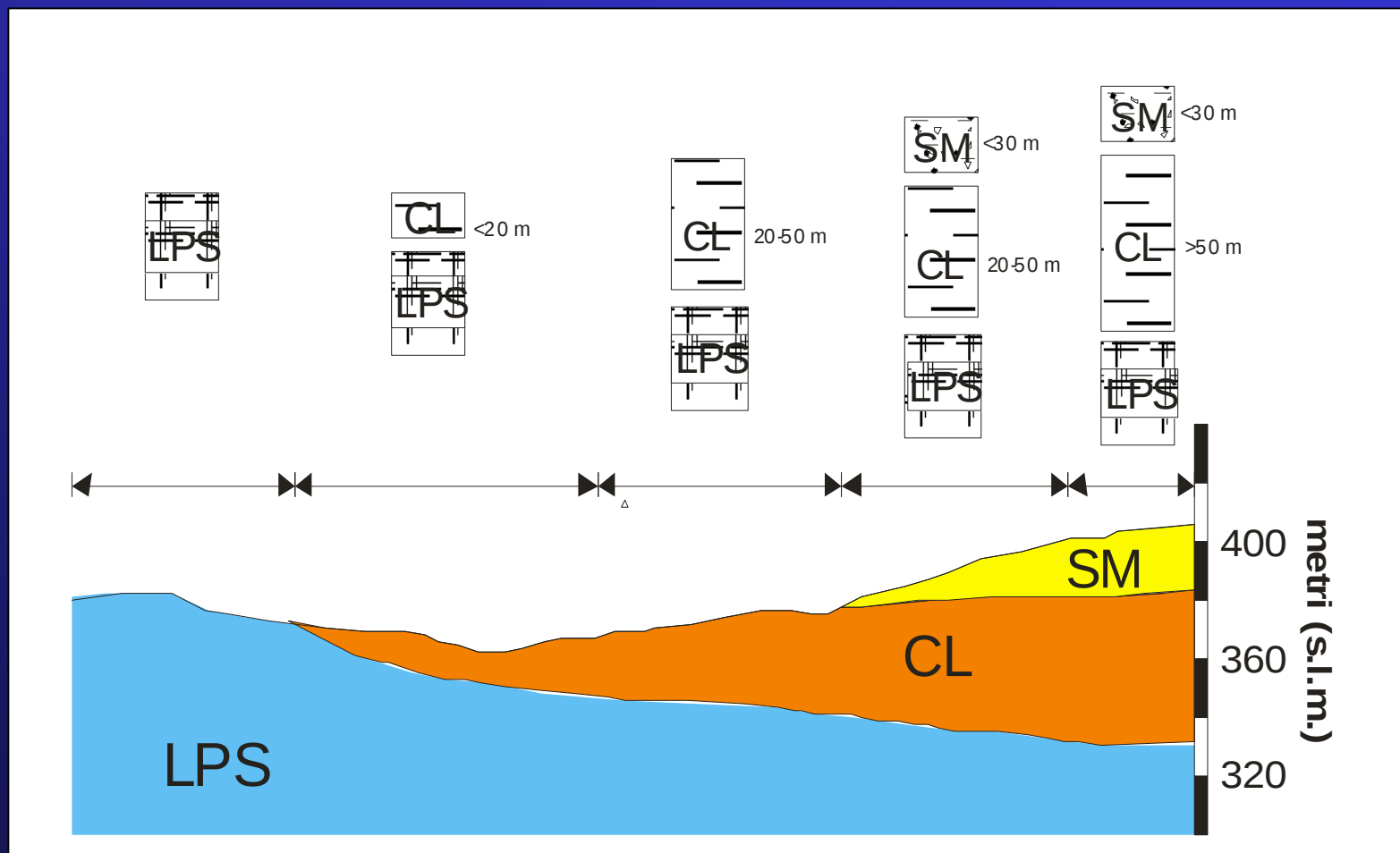
**5.2 Reperimento cartografie ed
indagini esistenti**

**5.3 Dal modello geologico preliminare
al modello geologico definitivo**

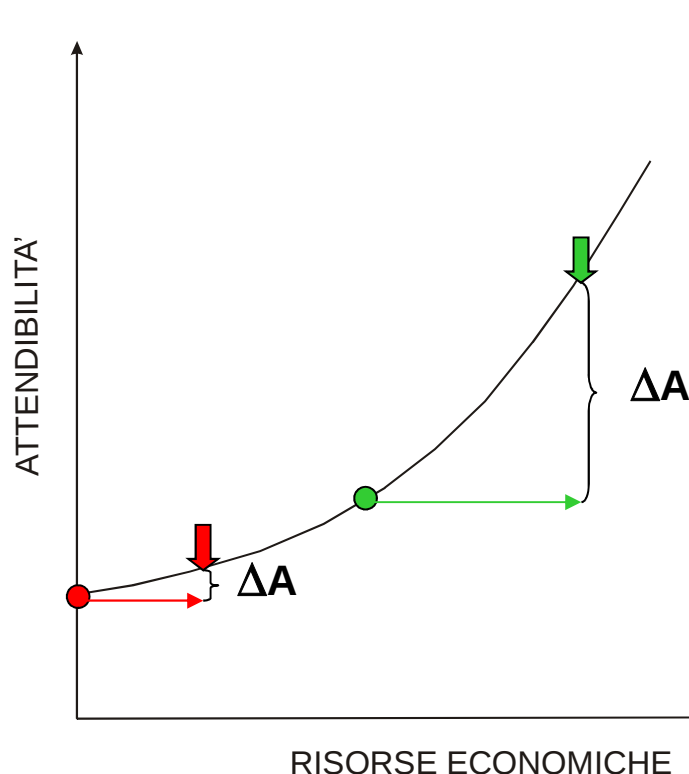
5.4 Modello geologico tecnico

**5.5 Dal modello geologico tecnico alla
cartografia MOPS**

**Avere ben chiari questi passaggi chiave
ci permetterà di valutare
adeguatamente l'attendibilità di uno
studio di livello 1 prima di passare
all'applicazione del livello 2**



individuare i limiti delle microzone direttamente sulle sezioni geologico tecniche permette di eseguire una suddivisione ragionata degli spessori associati a ciascuna microzona ed inoltre pone al riparo da errori dovuti ad incongruenze tra gli spessori associati a microzone confinanti



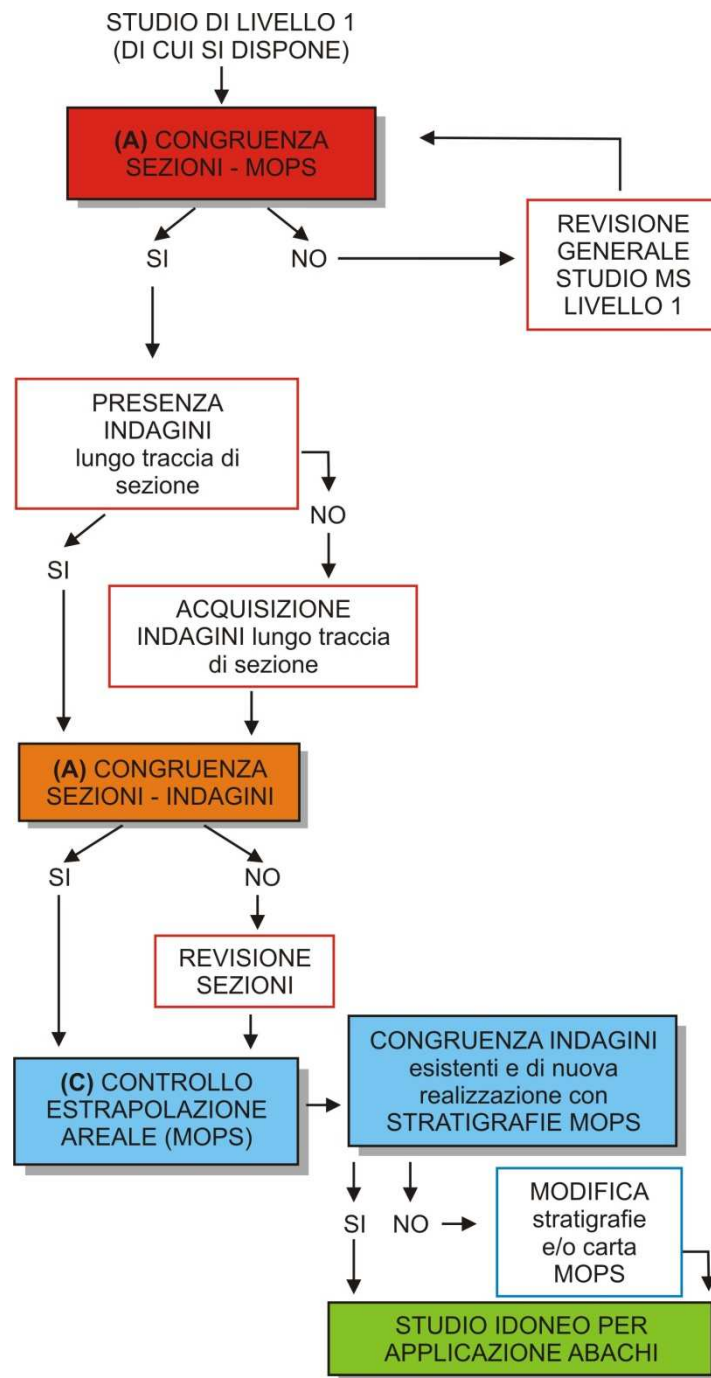
- Comune non finanziato (53/R)
- Comune con programma VEL e finanziamenti studi MS

Il rapporto tra risorse economiche investite in indagini ed attendibilità degli studi non è lineare.

Più elevato sarà il livello di partenza in termini accuratezza del quadro conoscitivo esistente (in particolare parametro Vs) e maggiore risulterà a parità di risorse investite il contributo in termini di attendibilità di ulteriori indagini (HVSR)

Esistono pertanto Studi di Livello 1 di diverso grado di attendibilità, prima di passare all'applicazione del livello successivo è quindi necessario eseguire una valutazione preliminare del livello di attendibilità dello studio di partenza.

Gli Enti che non hanno beneficiato dei finanziamenti per lo studio di MS di primo livello, tramite i finanziamenti relativi al secondo livello potranno verificare e sviluppare lo studio di MS1 di cui dispongono riducendo così le distanze con i comuni già finanziati.



DELIBERA n°144 del 20/02/2015 ALL. A 6.0 CRITERI E MODALITA' OPERATIVE PER LA STESURA DELLE CARTOGRAFIE DI LIVELLO 2

A) Verifica formale di congruenza tra le sezioni geologico-tecniche che definiscono il modello geologico 2D della zona e la cartografia MOPS

valutazione critica delle indagini disponibili verificata la presenza ed attendibilità dei parametri Vs e f0

B) Verifica di congruenza tra le sezioni geologico-tecniche e le risultanze delle indagini

C) Controllo estrapolazione areale del modello geologico tecnico 2D riportato nelle sezioni Verifica congruenza tra le indagini e le stratigrafie delle varie microzone omogenee.

Eventuale acquisizione ulteriori dati (Vs e f0), se le verifiche puntuali confermano MOPS lo studio di livello 1 si può ritenere **pronto per l'applicazione del livello successivo**, in caso contrario revisione perimetrazione zone MOPS e/o delle colonnine stratigrafiche

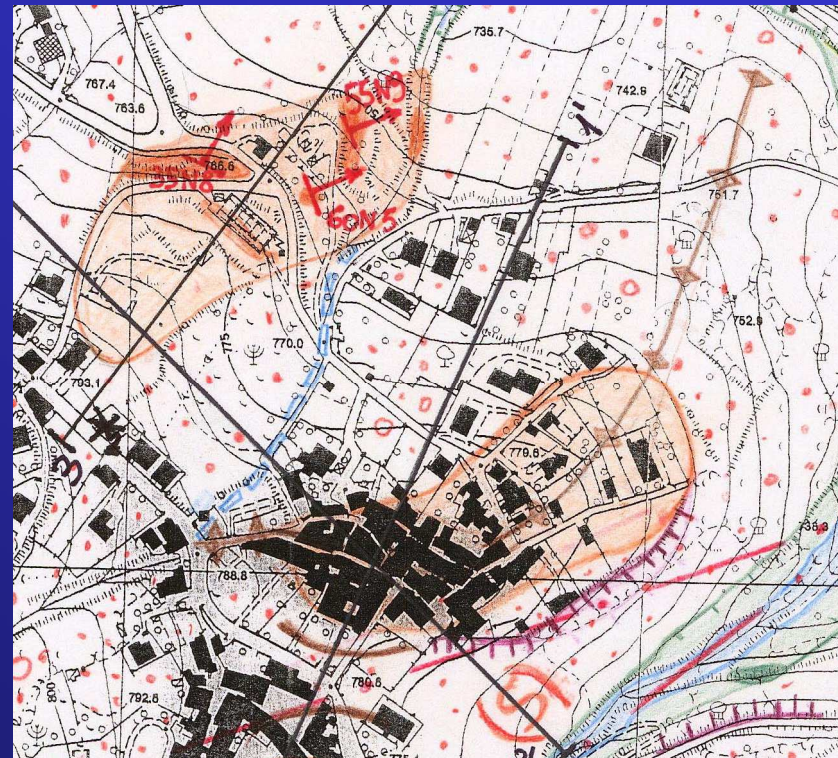
**Stralcio della Cartografia geologica della Regione Abruzzo
Progetto CARG (da Aquater)
1.10.000**



RILIEVI GEOLOGICI DI SUPERFICIE IN Scala 1:5.000

Prima versione rilievo geologico

**AREA DI S.FELICE
D'OCRE**



Obiettivi:

- 1) Definizione dello spessore della copertura e parametrizzazione in Vs;**
- 2) Presenza del bedrock sismico al di sotto del centro abitato?**



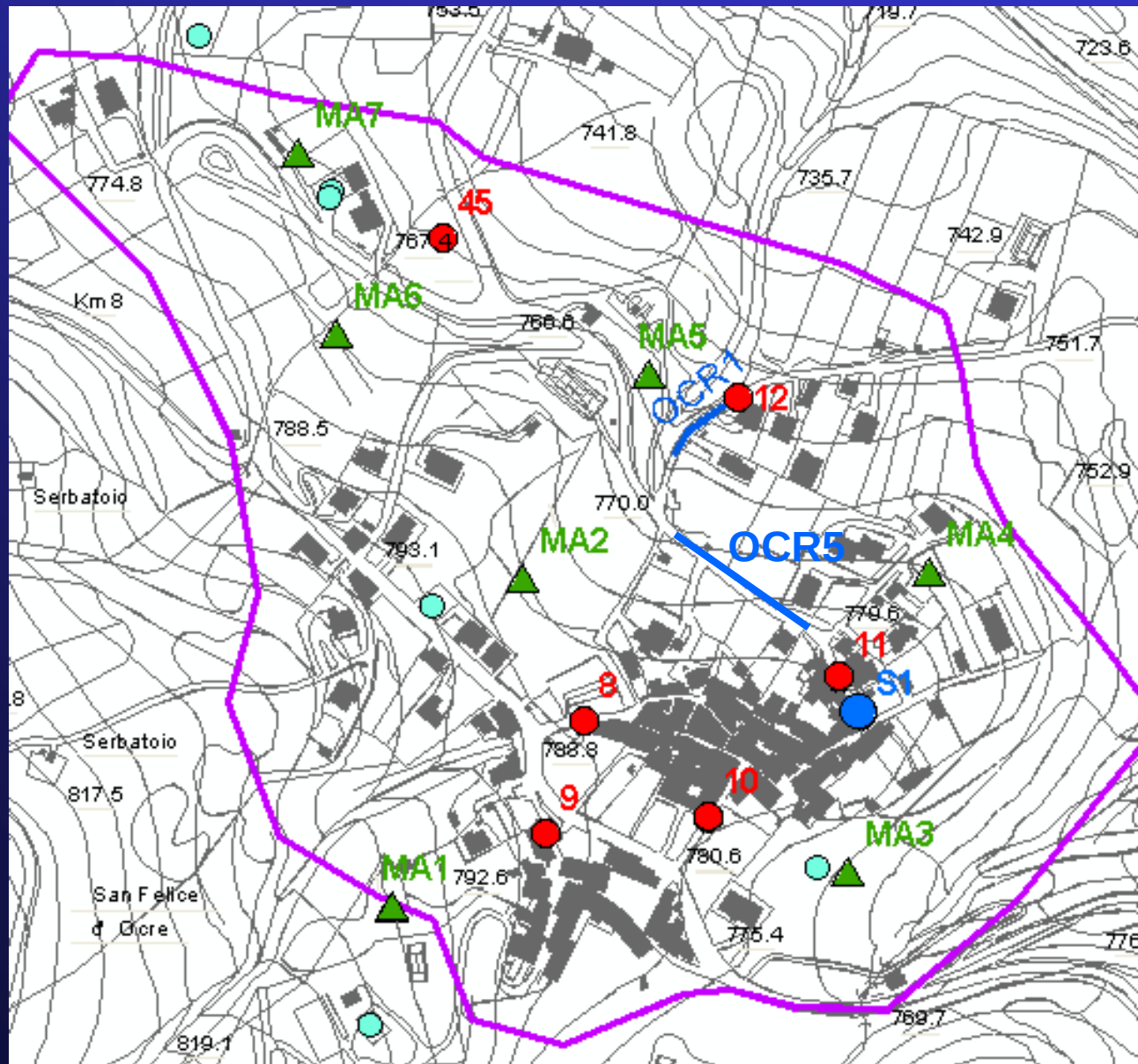
**Danneggiamento molto
elevato all'interno del
centro abitato.....**

Seconda versione rilievo geologico



UBICAZIONI INDAGINI

AREA DI S.FELICE D'OCRE



PROFILO VS

Down-hole, sismica a rifrazione, MASW

PERIODO FONDAMENTALE

misure strumentali

CARATTERIZZAZIONE

GEOTECNICA

Sondaggi e prove di laboratorio

CARATTERIZZAZIONE

GEOFISICA E PROFONDITA'

BEDROCK

Sondaggi, sismica a rifrazione, down-hole e REMI

Sono stati eseguiti nell'area:

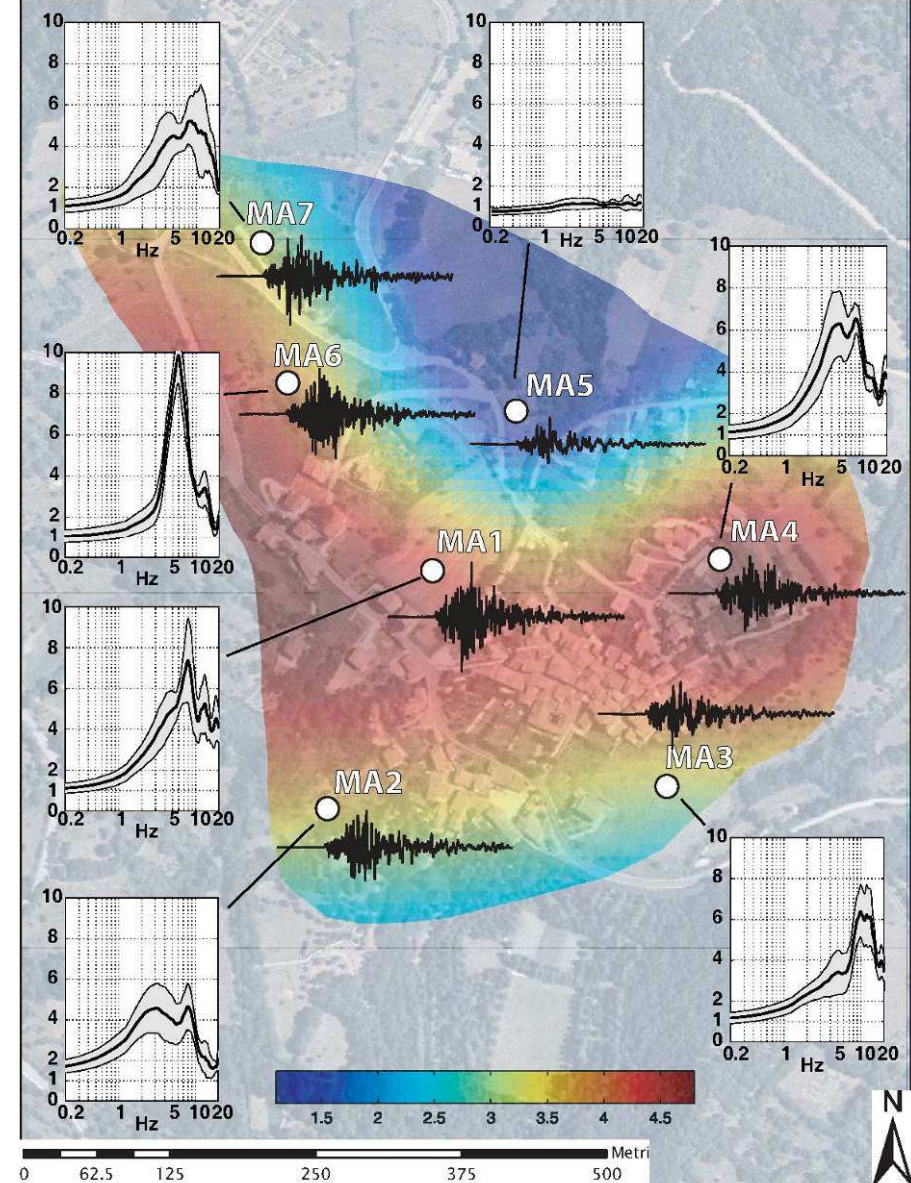
- n. 2 profili di sismica a rifrazione con onde P e SH;
- n.1 sondaggio con relativa prova DH
- n.7 misure strumentali;
- n. 6 prove REMI

MISURE STRUMENTALI: CONSIDERAZIONI

- I rapporti spettrali H/V eseguiti su rumore evidenziano per quest'area **picchi spettrali di 3-5 Hz** che suggeriscono la presenza di un substrato sismico molto superficiale e di coltri sedimentarie di spessore poco rilevante;
- La mappa dei periodi di risonanza, elaborata tramite l'interpolazione delle singole misure effettuate, è abbastanza omogenea, ma tuttavia **evidenzia in prossimità del centro abitato di S.Felice un lieve aumento dei periodi, suggerendo in questa zona un maggiore spessore della coltre detritica;**
- Le registrazioni di eventi sismici locali evidenziano una marcata disomogeneità della risposta sismica nei vari siti di misura, che determinano i rapporti Z/Zref ed H/Href con forme molto pronunciate e **con valori anche elevati come su MA6. La stazione MA5, posta su substrato in affioramento, presenta invece le ampiezze sismiche minori, e curve H/Href e V/Vref pressoché piatte;**
- Dai rapporti H/Href e V/Vref, eseguiti su 4 terremoti locali, è stata stimata la mappa del fattore d'amplificazione, evidenziando **le aree di maggior amplificazione quelle che probabilmente hanno un maggior spessore di coltre detritico – sedimentaria.**

AREA DI S.FELICE D'OCRE

Area: SAN FELICE D'OCRE
Spettri H/Href

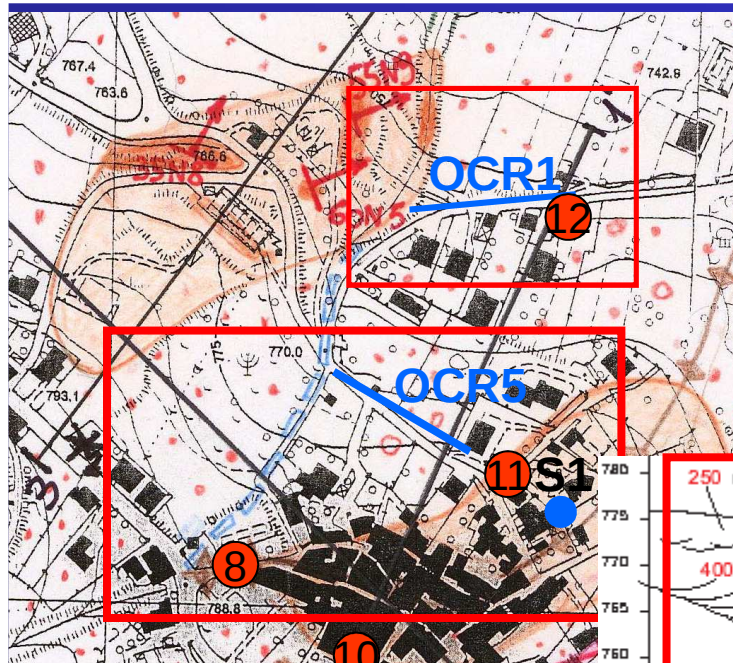


ALCUNI ESEMPI DI INDAGINI

Ottima congruenza
Tra la prova REMI 11 e
il sondaggio S1

Buona, in generale, la
congruenza tra
sismica a rifrazione,
Sondaggio e prove
REMI In termini di
spessori.

Per le Vs ci si affida
alle Prove DH e alla
sismica a rifrazione.



ReMi 12 San Felice - pr

S1

LIMO

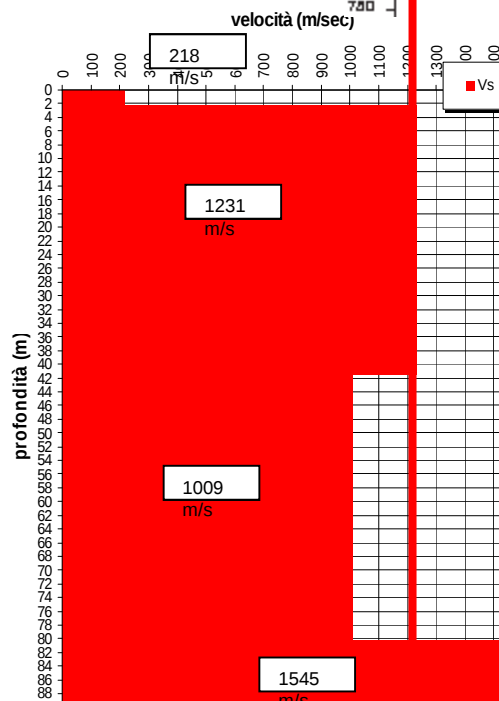
16m

SABBIA

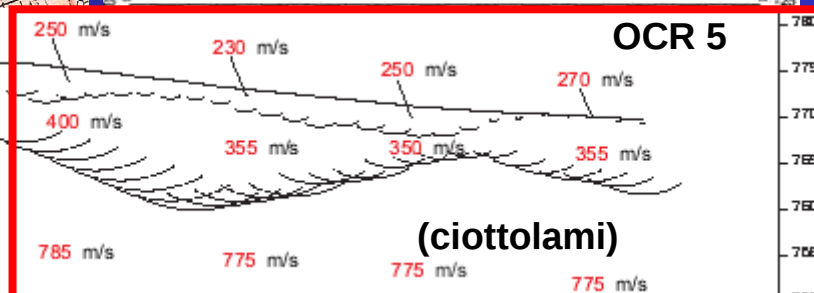
24m

GHIAIA

30m

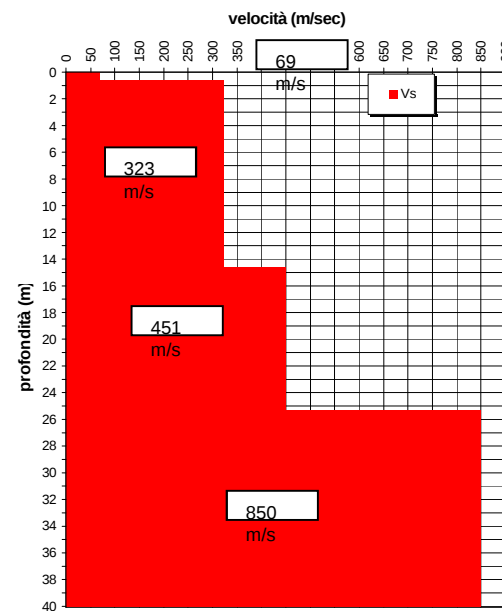


CALCARI A BRIOZOI (BRZ)

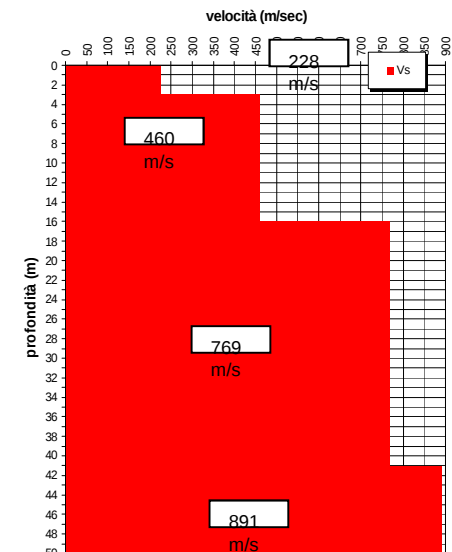


(ciottolami)

ReMi 11 San Felice - profilo di Vs

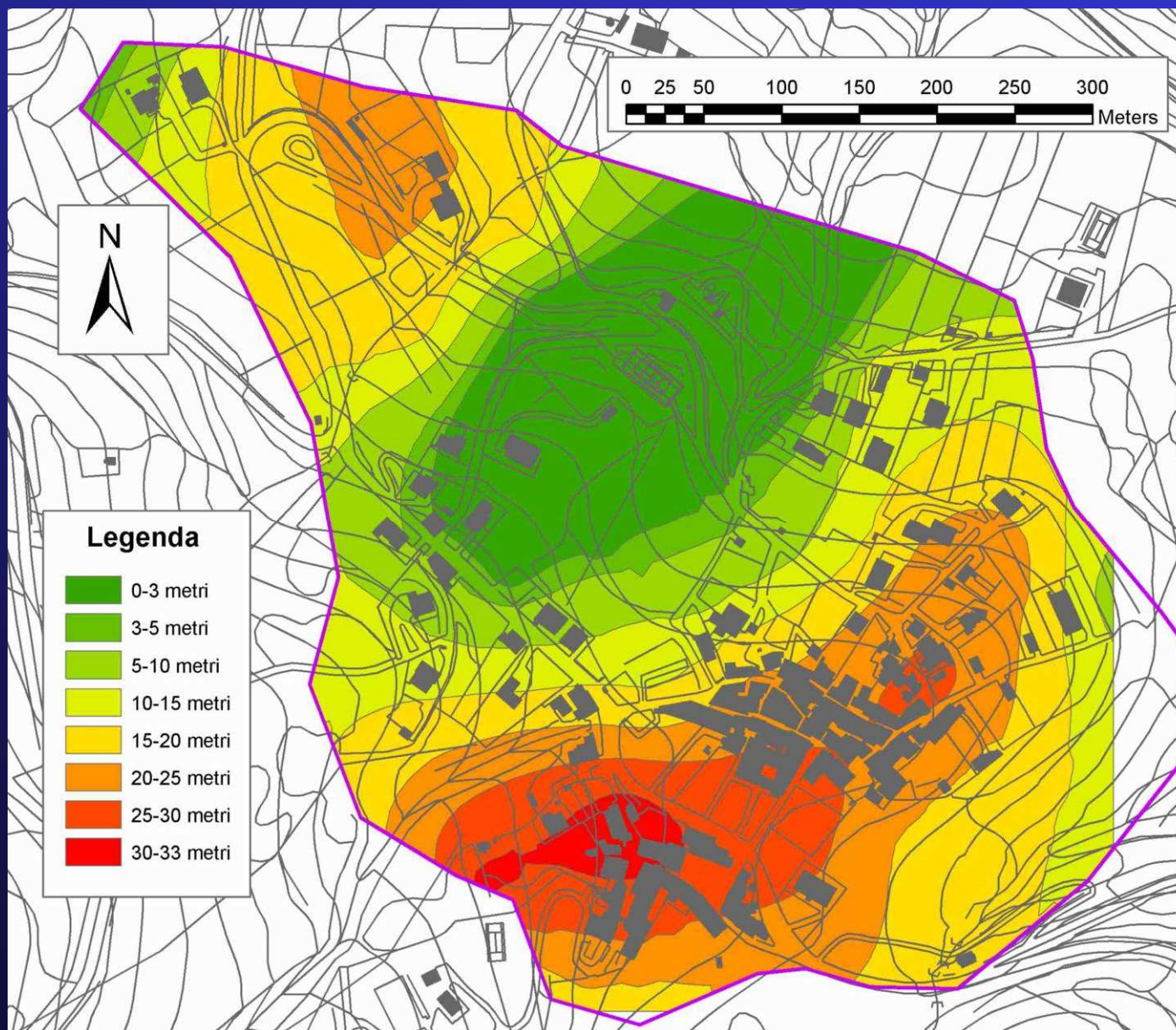


ReMi 8 San Felice - profilo di Vs



MODELLO DI SOTTOSUOLO

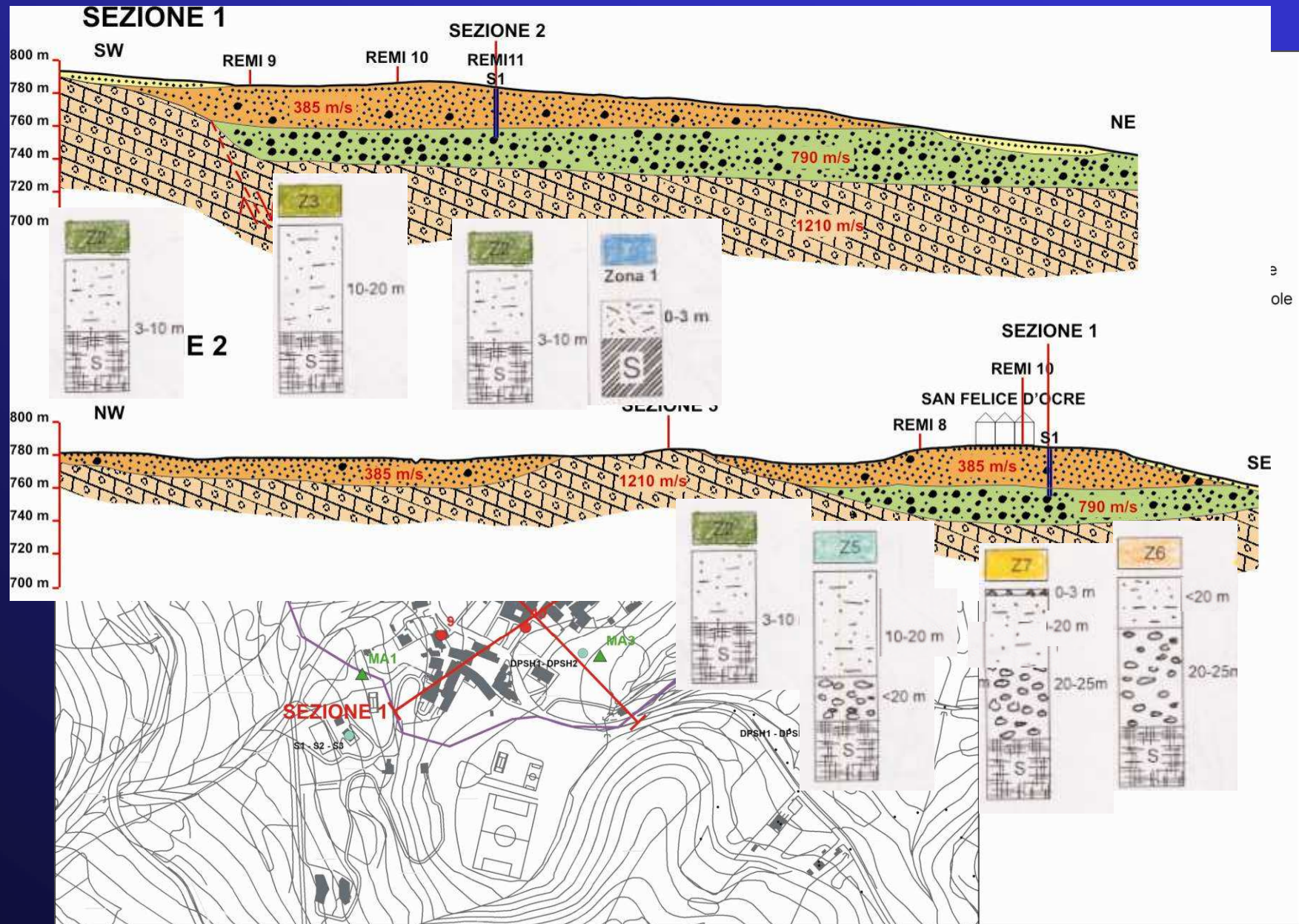
AREA DI S.FELICE D'OCRE



Le velocità delle onde SH sono state desunte, dalla prova down-hole opportunamente integrata dalla sismica a rifrazione e dalle misure REMI che, limitatamente a quest'area, presentano una buona correlazione.

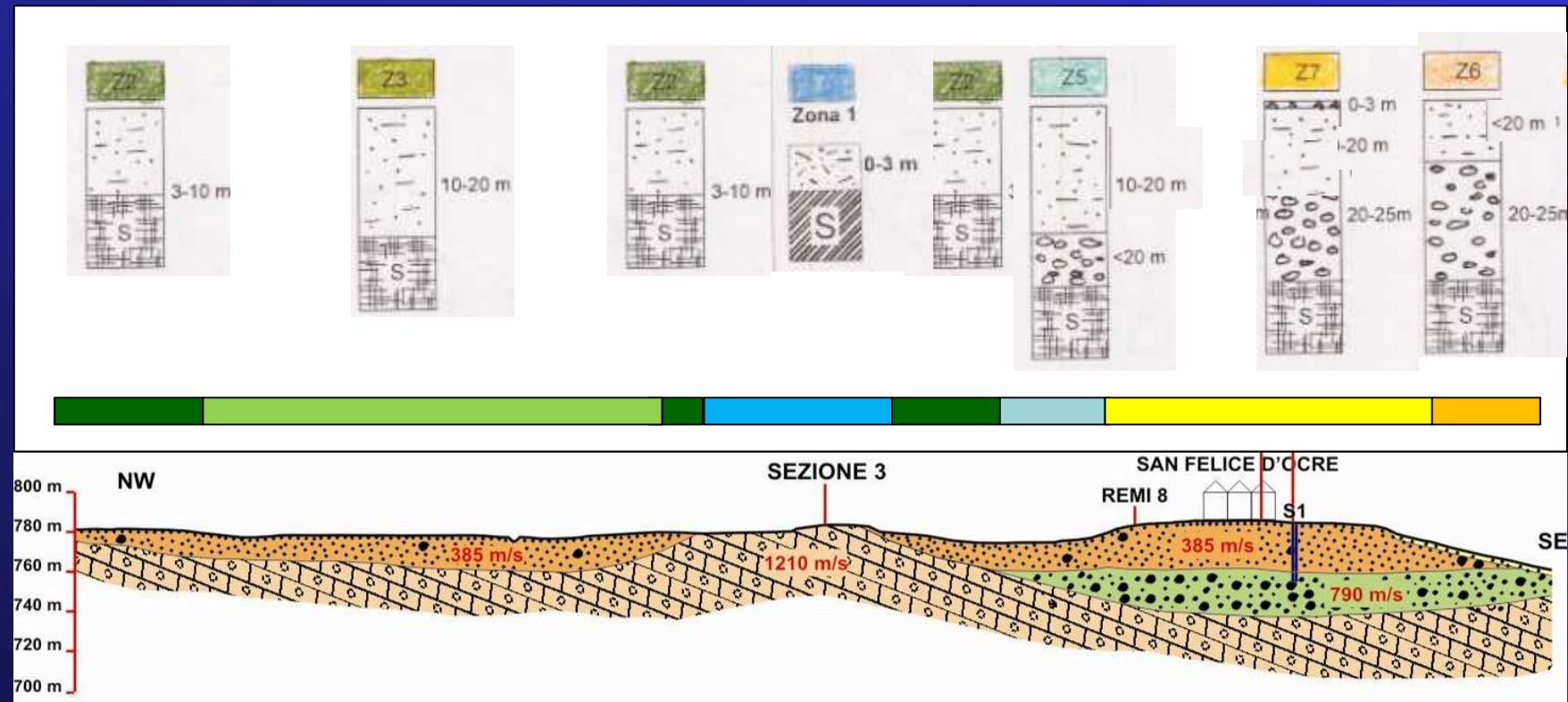
MODELLO DI SOTTOSUOLO

AREA DI S.FELICE D'OCRE



MODELLO DI SOTTOSUOLO

AREA DI S.FELICE D'OCRE

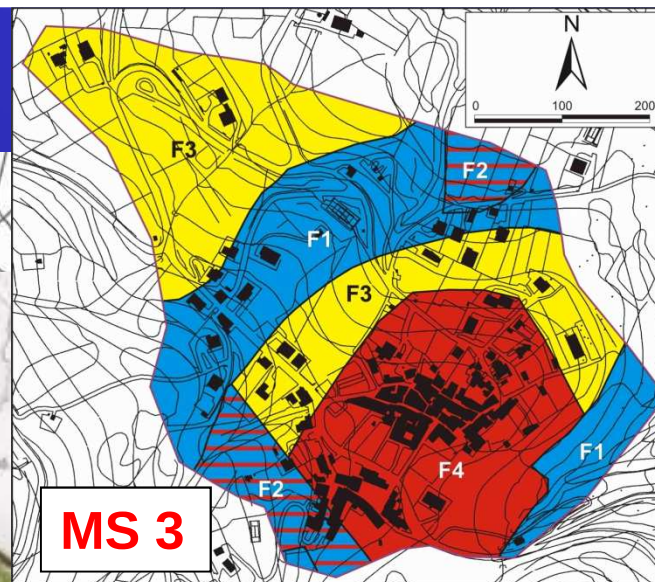


-SAN FELICE -

Sezione 2

MS 1

Sezione 1



ZONE STABILI			
F1	FA	FV	
	1	1	
F2	FA	FV	
	1	1	

L'area F2 presenta coperture di natura detritica ed eluvio-colluviale che, in virtù dei limiti spessori desunti, non hanno prodotto amplificazioni significative, a seguito delle modellazioni numeriche. Tali situazioni, qualora le aree siano interessate da interventi edilizi, vanno diversamente verificate mediante idonee campagne di indagine, al fine di accertare l'effettiva spessore delle coperture.

ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI			
ZONA	FA	FV	
F3	1.6	2.0	
F4	1.7	1.2	

area d'indagine

▪ Si noti come la MS di terzo livello sia guidata dalle indicazioni derivanti dal primo livello....

- la zona 1 è una zona stabile;
- Il centro storico è ubicato su una zona “apparentemente stabile”; in realtà dalle indagini successive sono presenti coperture di spessore anche elevate;
- la zona di espansione è suscettibile di amplificazione stratigrafica;
- è presente anche un'area suscettibile di instabilità