



PROTEZIONE CIVILE  
Presidenza del Consiglio dei Ministri  
Dipartimento della Protezione Civile



REGIONE VENETO



CONFERENZA DELLE REGIONI E  
DELLE PROVINCE AUTONOME

Attuazione dell'articolo 11 della legge 24 giugno 2009, n. 77

# MICROZONAZIONE SISMICA

RELAZIONE ILLUSTRATIVA DELLA MS

---

REGIONE VENETO

COMUNE DI MAROSTICA

---



Regione	Soggetto realizzatore	Data
REGIONE VENETO	<b>STUDIO H GEO</b> www.hgeo.it Filippo Baratto, geologo Elena Parolo, urbanista Raffaella Checchinato, geologo	Dicembre 2013



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>MODALITA' E INDIRIZZI DI LAVORO .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO.....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>PROCEDURA DI 1° LIVELLO.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO DEL TERRITORIO.....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>CARATTERIZZAZIONE SISMOGENETICA DEL TERRITORIO.....</b>	<b>10</b>
6.1	SISMICITÀ STORICA DEL DISTRETTO .....	12
6.2	SISMICITÀ STRUMENTALE DEL DISTRETTO .....	13
6.3	NEOTETTONICA E SORGENTI SISMOGENETICHE .....	14
<b>7</b>	<b>CARTA GEOLOGICO TECNICA .....</b>	<b>15</b>
<b>8</b>	<b>CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA .....</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA_1 .....</b>	<b>24</b>
<b>10</b>	<b>LIVELLO D'ANALISI DI TIPO 2°.....</b>	<b>27</b>
10.1	AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA.....	28
10.2	AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA.....	32
10.3	METODO DI VERIFICA IN SITU.....	36
<b>11</b>	<b>RISULTATI DELLA PROCEDURA DI 2° LIVELLO .....</b>	<b>38</b>
11.1	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA 2.....	41
11.2	FATTORE D'AMPLIFICAZIONE - FREQUENZA E STRUTTURE.....	43
<b>12</b>	<b>PRESCRIZIONI.....</b>	<b>44</b>
<b>13</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>47</b>

### ELABORATI:

SCHEDE: 1 ÷ 22

ALLEGATO S: Report registrazioni HVSR

Carta geologico-tecnica

Carta delle indagini

Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS\_1)

Carta delle microzonazione sismica 2



## 1 PREMESSA

L'Amministrazione comunale di Marostica a seguito dell'entrata in vigore della DGR n. 655 del 17.04.2012 finalizzata a finanziare indagini di microzonazione sismica, e per interventi strutturali di rafforzamento locale o di miglioramento sismico relative costruzioni pubbliche e private, ha incaricato il sottoscritto studio HgeO a redigere lo studio di Microzonazione di 1° Livello e ad effettuare l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano.

Gli accordi contrattuali hanno previsto anche lo studio di 2° Livello, pur non necessario per le finalità di finanziamento e di conoscenza richieste dalla citata DGR 655/2012.

Di seguito si illustrano le modalità esecutive del lavoro ed i risultati.

## 2 MODALITA' E INDIRIZZI DI LAVORO

La normativa vigente in materia prevede l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito, finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nei piani di governo del territorio, vengono codificate a livello procedurale mediante un approccio secondo 3 distinti livelli, con grado di dettaglio via via crescente (Figura 1). Per la definizione metodologica ci si è basato sulle procedure illustrate nei manuali prodotti dal Dipartimento della protezione Civile nazionale "Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica - parte I, II, III", ma anche alle procedure di altre realtà regionali visto che nel veneto manca ancora una direttiva per la classificazione sismica di livello superiore al primo. In particolare, ci si è avvalsi anche delle Linee guida emanate dalla regione Lombardia: Allegato 5 alla DGR 8/1566 del 2005 e la successiva D.G.R. 7374/ 2008 .

Il tutto confrontato con le disposizioni emanate sia dalla normativa vigente in materia per le costruzioni (DM 14.01.2008) e a quelle emanate con la OPCM 4007/ e DGR 655/2012.

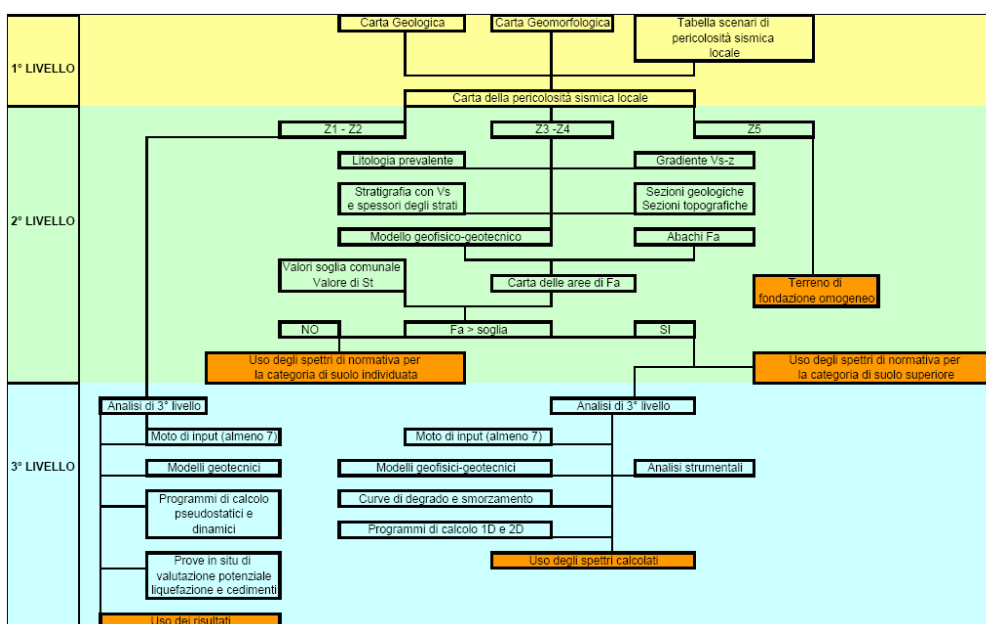


Tabella 1: Schema procedurale associato ai 3 livelli di indagine.

- Il primo livello di approfondimento consiste in un'analisi preliminare delle condizioni geologiche, geomorfologiche e morfologiche. In questo modo si individuano le aree suscettibili di effetti locali in cui effettuare gli studi successivi e fornisce indicazioni sugli approfondimenti necessari
- Il secondo livello è richiesta e ritenuta sufficiente nelle aree prive di particolari complicazioni, nelle quali sono attesi solo effetti di amplificazione. Per questi tipi di valutazioni si eseguono indagini geofisiche di tipo standard e una stima dei fattori di amplificazione tramite tabelle e formule.
- Il terzo livello è invece obbligatorio in fase di progettazione sia quando con il 2° livello si dimostra l'inadeguatezza della normativa sismica nazionale per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di amplificazione, sia per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione e contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse. Oppure, dove sono previsti opere ed edifici di rilevante interesse pubblico. Per questo tipo di analisi sono richieste indagini in sito e in laboratorio ed elaborazioni più approfondite.

Le sigle Zn della Figura 1 si riferiscono a scenari geologici e geomorfologici classificati in Lombardia, ma comunque confrontabili con le condizioni geologiche nel Veneto secondo la seguente Tabella, sia nelle condizioni, sia negli effetti.

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, depositi altamente compressibili, ecc.) Zone con depositi granulari fini saturi	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc.)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondovalle e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

Tabella 2: Tabella 2 - Scenari di pericolosità sismica locale

La procedura fa riferimento ad una sismicità di base caratterizzata da un periodo di ritorno di 475 anni (probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni) e può essere implementata considerando altri periodi di ritorno.

Scendendo, ora, nel particolare della procedura adottata, si fa notare che:

Il **Livello 1°** consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette la zonazione del territorio in termini dei diversi effetti prodotti dall'azione sismica, desunti sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, (quali la cartografia topografica di dettaglio, la cartografia geologica e dei dissesti) e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che saranno oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali (spessore delle coperture e condizioni stratigrafiche generali, posizione e regime della falda, proprietà indice, caratteristiche di consistenza, grado di sovraconsolidazione, plasticità e proprietà geotecniche nelle condizioni naturali, ecc.).

Lo studio consiste nell'analisi dei dati esistenti già inseriti nella cartografia di analisi del PAT (carta geologica, carta geomorfologica, carta idrogeologica, ecc.) e nella redazione di un'apposite cartografie denominate: Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica e Carta delle zone omogenee in prospettiva sismica dove viene riportata la perimetrazione areale delle diverse situazioni tipo come da Tabella 1, in grado di determinare gli effetti sismici locali.

Queste carte rappresentano il riferimento per l'applicazione dei successivi livelli di approfondimento:

Il **Livello 2°** permette la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi e l'individuazione, nell'ambito degli scenari qualitativi suscettibili di amplificazione (zone Z3 e Z4 della Tabella 1), di aree in cui la normativa nazionale risulta sufficiente o insufficiente a tenere in considerazione gli effetti sismici.

Il **Livello 3°** permette sia la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione sismica attesi per le sole aree in cui la normativa nazionale risulta inadeguata, sia la quantificazione degli effetti di instabilità dei versanti (zone Z1 della Tabella 1) e dei cedimenti e/o liquefazioni (zone Z2 della Tabella 2).

Per quanto riguarda le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche molto diverse (zone Z5 della Tabella 1) non viene richiesta la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore dello scenario inerente, in quanto tale scenario esclude la possibilità di costruzioni a cavallo dei due litotipi. In fase progettuale tale limitazione può essere rimossa qualora si operi in modo tale da avere un terreno di fondazione omogeneo.

### 3 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DEL TERRITORIO

Il Comune di Marostica - Codice ISTAT: 024057 – si trova nella parte nordorientale della Provincia di Vicenza. Il suo territorio si sviluppa per circa il 65% sui rilievi collinari appartenenti alle Prealpi vicentine, di cui occupa la porzione sudorientale, e per il restante 35% si estende in zona pianeggiante. I Comuni confinanti sono rispettivamente: Conco a Nord, Bassano del Grappa ad Est, Nove, Schiavon, Mason Vicentino, Pianezze e Molvena a Sud, Salcedo e Lusiana ad Ovest.

La superficie è di 36,4 Km<sup>2</sup> mentre il perimetro comunale è di 40'296 m.

Il territorio comunale si estende tra i Fogli nr. 37 III NE “Conco” e 37 III SE “Marostica” della cartografia IGM a scala 1:25.000. Nella Carta Tecnica Regionale a scala 1:10.000, è inserito nelle Sezioni nr. “103040 “Crosara, 103080 “Marostica”, 104010 “Bassano del Grappa” e 104050 “Nove”. Si veda la **Scheda 1** per l'inquadramento.

Gli insediamenti maggiori del Comune, oltre al capoluogo di Marostica che ospita la sede municipale, sono le località di Crosara, Marsan, Pradipaldo, San Luca, Valle San Floriano e Vallonara.

Le principali arterie stradali che interessano il territorio comunale sono: la SP 248 che delimita ad Ovest la porzione meridionale del Comune con orientazione circa Nord-Sud e arriva fino al centro di Marostica, dove prende orientazione NordEst-SudOvest fino all'abitato di Marsan lungo il confine orientale; la SP111 denominata Via S.S.248, che taglia con direzione NE-SW la porzione meridionale del Comune.

La rete idrografica principale si sviluppa nelle aree di fondovalle per quanto riguarda la parte centro settentrionale del Comune e nella zona di pianura per la porzione meridionale.

Nel fondovalle, tra le località di Vallonara e Valle San Floriano, i torrenti principali sono il Longhella, con andamento da NordOvest a SudEst e La Valletta, con sviluppo da Nord a Sud. Quest'ultimo confluisce nel torrente Longhella a monte dell'abitato di Marostica in località Ponte Campana. Il torrente Longhella prosegue verso valle, nella pianura, con direzione Nord-Sud fino alla località Levà di sotto, poi piega verso Est con tratto rettilineo.

Dal punto di vista altimetrico il territorio comunale si sviluppa tra la quota minima di circa 74 m s.l.m., rinvenuta nella parte sud, e la quota massima di circa 840 m s.l.m. corrispondente ai versanti nell'angolo NordEst del Comune, in località Spelonchette. L'abitato di Marostica si estende all'incirca tra 90 m s.l.m. e 110 m s.l.m. In particolare le quote del centro storico oscillano tra 100 e 101 m s.l.m.

La zona di pianura degrada regolarmente verso Sud. L'area collinare presenta una serie di dorsali sub parallele, con orientamento NordEst-SudOvest, intercalate da valli e vallette secondarie. La morfologia dell'area collinare è fortemente influenzata dall'assetto strutturale e tettonico del substrato roccioso.



## 4 PROCEDURA DI 1° LIVELLO

## 5 INQUADRAMENTO GEOLOGICO E TETTONICO DEL TERRITORIO

Il Comune di Marostica è compreso nella regione geologica del Sudalpino e in particolare è posto al margine meridionale delle Prealpi venete centrali.

Le formazioni rocciose che affiorano nell'area marosticana appartengono al periodo Giurassico – Paleogene (Oligocene) che copre l'intervallo di tempo compreso tra circa 195 milioni di anni fa e circa 22,5 milioni di anni fa.

### ***Litologie pre-quadernarie***

La successione cronologica delle litologie prequadernarie che caratterizzano l'area collinare di Marostica dalla più antica alla più recente è la seguente: *Calcari Grigi di Noriglio* (Giurassico inf.), *Rosso Ammonitico* (Giurassico med-sup.), *Biancone* (Giurassico sup.÷ Cretaceo sup.) *Scaglia Rossa* (Cretaceo sup. Eocene inf.), *Scaglia Cinerea* (Eocene inf. – med), *Calcareniti di Monte Gaggion* (Eocene med-sup.), *Formazione di Pradelgiglio* (Eocene sup.) *Formazione di Calvene* (Oligocene inf.), *Formazione di Salcedo* (Oligocene sup.)

- *Calcari Grigi di Noriglio*: nell'area di Marostica affiora la porzione sommitale di questa Formazione, indicata come Membro di Rotzo. Sono calcari micritici compatti, alternati a livelli di calcari oolitici, di colore da nocciola a rosato, con stratificazione da decimetrica a metrica. Localmente presentano fenomeni di dolomitizzazione e assumono aspetto cristallino. Lo spessore di questo membro è di circa 250 metri.
- *Rosso Ammonitico*: nella parte inferiore della formazione è un calcare massiccio dall'aspetto nodulare di colore rosa pallido con striature verdastre, passante nella porzione superiore a strati centimetrici, di colore rosso mattone e interstratificazioni argillose. Lo spessore nell'area è di circa 30 metri. Il passaggio con la formazione più recente del *Biancone* è graduale, sia per quanto riguarda la composizione litologica che per il colore.

*Calcari Grigi* e *Rosso Ammonitico* affiorano nell'angolo Nordoccidentale del Comune, lungo la s.p. del Rameston, ad ovest di Crosara e nella porzione Nordorientale del Comune tra le località Bressani, Fodati e Spelonchette.

- *Biancone*: è suddivisibile in una porzione medio-basale e una porzione sommitale. La porzione inferiore è un calcare micritico, di colore bianco, a frattura concoide, con stratificazione da centimetrica a decimetrica e lenti o letti di selce da grigia a nera. La porzione sommitale presenta stratificazione centimetrica, interstratificazioni argillose grigio-verdastre e colore grigiastro, con tracce di bioturbazioni. Lo spessore di tale formazione nell'area è di alcune centinaia di metri (400-500 m). Il passaggio con la formazione più recente della *Scaglia Rossa* avviene gradualmente, con livelli di spessore di 3-4 m di colore rosso mattone alternati a livelli di nuovo bianchi prima del limite superiore.

- Scaglia Rossa: è un calcare marnoso, con stratificazione da centimetrica a decimetrica, di colore rosato, con interstrati argillosi e lenti di selce rossa. Nella parte sommitale della formazione, delimitata da una superficie di hardground legata ad emersione, la stratificazione è a flaser, la grana più grossolana e il colore diventa rosso mattone (Scaglia Maastrichtiana). Lo spessore della formazione in condizioni indisturbate è di circa 200 metri.
- Scaglia cinerea: si tratta di un'alternanza tra calcari marnosi e marne fogliettate, in strati da centimetrici fino a 10-20 cm di spessore, di colore da giallastro a grigio. Lo spessore della formazione varia localmente da circa 40 m a circa 80 m.
- Calcareni di Monte Gaggion: sono costituite da calcareniti, marne glauconitiche e calcareniti massicce, ricche di Nummuliti e Discocicline, con stratificazione da irregolare a poco definita, di colore nocciola chiaro. Lo spessore della formazione è di circa 50 metri.
- Al tetto della formazione è presente localmente un livello di esiguo spessore (0.5 m÷1.2 m) di un conglomerato organogeno di colore rosso con ciottoli nerastri, che testimonia una fase deposizionale di tipo trasgressivo, denominato *Conglomerato di Grumale (o Calcarea di Malleo)*.
- Formazione di Pradelgiglio: la parte basale è costituita da arenarie calcarenitiche con intercalazioni sabbioso-argillose, mentre la porzione medio-superiore è composta da calcareniti organogene ricche di Nummuliti; lo spessore varia da circa 80 a 100 metri, la stratificazione passa da decimetrica a metrica fino a diventare indistinta; il colore varia dal grigio al nocciola.

Le formazioni dal Giurassico superiore all'Eocene superiore, ovvero il Rosso Ammonitico superiore, il Biancone, la Scaglia Rossa, la Scaglia Cinerea, le Calcareni di Monte Gaggion e la Formazione di Pradelgiglio affiorano nella fascia settentrionale del territorio comunale lungo il versante esposto a sud che si estende dalla valle del torrente Laverda ad ovest, fino a Pradipaldo verso est.

- Formazione di Calvene: la porzione basale è costituita dalle cosiddette *Arenarie di Mortisa*, ossia un'alternanza di livelletti conglomeratici e di arenarie silicee di colore grigio-giallastro, con stratificazione variabile da 30-40 cm e spessore complessivo tra i 10 e i 30 metri. La porzione centrale della formazione di Calvene è costituita da marne bioturbate arenacee o siltose con intercalazioni di calcari marnosi, arenarie silicoclastiche e calcareniti compatte. Il colore è grigio. La stratificazione va dai 15-25 cm per gli strati calcarenitici a spessori metrici per gli strati marnosi. Lo spessore complessivo è stimato, seppur con difficoltà per i numerosi piegamenti indotti dalla "Flessura pedemontana" in circa 400 metri.
- Formazione di Salcedo: si tratta di un complesso formato da depositi sedimentari intercalati a vulcaniti basiche. La porzione sedimentaria è composta da marne, arenarie marnose e calcari simili a quelli della formazione di Calvene. Il colore è grigio e la stratificazione passa da indistinta, per le marne e i prodotti vulcanici, a centimetrica per i livelli calcarenitici. I prodotti vulcanici sono per lo più basalti di colata, con fratturazione colonnare o a cuscino, e rocce

vulcanoclastiche da caotiche a moderatamente stratificate. Lo spessore della formazione varia dai 30-40 metri ai 60-70 metri.

Le formazioni di Calvene e di Salcedo affiorano e subaffiorano nella porzione centrale del territorio comunale, ossia in corrispondenza dei rilievi collinari dalle morfologie rotondeggianti che costituiscono il nucleo delle colline marosticane.

Durante il Miocene l'area emerge definitivamente e, cessando la sedimentazione, si interrompe la successione stratigrafica locale.

### **Litologie quaternarie**

Le litologie quaternarie comprendono tutti i depositi sciolti presenti nel territorio comunale. I depositi più significativi per spessore ed estensione si rinvennero nella porzione di pianura e nei fondovalle principali. Anche sui versanti sono presenti materiali sciolti ma in misura più limitata.

Di seguito si descrivono le varie tipologie quaternarie.

Le azioni che hanno dato luogo e forma ai sedimenti quaternari sono molteplici e diversificate (azione glaciale e fluvioglaciale, divagazione fluviale, erosione concentrata e diffusa sui versanti delle acque superficiali, etc.).

Dal punto di vista stratigrafico l'area pianeggiante del Comune di Marostica è costituita dal rimaneggiamento fluvioglaciale e fluviale dei prodotti di disfacimento provenienti dalle Prealpi ed Alpi Venete. I depositi quaternari dell'area collinare sono il prodotto del più recente disfacimento in posto del substrato roccioso e del rimaneggiamento da parte delle acque superficiali.

Le litologie sciolte presenti nel Comune di Marostica sono i *depositi alluvionali* fini della porzione alta della pianura di Marostica e dei fondovalle dei torrenti Valletta e Longhella, i *depositi alluvionali e fluvioglaciali* della bassa pianura marosticana, i *depositi dei conoidi torrentizi* all'uscita dei principali tratti torrentizi, i *depositi detritici di falda* alle spalle dell'abitato di Marostica, i *depositi detritici eluviali-colluviali* che ammantano i versanti, gli *accumuli di frana* per colata o scorrimento .

I depositi fluviali e fluvioglaciali della bassa pianura marosticana sono costituiti da ciottoli e ghiaie arrotondati immersi in matrice sabbioso-limosa. Essi sono legati alle acque di scioglimento glaciale dei vari corsi d'acqua che scendevano dai rilievi alla fine dell'ultima glaciazione. Il sistema fluviale principale a cui appartengono è quello del megafan del Brenta che divagava nelle epoche precedenti fino al corso attuale dell'Astico.

Sopra i vecchi depositi del Brenta si rinvennero i depositi del conoide del torrente Longhella, caratterizzati da ghiaie e ciottoli immersi in matrice limoso-argillosa debolmente sabbiosa. Il conoide è prodotto dalle acque torrentizie cariche di detriti derivanti dall'alterazione dei pendii che uscendo dalla zona collinare e incontrando la riduzione di pendenza della pianura, depositavano il materiale trasportato sia in destra che in sinistra fino a creare il cono. Tale forma è attualmente

riconoscibile dalle quote del piano campagna e costituisce la zona elevata su cui si è impostato il nucleo dell'abitato di Marostica.

Altro conoide secondario è legato al solco torrentizio che scende dalla Contrada Roveredo alto e sfocia ad ovest del centro di Marostica, tra le località Panica e Villa dei Sogni. Altri coni minori sono presenti nella parte medio alta della valle del torrente Longhella e sono delimitati nella carta geomorfologica che descriveremo più avanti. Dal punto di vista litologico sono stati invece accorpati ai depositi alluvionali.

I depositi alluvionali legati ai fondovalle dei torrenti Longhella e Valletta, derivanti dalle deposizioni dei materiali fuori alveo, sono fini ovvero costituiti da limi argilloso-sabbiosi con elementi ghiaiosi poiché derivano dall'alterazione dei terreni marnosi e vulcanici argillificati, che costituiscono maggior parte delle colline marosticane. Depositati alluvionali fini si rinvengono anche nella porzione alta della pianura di Marostica.

I depositi detritici di falda si formano ai piedi dei pendii per alterazione delle litologie dei versanti soprastanti. Sono composti da elementi ghiaiosi immersi in matrice fine limoso-sabbiosa. La falda detritica più sviluppata è quella ai piedi della dorsale tra Roveredo alto e il Castello superiore e quella tra i rilievi di S. Benedetto, Monte Glosò e S. Agata.

I depositi detritici eluviali e colluviali sono rispettivamente prodotti di alterazione e disfacimento della roccia in posto e accumuli di materiali rimossi dalla loro posizione originaria e ridepositati in corrispondenza di aree morfologicamente più depresse. La loro composizione è quindi variabile localmente in funzione delle litologie da cui derivano. Dove le rocce del substrato sono calcarenitiche ad esempio prevalgono i termini sabbiosi mentre dove le rocce sono marnose o vulcaniche prevalgono i termini limoso-argillosi.

Tali depositi ammantano gran parte dei rilievi marosticani dato il locale carattere di erodibilità delle litologie del substrato, ma sono cartografati solo quelli più significativi.

### **Assetto tettonico**

Il Comune si estende in parte sul fianco della scarpata meridionale dell'Altopiano dei Sette Comuni e in parte sulla pianura vicentina posta ai piedi della scarpata stessa - **Scheda 2**.

La struttura che caratterizza questa porzione di rilievi è la cosiddetta "Flessura Pedemontana", i cui limiti sono la Linea Schio-Vicenza a Ovest e l'*accidente trasversale* Fadalto-Vittorio Veneto ad Est<sup>1</sup>. Si tratta di una piega definita "a ginocchio", composta da un'anticlinale principale posta a Nord, associata ad una sinclinale, posta a Sud, separate da un piano di faglia inversa definito sovrascorrimento. Tale flessura viene più recentemente anche denominata "*flessura-faglia di Caltrano*" o "*flessura di Caltrano*". Si tratta di uno sovrascorrimento sudvergente, con direzione ENE-WSW, che cominciò a formarsi già a partire dall'Eocene superiore e continuò ad evolversi durante il Neogene.

---

<sup>1</sup> Tratta da "La flessura pedemontana del Veneto centrale: anticlinale di rampa a sviluppo bloccato da condotti vulcanici – Caputo e Bosellini (1994) – estr. da Atti Ticinensi di Scienze della Terra, serie speciale, Vol.I Dip. Sc. Della Terra Pavia"

L'Anticlinale ha coinvolto i terreni triassico-cretacei di natura prevalentemente carbonatica, mentre la sinclinale ha interessato i terreni eocenico-oligocenici di natura prevalentemente marnosa e vulcanica. Il sovrascorrimento ha quindi sollevato i terreni più antichi ed abbassato i terreni più recenti creando una successione stratigrafica rovesciata. Oltre alle due pieghe principali ora descritte il substrato roccioso è stato coinvolto in un sistema di piegamenti minori, comunque direttamente dipendenti da quelli a grande scala. Le litologie infatti risultano intensamente coinvolte in pieghe tipo parallelo o concentrico o chevron, etc., dalle dimensioni di qualche metro.

Nell'area di Marostica la successione rovesciata mostra i terreni più antichi, quali Calcari Grigi, Rosso Ammonitico, Biancone e Scaglia affioranti sui versanti nella parte alta del territorio, mentre i terreni più recenti eocenico-oligocenici, quali Formazione di Pradelgiglio, Formazione di Calvene e Formazione di Salcedo, affioranti in corrispondenza delle colline alle quote minori. Gli strati delle formazioni hanno inclinazione generale verso sud, con angoli che variano da sub verticali a circa 20°-40°, a causa dei fitti piegamenti.

Associate alle pieghe principali della Flessura sono presenti una famiglia di fratture con direzione NNW-SSE che interseca le pieghe stesse. Tali fratture sono meglio rilevabili nei terreni carbonatici e si ipotizza che si siano formate proprio nelle prime fasi della deformazione e dei piegamenti (**Scheda 3**).

Le modalità con cui i terreni della serie stratigrafica locale si sono deformati e fratturati, ovvero il loro comportamento reologico, ha permesso di riunirli in tre unità reologiche: Unità carbonatica inferiore (U.C.I.) che comprende la Dolomia Principale e i Calcari Grigi; Unità carbonatica superiore (U.C.S.) che comprende le formazioni del Rosso Ammonitico, del Biancone e della Scaglia Rossa; Unità vulcanico-sedimentaria (U.V.S.) che comprende le marne, i calcari marnosi, le calcareniti, le arenarie, i basalti e le rocce vulcano clastiche eocenico-oligoceniche.

Nell'Unità carbonatica inferiore le strutture deformative sono di tipo fragile e sono quindi accompagnate da pieghe a largo raggio e intensa fratturazione. Nell'Unità carbonatica superiore invece le deformazioni sono di tipo duttile e quindi danno luogo a maggior numero di piegamenti ma a minor scala, che nell'unità sottostante. Le pieghe che si originano hanno forma angolare, con tipico assetto a zigzag o a denti di sega. Le litologie in cui sono ben visibili tali pieghe sono il Biancone e la Scaglia Rossa, ad esempio lungo la strada che collega Pradipaldo a Fodati.

Nonostante il comportamento generalmente duttile dell'unità carbonatica superiore i piegamenti sono avvenuti comunque per scorrimento (i.e. deformazione fragile).

L'analisi strutturale delle tre unità reologiche ha evidenziato variazioni nette di stile tettonico al limite tra le unità stesse. Al tetto e al letto dell'Unità carbonatica superiore infatti si sono riscontrati scollamenti dalle unità adiacenti e numerosi piani di taglio.

La terza unità reologica, comprendente terreni vulcanici e sedimentari marnoso-arenacei, ha avuto anch'essa un comportamento rigido, causato proprio dalle intrusioni vulcaniche che la costituiscono, le quali provenendo dal mantello terrestre hanno attraversato tutta la serie stratigrafica locale "inchiodandola" al basamento cristallino. Tali intrusioni vulcaniche hanno quindi ostacolato e poi bloccato definitivamente i movimenti verso Sud dell'unità carbonatica superiore,

inducendo così la formazione di piegamenti e sovrascorrimenti retrovergenti (verso Nord), prima dell'arresto definitivo. Da parte sua l'unità vulcanico-sedimentaria ha assorbito il contrasto con l'unità carbonatica superiore con la generazione di sovrascorrimenti superficiali definiti sistema di sovrascorrimenti a sandwich.

## 6 CARATTERIZZAZIONE SIMOGENETICA DEL TERRITORIO

La classificazione sismogenetica nazionale (**ZS9**) fa ricadere il Veneto nelle zone 905 e 906 (**Scheda 4**). La zona 905 comprende la fascia pedemontana tra Bassano del Grappa e il confine con il Friuli-Venezia Giulia; la zona 906 si estende lungo la fascia pedemontana da Bassano fino al Lago di Garda.

Il tipo di fagliazione a cui imputare i terremoti verificatisi in queste due aree è quello di faglia inversa, dovuta a movimento compressivo legato alla convergenza tra placca adriatica ed europea, con profondità ipocentrale media stimata di 8 Km. Il Comune di Marostica ricade nella porzione orientale della zona 906.

Altra fonte di dati per quanto riguarda le sorgenti sismogenetiche, ossia le strutture responsabili dei vari terremoti, è costituita dal **DISS** (Database of Individual Seismogenic Sources), redatto da ricercatori dell'INGV a partire dagli anni '90. In tale database sono individuate sorgenti individuali (IS), composite (CS) o dibattute (DS). Tale database, aggiornato ed evoluto nel tempo, costituisce uno strumento per lo sviluppo di modelli di pericolosità sismica ed è ritenuto a tutt'oggi il più avanzato archivio di sorgenti sismogenetiche in ambito europeo.

Le sorgenti individuali (IS) rappresentano una struttura certa o presunta, associata ad almeno un evento sismico significativo ( $M > 5.5$ ) riportato nel database o riconosciuto tramite indagini paleosismologiche.

Le sorgenti composite (CS) invece rappresentano un'area di inviluppo che può comprendere le località di più eventi significativi del passato o di possibili eventi in futuro.

Le sorgenti dibattute (DS) comprendono aree su cui non c'è ancora concordanza interpretativa.

La fascia pedemontana veneta ricade nelle IS101, IS102, IS 113, IS 124, IS 125 e IS127, mentre è compresa nelle CS007 e CS060 (**Scheda 5**).

In particolare la zona di Marostica ricade nella CS007 Thiene-Cornuda, che si estende da Schio a Cornuda; essa è caratterizzata da Magnitudo  $M_w = 6.6$  e rappresenta un segmento di sovrascorrimento sudvergente, frammentato da elementi trasversali, coinvolto nella genesi degli eventi sismici maggiori fino a profondità modeste (7-9 km) (**Schede 6 a e 6b**).

Il Comune di Marostica ricade anche nella sorgente individuale IS127 Thiene-Bassano che risulta quiescente in epoca storica. Ad essa vicina tuttavia è la IS102 Bassano-Cornuda alla quale viene associato il terremoto di Aolo del 25 febbraio 1695 con  $I_0 = IX-X$  MCS e  $M_w = 6.61$  che risulta il sisma più intenso nella storia del Veneto.

Il Veneto in un recente studio<sup>2</sup> da parte dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale (OGS), che fornisce il Servizio di monitoraggio e allarme sismico alla Protezione Civile Regionale, è stato suddiviso in 9 "distretti sismici" sulla base di dati sismologici, elementi geologico-strutturali e informazioni relative alla cinematica e alla tettonica attiva (**Scheda 7**).

"Un distretto sismico è un'area all'interno della quale si ritiene che i terremoti possano essere identificati da alcuni elementi sismogenetici comuni".

I distretti sismici veneti sono i seguenti:

1. Giudicarie (G)
2. Lessini-Schio (L)
3. Pedemontana Sud (PS)
4. Pedemontana Nord (PN)
5. Alpago-Cansiglio (A)
6. Claut ( C )
7. Alto Bellunese-Dolomiti (B)
8. Pianura Veneta Est (PVE)
9. Pianura Veneta Ovest (PVO)

Il territorio di Marostica ricade nella parte occidentale del **distretto Pedemontana Sud** (PS), delimitato a Ovest dal lineamento della Schio-Vicenza (SCHV), ad Est dal margine occidentale del massiccio del Cansiglio, che fa parte degli elementi paleogeografici riconducibili alla strutturazione della Piattaforma Friulana, a Nord dall'Altipiano di Asiago e a sud dalla pianura lungo l'asse Vicenza-Treviso (**Scheda 7**).

Tale distretto comprende la Flessura Pedemontana (FP), da cui trae il nome, come elemento geologico-strutturale principale, ovvero un sovrascorrimento detto piega a ginocchio, con asse ENE-WSW e vergenza S-SE; il sovrascorrimento detto Linea Bassano-Valdobbiadene (BV) a sviluppo ENE-WSW, localizzata nella porzione di pianura a sud dei rilievi prealpini e il sovrascorrimento del Montello (M), a sviluppo ENE-WSW ubicata al di sotto della pianura a sud del rilievo del Montello. In accordo con tali importanti elementi sono presenti inoltre vari sovrascorrimenti e pieghe minori con andamento parallelo e linee trascorrenti ad esse ortogonali con funzione di svincolo.

L'assetto strutturale di tale distretto trae origine dall'evento compressivo del Messiniano-Pliocene, propagatosi all'interno della catena sudalpina e sovrapponendosi su sistemi già strutturati.

Questo distretto presenta anche attualmente una notevole attività tettonica che si manifesta tramite una velocità di compressione di qualche mm/anno. La stretta di Quero e il Montello sono gli elementi geologici e morfologici appartenenti al distretto Pedemontana Sud che suscitano

---

<sup>2</sup> Vedi: M. Sugam, L. Peruzza "Distretti sismici del Veneto" – Centro Ricerche sismologiche, Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale Cussignacco (UD) e Sgonico (Ts) - pubbl. su Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. 52 n.4 supplement, Dicembre 2011

maggiore interesse dal punto di vista delle faglie attive e quindi sismico. Tuttavia il potenziale sismico della zona è ancora dubbio, in quanto non si comprende la relativa assenza di sismicità delle sue faglie classificate come “capaci” di generare forti terremoti.

### 6.1 SISMICITÀ STORICA DEL DISTRETTO

La ricostruzione storica dei terremoti si basa sul Catalogo parametrico dei terremoti italiani (CPTI04, poi aggiornato al CPTI11), realizzato per creare la mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale. Tale catalogo comprende 2550 eventi, dal 217 a.C. al 2002, aventi una soglia di intensità epicentrale  $I_0 \geq V/VI$  della scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg) o magnitudo da onde di superficie  $M_w^3 \geq 4.0$ .

Il distretto Pedemontana Sud (**Scheda 8**) è stato interessato da un evento distruttivo risalente al **25 febbraio 1695** localizzato nella zona di **Asolo**. Tale sisma ha avuto l'intensità più alta tra i sismi registrati in Veneto, pari a  $I_0=IX-X$  MCS, e magnitudo  $M_w=6.61$ , che risulta paragonabile a quella dei massimi eventi registrati in Friuli durante il terremoto del 1976. Tale sisma ha raggiunto la soglia della distruzione e ha interessato pesantemente l'area tra Bassano del Grappa e Valdobbiadene. Si sono registrati poi numerosi altri eventi che hanno superato la soglia del danno posta a  $I_0=VI$  MCS.

Per quanto riguarda l'intero Distretto gli eventi antichi più importanti sono:

- il terremoto del 778 con epicentro Treviso,  $I_0=VIII-IX$  MCS e  $M_w=5.84$ ;
- il terremoto del 1268, sempre a Treviso, con  $I_0=VII-VIII$  MCS e  $M_w=5.37$ .

L'evento maggiore degli ultimi due secoli risale al **12 giugno 1836**, con epicentro **Bassano del Grappa**, che ha raggiunto la soglia del danno significativo con  $I_0=VII-VIII$  MCS e  $M_w=5.48$ . Si ricordano inoltre una serie di eventi dannosi, riferiti alla seconda metà del XIX secolo.

In particolare per *Bassano del Grappa* è riportato l'evento del 12/6/1836 ( $I_0=VII-VIII$  MCS); per *Valdobbiadene* sono riportati gli eventi del 19/7/1860 ( $I_0=VII$  MCS), del 10/6/1895 ( $I_0=VI-VII$  MCS), del 4/3/1900 ( $I_0=VI$  MCS) e del 24/7/1943 ( $I_0=VI-VII$  MCS); per *Asolo* sono riportati gli eventi del 25/2/1695 ( $I_0=IX-X$  MCS); del 14/4/1887 ( $I_0=VII$  MCS), del 12/7/1919 ( $I_0=V-VI$  MCS) e del 12/9/1921 ( $I_0=IV$  MCS).

Nella sottostante Figura 1 è riportato un grafico che illustra la relazione tra Intensità, scossa, effetti e magnitudo di un sisma, per comprendere i valori dei terremoti sopra elencati.

---

<sup>3</sup>  $M_w$ = magnitudo momento;  $M_D$  = magnitudo di durata;  $M_L$  = magnitudo locale



Intensità $I_{MCS}$	Scossa	Effetti	MAW - MD
I	strumentale		$\leq 2.6 - 2.3$
II	leggerissima		3.0 - 2.7
III	leggera		3.4 - 3.0
IV	mediocre	Percezione	3.9 - 3.4
V	forte		4.3 - 3.9
VI	molto forte		4.8 - 4.5
VII	fortissima	Danno	5.1 - 4.9
VIII	rovinosa		5.5
IX	disastrosa		5.9
X	disastrosissima	Distruzione	6.5
XI	catastrofica		7.0
XII	grande catastrofe		$> 7.3$

Figura 1: relazione orientativa tra intensità macrosismica, effetti e magnitudo strumentali

## 6.2 SISMICITÀ STRUMENTALE DEL DISTRETTO

Le registrazioni strumentali dal 1977 in poi indicano una sismicità dell'area da bassa a moderata, con vari eventi di magnitudo maggiore a 3, che è il limite teorico della soglia di percezione di un sisma. Tali eventi risultano localizzati nella porzione esterna della catena alpina, ossia in corrispondenza della Flessura Pedemontana e della zona del Montello.

Dal 1977 al 2010 la magnitudo massima  $M_D$  registrata nell'area della Pedemontana Sud è pari a 3.3 e riguarda gli eventi riportati nella **Scheda 9**.

Eventi con  $M > 3.0$  sono avvenuti lungo il corso del Brenta nel 2002 a maggio, luglio e settembre e nel 2006; tra il dicembre 2004 e gennaio 2005 grazie ad una campagna di monitoraggio con stazioni mobili si è registrato nell'area di Valdobbiadene uno sciame sismico con magnitudo tra 1.7 e 3.3; l'evento più intenso si è registrato il 4 dicembre 2004 ( $M_D = 3.3$ ); il 6 dicembre 2009 nella zona del Monte Grappa sono stati registrati due eventi con  $M_D$  di 2.7 e 3.3. Nella zona del Montello si sono avuti gli eventi del 9 ottobre 2008 con  $M_D = 3.3$  e del 23 giugno 2010 con  $M_D$  circa = 3.2.

Il 13 settembre 2011 si è avuto un evento con  $M_L = 3.7$  percepito molto bene a Moriago della Battaglia che rappresenta il sisma più energetico rilevato in epoca strumentale nel distretto in oggetto.

Si riporta tuttavia anche l'evento del 14 ottobre 1980 con  $M_D = 4.0$ , avvenuto a Mel, nel distretto della Pedemontana Nord, al confine con la Pedemontana Sud, essendo il terremoto più forte degli ultimi decenni avente una prevalente componente trascorrente.

I meccanismi focali di tali eventi sono in genere di tipo dip-slip (estensionali) e trascorrenti.

L'analisi della distribuzione temporale dei terremoti nel distretto della Pedemontana Sud di cui il Comune di Marostica fa parte, evidenzia una sismicità recente modesta ma al contrario una

sismicità passata molto elevata, concentrata soprattutto nella porzione orientale del distretto. A questa area infatti è associato il terremoto di Asolo del 1695 ( $I_0=IX-X$  MCS,  $M_w=6.61$ ) a cui è stato attribuito il più alto livello di intensità macrosismica fino ad ora rilevato per il Veneto e il terremoto di Bassano del 1836 ( ) che costituisce il sisma più intenso degli ultimi 200 anni. In seguito a questi eventi i comuni della porzione orientale del distretto pedemontana sud sono stati inseriti in zona sismica II già con l'ordinanza del 1982 mentre i comuni della porzione occidentale, tra cui Marostica, ricadono con l'Ord. 3274/03 in zona 3.

### 6.3 NEOTETTONICA E SORGENTI SISMOGENETICHE

La fase tettonica attuale (neotettonica) è caratterizzata da regime compressivo legato allo scontro tra microplacca Adria e placca Europea, che porta nell'area veneta e in particolare nel distretto Pedemontana Sud a processi di sollevamento e raccorciamento crostale che arriva ai valori massimi nell'area del Friuli centrale. Le misure geodetiche hanno fornito dati per modelli cinematici del movimento della microplacca Adria che stimano una convergenza di 2-3 mm/anno. Le datazioni su alcuni terrazzi fluviali<sup>4</sup> evidenziano un tasso costante di scorrimento negli ultimi 300.000 anni di 1.8-2 mm/anno per la sola faglia del Montello. Le strutture neotettoniche di maggior significato sono i sovrascorrimenti con orientazione ENE-WSW; seguono in ordine di importanza retroscorrimenti e faglie subverticali ad orientamento NW-SE con prevalente componente trascorrente.

Le sorgenti sismogeniche più attive, individuate dal DISS, sono: la sorgente individuale *Thiene-Bassano* (ITIS127), risultante quiescente in epoca storica, la struttura *Bassano-Cornuda* (ITIS102), cui viene associato il terremoto di Asolo del 25 febbraio 1695, nonché la sorgente individuale di *Monte Grappa* (ITIS113) (**Schede 10 e 11**). Quest'ultima viene interpretata come il *back-thrust* della più grande sorgente di Bassano-Cornuda, e ad essa è associato il terremoto di Bassano del 1836,  $MW=5,48$ .

Il Comune di Marostica rientra nella *classe 3* della nuova zonizzazione sismica con grado di accelerazione orizzontale al suolo ( $\alpha_g$ ) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni tra 0,05 e 0,15g e con accelerazione orizzontale di ancoraggio allo spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) pari a 0,15 g.– **Scheda 12**.

Classe 1 - E' la zona più pericolosa, dove possono verificarsi forti terremoti. Sismicità alta, PGA oltre 0,25g.

Classe 2 - Nei comuni inseriti in questa zona possono verificarsi terremoti abbastanza forti. Sismicità media, PGA fra 0,15 e 0,25g

Classe 3 - I Comuni interessati in questa zona possono essere soggetti a scuotimenti modesti. Sismicità bassa, PGA fra 0,05 e 0,15g.

Classe 4 - E' la meno pericolosa. Nei comuni inseriti in questa zona le possibilità di danni sismici sono basse). Sismicità molto bassa, PGA inferiore a 0,05g.

La Regione Veneto con Deliberazione del Consiglio regionale n.67/2003 ha recepito la

---

<sup>4</sup> Benedetti et al., 2000

classificazione sismica del territorio comunale stabilita con la citata ordinanza n. 3274/2003 e per tale zona prescrive che per *“i comuni che ricadono nella zona 3 non sono necessari né il deposito dei progetti, ai sensi della citata legge n. 64/1974, né gli adempimenti successivi, fermo restando l’obbligo di progettazione antisismica. A tal fine il progettista è tenuto ad allegare al progetto l’attestazione di aver tenuto conto che le calcolazioni sono conformi alle normative sismiche vigenti”*.

Con successiva D.G.R. n.71/2008, la Regione Veneto ha preso atto, tra l’altro, di quanto disposto della successiva ordinanza n.3519/2006.

Con D.G.R. n. 3308 del 4.11.2008 sono state approvate, in applicazione delle nuove norme tecniche sulle costruzioni in zona sismica, le indicazioni per la redazione e la verifica della pianificazione urbanistica. Infine con Decreto nr. 69/2010 sono state emanate le Linee guida relative ai PAT/PATI.

Parimenti sono da seguire le disposizioni emanate con il D.M. 14.01.2008 e la successiva Circ. Min. 617/2009 per zone con tale grado di sismicità.

Di seguito si illustrano le Cartografie prodotte per il Livello di analisi sismica 1.

## **7 CARTA GEOLOGICO TECNICA**

La procedura di 1° Livello si basa sull’identificazione degli elementi geologici, idrogeologici e geomorfologici presenti nel territorio comunale, che hanno valenza dal punto di vista sismico, ossia possono dare amplificazione sismica.

L’amplificazione può essere di tipo stratigrafico o topografico.

L’amplificazione stratigrafica è legata alla tipologia litologica, allo spessore dei materiali sciolti di copertura, al grado di fratturazione degli ammassi rocciosi, al grado di consolidamento dei depositi sciolti, al contatto tra litologie molto differenti.

L’amplificazione topografica è dovuta alla concentrazione delle onde sismiche in corrispondenza di particolari forme territoriali quali: creste, cime isolate, orli di scarpata o di terrazzo, conoidi e falde detritiche.

### **AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA**

#### **Suoli**

Nel valutare l’amplificazione stratigrafica si suddividono i terreni in due categorie in funzione del valore  $V_s$  (m/s) ossia della velocità di propagazione delle onde di taglio nei terreni stessi. Per la risposta sismica si suddividono i terreni in **suoli A**, non amplificabili, con  $V_s > 800$  m/s, e **suoli diversi da A**, con  $V_s < 800$  m/s.

Nella sottostante Tabella sono riportate le varie categorie di suoli, suddivise in base ai valori di  $V_s$ .


Categoria di suolo	Descrizione	Esempi di depositi quaternari associati
<b>A</b> $V_s > 800$ m/s	- rocce di basamento (es: filladi) - rocce sedimentarie massive o in banchi spessi (es: calcari, dolomie, arenarie ben cementate), con fratturazione debole o assente, affioranti o coperte da depositi quaternari di spessore non superiore a 3 metri	- depositi glaciali di fondo fortemente consolidati
<b>diversa da A</b> $V_s < 800$ m/s   $V_s$ decrescente	- depositi clastici molto grossolani, ghiaie e sabbie cementate - rocce sedimentarie a stratificazione sottile. - rocce tenere (es: marne) - rocce di basamento o sedimentarie massive molto fratturate	- depositi glaciali di fondo normal consolidati - detrito di falda cementato - accumuli di frana a grossi blocchi - depositi alluvionali grossolani cementati
	- ghiaie e sabbie normalmente consolidate e non cementate	- depositi glaciali non consolidati - detrito di falda non cementato - depositi alluvionali - coltre detritico-colluviale
	- depositi di sabbie fini, silt o argille non consolidate - torbe - depositi vulcanici sciolti recenti	- depositi alluvionali fini - depositi transizionali (di laguna, deltizi, di cordone litorale ecc.) - coltre eluvio-colluviale

Tabella 3: Proposta di categorie di suolo (tratta da “Linee guida per la realizzazione dello studio di compatibilità sismica per i Piani di Assetto del Territorio comunali e intercomunali- DGR n. 3308/2008”)

Le formazioni rocciose aventi  $V_s > 800$  m/s e i soprastanti depositi quaternari con spessore  $< 3$  m (o  $< 5$  m<sup>5</sup>) per , sono considerati bedrock sismico, che non genera cioè amplificazione stratigrafica. Le restanti litologie con  $V_s < 800$  m/s sono considerate amplificabili e quindi “sensibili” all’azione di un sisma.

Nella Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica quindi si distinguono i terreni di categoria A, denominati con la sigla SNA (Suoli Non Amplificabili), dai terreni diversi da A, identificati con le sigle SA1, SA2, SA3, etc. (Suoli Amplificabili), in funzione del loro valore di  $V_s$ .

Per circostanziare le caratteristiche litologiche si riportano in Carta anche le indagini geognostiche e geofisiche esistenti, evidenziando quelle che hanno raggiunto il substrato roccioso.

Nella medesima carta si possono specificare, se presenti, anche le zone con rocce fortemente fratturate o cataclasate, la presenza di faglie e fratture, la presenza di rocce e terreni quaternari coinvolti in frane. Anche i limiti tra litologie con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse tra loro vanno segnalati poiché danno luogo ad effetti di amplificazione nel passaggio delle onde da un mezzo all’altro.

Non da ultimo risulta utile segnalare le zone con profondità della falda freatica  $\leq 15$  m dal p.c. per identificare le eventuali aree potenzialmente esposte a fenomeni di liquefazione in caso di presenza di terreni sabbioso-limosi sciolti.

Per il territorio di Marostica sono stati classificati come suoli di tipo A, non amplificabili (SNA), i

<sup>5</sup> *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica Parti I e II, Settembre 2008 a cura della Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile*

Calcari Grigi e il Rosso Ammonitico inferiore perché si tratta di rocce sedimentarie calcaree, massicce, quindi con stratificazione indistinta. Tali litologie affiorano o subaffiorano nell'angolo NW del Comune in località Prialunga, lungo la strada del Rameston e nell'angolo NE tra le località Spelonchette, Bressani e la Val degli Speroni.

La successione stratigrafica locale che comprende il Rosso Ammonitico superiore, il Biancone, la Scaglia Rossa, la Scaglia Cinerea, le Calcareniti di Monte Gaggion e la Formazione di Pradelgiglio sono stati classificati come suoli amplificabili SA1 perché si tratta di calcari e calcareniti con stratificazione da decimetrica a centimetrica, con intercalazioni marnose. Tali litologie amplificabili affiorano o subaffiorano lungo la fascia settentrionale del territorio comunale in corrispondenza del pendio rivolto a meridione che si estende dall'abitato di Crosara a Pradipaldo.

I terreni della Formazione di Calvene e la componente sedimentaria della Formazione di Salcedo sono stati classificati come suoli amplificabili SA2, poiché si tratta di un complesso di marne, calcari marnosi, areniti e calcareniti, con stratificazione da centimetrica a decimetrica, fino a metrica per le porzioni marnose. Tali terreni costituiscono il substrato roccioso delle colline marosticane e affiorano quindi nella porzione centrale del territorio comunale.

La frazione vulcanica della formazione di Salcedo, costituita da basalti e rocce vulcanoclastiche in genere, è classificata come suoli amplificabili SA3. Essa è priva di stratificazione ma si presenta con struttura a cuscino o a fatturazione colonnare nel caso dei basalti. Tali litologie affiorano in maniera discontinua in corrispondenza delle dorsali collinari che formano i rilievi di Marostica.

I terreni sciolti che costituiscono le coperture eluviali-colluviali dei versanti, le falde detritiche, i depositi di frana e i depositi alluvionali di fondovalle e di pianura sono stati classificati come suoli amplificabili SA4, in quanto normalconsolidati o talora sciolti. I maggiori spessori di tali depositi si rinvencono nella porzione medio-bassa del Comune in corrispondenza della pianura e nel fondovalle dei torrenti Longhella e La Valletta.

### **Limiti litologici**

Oltre alla classificazione dei terreni sono stati evidenziati i contatti tra litologie molto diverse poiché come già sottolineato tali zone possono essere sede di particolare amplificazione stratigrafica.

Per il territorio di Marostica si sono evidenziati i limiti di contatto tra le rocce sedimentarie e quelle vulcaniche, poiché si tratta del passaggio tra ammassi rocciosi stratificati e ammassi più omogenei e si tratta inoltre del contatto tra rocce con diverso peso specifico e diverso grado di alterazione fisico-chimica.

E' importante identificare le aree di contatto tra litologie diverse in quanto in queste fasce le onde sismiche trovandosi ad attraversare mezzi diversi subiscono fenomeni di riflessione e rifrazione con effetti amplificati sulle strutture di superficie.

### **Faglie**

Oltre ai limiti normali tra unità litologiche diverse, ossia legati a semplici cambiamenti del tipo di ambiente deposizionale, vengono inserite nella Carta anche le linee di faglia, in quanto esse sono tra le principali responsabili di contatti netti tra litologie differenti e sono comunque zone di spaccatura e di intensa frizione.

Tra le linee di faglia da considerare quelle “capaci” sono tra le più importanti, in quanto essendo faglie sismiche con indizi di attività negli ultimi 40.000 anni possono riattivarsi e quindi produrre deformazioni in superficie (**Scheda 13**).

Il Comune di Marostica è inserito nel fianco meridionale della Flessura Pedemontana ed è quindi caratterizzato lungo il margine settentrionale dal sovrascorrimento denominato Linea Bassano-Valdobbiadene (nr. 45), legato a tale struttura (**Scheda 14**). Si tratta di una faglia la cui attività si riscontra dall'evoluzione di scarpate tettoniche e da deformazione di depositi continentali che poggiano su strutture collegate a tale faglia. Il sollevamento della Flessura viene stimato in circa 0.5-1 mm/anno.

Altra faglia importante passa al di sotto dei depositi quaternari della pianura a sud di Marostica e perciò viene segnata con tratteggio. Si tratta della nr. 51 detta Linea di Aviano o Linea del Montello (**Scheda 15**). E' un sovrascorrimento sudvergente, parallelo alla Flessura pedemontana, con evidenze di superficie morfotettoniche tipo una brusca rottura del pendio sulla conoide del Brenta e un dislivello di circa 3 m della sua porzione meridionale.

Nella **Scheda 16** è riportato un estratto della zona di Marostica tratto dal Progetto ITHACA (sito ISPRA), in cui si vedono i tracciati delle faglie capaci ora descritte.

### **Aree con soggiacenza < 15 m**

Nella Carta si sono anche evidenziate le aree aventi una soggiacenza della falda freatica  $\leq 15$  m, così da individuare le zone che potrebbero essere interessate da fenomeni di liquefazione in presenza di eventuali terreni sciolti a prevalente componente sabbioso-limoso.

Per il territorio di Marostica, sulla base del livello freatico individuato nelle indagini geognostiche a disposizione e sulla base delle litologie, è stata indicata come area a possibile liquefazione il fondovalle dei torrenti La Valletta e Longhella, che incide il nucleo centrale delle colline marosticane e la fascia di territorio alla base della dorsale collinare alle spalle di Marostica.

### **AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA**

Il fenomeno dell'amplificazione topografica è legato alla focalizzazione delle onde sismiche in corrispondenza di particolari elementi topografici e morfologici quali: creste, rilievi isolati, scarpate superficiali e/o sepolte, orli di terrazzo, incisioni vallive, conoidi alluvionali e falde detritiche.

Da D.M. 14/01/2008 si ricava che l'altezza minima degli elementi geomorfologici da considerare ai fini sismici è di 30 m; in accordo con le indicazioni degli Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica del Dipartimento della Protezione Civile nazionale tuttavia è bene valutare anche le forme con altezza compresa tra 10 e 30 m.

In particolare le creste, per essere significative ai fini dell'amplificazione devono avere larghezza della sommità sensibilmente inferiore rispetto alla base.

Le scarpate, che comprendono sia quelle di tipo strutturale che di erosione o degradazione che i pendii in genere, nonché le pareti di cave e di dighe in terra, vengono considerate ai fini sismici se hanno altezza superiore a 10 m e pendenza superiore a 15°. Inoltre sono considerate sia le scarpate superficiali che quelle sepolte.

Per i terrazzi l'altezza minima è di 10 m come per le scarpate e sono da considerare sia i terrazzi naturali, quali quelli fluviali o fluvioglaciali, sia quelli artificiali in terreni riportati o nell'ambito di cave.

Nella Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica del Comune di Marostica si sono considerati nell'ambito della possibile amplificazione topografica i seguenti elementi: pendenza delle superfici, dorsali e creste rocciose, rilievi isolati, orli di terrazzo o di scarpata fluviale, scarpate di cava, scarpate strutturali, scarpate di erosione, scarpate di frana, incisioni vallive, falde detritiche, coni detritici e conoidi.

### **Pendenza**

La pendenza del territorio è stata derivata dal modello digitale del terreno costruito appositamente per il presente studio dalle curve di livello con intervallo di 5 m della C.T.R. a scala 1:5.000 (Scheda 17). Nella carta delle pendenze si sono stabilite quattro classi: zone con pendenza inferiore a 15°, zone con pendenza compresa tra 15° e 30°, zone con pendenza tra 30° e 45° e zone con pendenza superiore a 45°.

Le zone con acclività inferiore a 15° corrispondono alla porzione di pianura, all'ampio fondovalle dei torrenti Longhella e La Valletta entro cui sorgono gli abitati di Vallonara, Valle S. Floriano, ai loro rami tributari, alle porzioni sommitali delle dorsali e a porzioni di versante quali la zona di Case Perozzi, di Contrà Caribollo alto e basso, di Contrà Pianari, etc.

Gran parte della zona collinare ha invece pendenza compresa tra 15° e 30°.

Superfici con angolo superiore a 30° si rinvengono principalmente in corrispondenza dei fianchi di solchi torrentizi molto incisi e sul lato settentrionale delle dorsali, in genere soggette a fenomeni di instabilità.

La pendenza, valutata insieme agli altri elementi litologici e morfologici in chiave sismica, è servita come base per la zonizzazione in prospettiva sismica.

### **Dorsali e creste rocciose**

L'area collinare di Marostica è costituita da un sistema di dorsali con direzione NE-SW, parallela ai principali elementi tettonici da cui traggono origine e da un sistema di dorsali meno sviluppato con direzione NNE-SSW. Esse sono considerate tra gli elementi in prospettiva sismica perché spesso caratterizzate su un fianco da scarpate abbastanza ripide e in erosione.

### **Rilievi isolati**

Sono stati identificati tre rilievi isolati, rispettivamente uno a Consangrolo e due nella zona ad est del Quartiere San Benedetto. Si tratta della sommità di dorsali sepolte, isolate in superficie dai restanti rilievi dai depositi quaternari che hanno riempito le zone depresse interposte.

### **Orli di terrazzo o scarpata di erosione fluviale**

Si è considerata la scarpata di erosione fluviale lungo la Valle di Crosara, sotto l'omonimo abitato.

### **Scarpate di cava**

Si tratta delle scarpate della cava di basalto di Monte Glosò, che presentano pendenza superiore a 30° e altezza superiore a 30 m.

### **Scarpate strutturali**

Si tratta di scarpate legate alla struttura del territorio ossia alle linee tettoniche, alle pieghe tettoniche e alla risposta dei terreni alle deformazioni da esse prodotte. Sono stati cartografati come scarpate strutturali il pendio a monte di Crosara, che coincide con il fianco della Flessura Pedemontana e il fianco meridionale della dorsale appena a monte dell'abitato di Marostica che si estende da Contrà Roveredo alto a S.Agata, che costituisce il fianco del sovrascorrimento sepolto conosciuto come Linea del Montello.

### **Scarpate di erosione e scarpate di frana**

Comprendono i fianchi delle dorsali con acclività > 30°, soggetti ad erosione e le aree soggette a fenomeni di instabilità quali piccole frane di scivolamento. Le zone maggiormente soggette a fenomeni di erosione e di instabilità sono il fianco sinistro del torrente Laverda, la Val d'Inverno, il pendio sotto Colpi Pivotti e in genere i pendii molto acclivi con substrato marnoso.



### **Incisioni vallive**

Sono state considerate le varie vallecole a V, ossia quelle con fianchi più ripidi e in genere con problemi di erosione e di instabilità.

### **Falde detritiche**

Sono state considerate poiché costituiscono depositi sciolti su substrato roccioso in corrispondenza di una scarpata sepolta. E' stata indicata in Carta la falda detritica che ammantava il piede della dorsale tra Contrà Roveredo Alto e S.Agata, su cui si sviluppa parte dell'abitato del capoluogo.

### **Coni detritici e conoidi**

Si è considerata la conoide del torrente Longhella costituita da terreni limoso-argillosi, poggiante sui depositi alluvionali più grossolani del Brenta.

Nella *Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica* si sono quindi riportati, filtrandoli, gli elementi contenuti rispettivamente nella Carta Litologica, nella Carta Idrogeologica e nella Carta Geomorfologica del P.A.T. che "risentono" in qualche maniera delle sollecitazioni legate ad un evento sismico.

## **8 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA**

La carta delle zone omogenee in prospettiva sismica sintetizza le valutazioni fatte in chiave sismica sugli elementi territoriali di carattere litologico, idrogeologico e geomorfologico, suddividendo la superficie comunale in tre possibili categorie: 1-aree stabili non suscettibili di amplificazione sismica, 2-aree stabili suscettibili di amplificazione sismica e 3-aree instabili per azione sismica.

Le **aree stabili non suscettibili di amplificazione sismica** sono caratterizzate da morfologia subpianeggiante ( $<15^\circ$ ) o comunque con pendenza regolare, suoli di tipo A, cioè non amplificabili ( $V_s > 800$  m/s), sono prive di elementi che possono risentire di amplificazione topografica e sono prive di fenomeni di instabilità quali: frane di vario tipo, cedimenti legati a collasso di cavità sotterranee o densificazione di terreni insaturi o liquefazione di terreni saturi e non sono soggette a rischio di rotture della superficie topografica per riattivazione di faglie capaci.

In queste aree la risposta sismica è quella attesa, ossia non si ipotizzano effetti di alcuna natura se non lo scuotimento, che è funzione della magnitudo e della distanza ipocentrale del terremoto.

Le **aree stabili suscettibili di amplificazione sismica** non sono soggette a fenomeni di instabilità quali frane di vario tipo, cedimenti legati a collasso di cavità sotterranee o densificazione di terreni insaturi o liquefazione di terreni saturi e non sono soggette a rischio di rotture della superficie

topografica per riattivazione di faglie capaci. Tali aree tuttavia presentano caratteristiche litologiche che le rendono soggette a possibile amplificazione stratigrafica (suoli  $\neq$  A) e/o elementi morfologici che possono essere soggetti ad amplificazione topografica (creste, dorsali, scarpate, etc.).

Le **aree instabili per azione sismica** possono essere soggette in seguito ad un sisma a: 1- instabilità di versante quali frane di crollo, colate, scivolamenti; 2- cedimenti per crollo di cavità sotterranee o per liquefazione di terreni saturi o per densificazione di terreni insaturi e 3- rotture in superficie per riattivazione di faglie capaci.

### **Instabilità di versante**

I fenomeni franosi più sensibili all'azione sismica sono quelli ad evoluzione rapida ossia in genere i crolli in roccia e le colate in depositi fini saturi d'acqua (modflow, soil slip, etc.).

Per i crolli in roccia il sisma agisce come fattore d'innescò su volumi rocciosi già allentati o degradati e già predisposti al distacco per assetto strutturale favorevole. Con lo scuotimento sismico possono rompersi gli ultimi ponti rocciosi che tengono ancora ancorato alla parete l'ammasso roccioso instabile. Affinchè avvenga il distacco, in genere è necessario che l'intensità del sisma sia  $\geq$  VI grado della scala ESI2007<sup>6</sup> (Environmental Seismic Intensity) (**Schede 18 e 19**).

L'innescò di colate detritiche avviene a causa delle sovrappressioni interstiziali che il sisma genera all'interno del deposito, le quali annullano temporaneamente la resistenza al taglio del materiale coinvolto e danno luogo al rifluimento verso valle dei sedimenti.

L'azione sismica, oltre ad interferire su queste due tipologie di frane, può avere effetti anche su altri tipi di instabilità quali scivolamenti rotazionali, movimenti complessi, etc.).

### **Cedimenti**

I tipi di cedimenti legati all'azione sismica sono quelli dovuti a densificazione di terreni insaturi, quelli dovuti a liquefazione dei terreni saturi e quelli dovuti a collasso di cavità sotterranee. La densificazione in condizioni insature è un tipo di cedimento, anche differenziale, che può avvenire nei terreni sabbioso-limosi, sia naturali che di riporto, messi in posto piuttosto recentemente.

Cedimenti per densificazione possono avvenire in corrispondenza di limiti tra terreni a caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse. Per avere precise indicazioni sulla granulometria e lo stato di addensamento dei terreni è necessario avere dati di prove penetrometriche.

La liquefazione può interessare terreni sabbioso-limosi sciolti o poco addensati (Figura 2), saturi d'acqua, per temporanea perdita della resistenza al taglio dovuta all'incremento della pressione interstiziale al momento dello scuotimento.

---

<sup>6</sup> Scala di intensità macrosismica basata esclusivamente sugli effetti ambientali

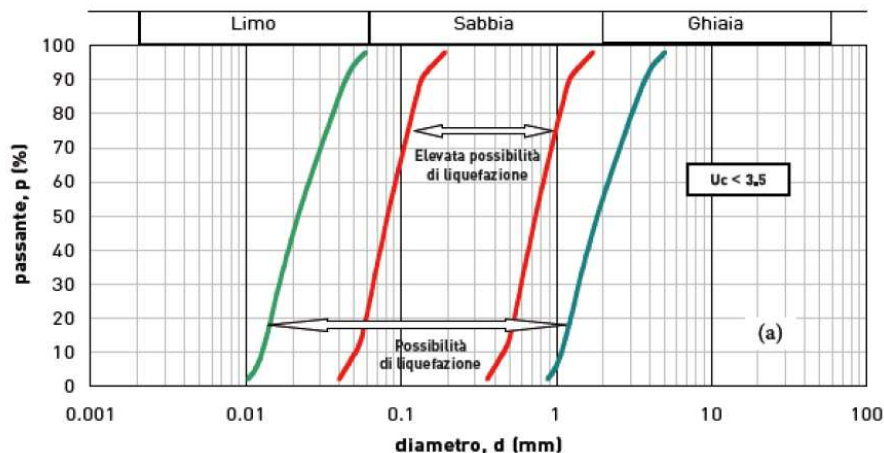


Figura 2: Granulometria dei terreni sciolti soggetti a liquefazione

Affinchè avvenga il fenomeno della liquefazione devono verificarsi contemporaneamente i seguenti fattori predisponenti: 1-sisma con intensità  $\geq$  VIII grado della scala ESI2007, 2-scuotimento sismico prolungato, 3-accelerazione massima attesa sul piano campagna  $> 0.1g$ , 4-profondità media stagionale della falda  $<$  di 15 m da p.c., 5-sedimenti con granulometria che rientra in un fuso ben definito (vedi fig.2).

### **Collasso di cavità sotterranee**

Si tratta di cedimenti superficiali improvvisi dovuti a collasso di cavità sotterranee poste a modeste profondità. Tale tipo di cedimenti è diffuso sugli altopiani carbonatici soggetti a carsismo, quali quello di Asiago, del Cansiglio, etc.

### **Rotture in superficie per riattivazione di faglie capaci**

Tale tipo di cedimento è legato alla riattivazione di faglie dette "capaci", ossia faglie sismiche che hanno avuto segni di attività negli ultimi 40.000 anni e che hanno generato deformazioni in superficie. Questo tipo di fenomeni si può verificare in caso di eventi sismici con intensità  $\geq$  VIII-IX grado della scala ESI2007.

## 9 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA\_1

Il territorio del Comune di Marostica, sulla base di quanto riportato nella Carta degli elementi geologici in prospettiva sismica, risulta ricadere in due classi della zonizzazione sismica: aree stabili suscettibili di amplificazione sismica e aree instabili per azione sismica.

Per realizzare tale zonazione si è adottato il metodo della sovrapposizione e intersezione dei vari tematismi, attribuendo ad ognuno di essi un codice.

I tematismi trattati e i relativi valori sono riportati nella sottostante Tabella 4.

<b>Nome tematismo</b>	<b>Codice tematismo</b>
<b>Gruppo Litologia</b>	
Suolo A	1
Suolo ≠ A	2
<b>Gruppo Amplificazione topografica o litologica</b>	
Limiti litologici tra terreni diversi	1
Orli di scarpata >10 m e scarpate sepolte	2
Orli di terrazzo > 10 m	3
Creste e dorsali	4
Incisioni vallive	5
Rilievi isolati	6
Coni alluvionali	7
Falde detritiche	8
Nessun elemento amplificabile	0
<b>Gruppo Instabilità</b>	
Faglie capaci	1
Frane, scarpate di cava, scarpate di erosione	2
Liquefazione terreni saturi	3
Densificazione terreni insaturi	4
Carsismo	5
Instabilità assente	0

Tabella 4: Elenco dei tematismi e dei relativi valori impiegati per la costruzione della carta delle zone omogenee in prospettiva sismica

Si puntualizza che per le zone attraversate da faglie capaci si è considerato un buffer di 500 m su ogni lato della traccia, mentre per elementi puntuali come le cavità carsiche e le piccole frane e per le scarpate di frana o in erosione si è considerata una zona di buffer di 10 m.

Il territorio comunale è stato poi suddiviso in celle quadrate di lato pari a 100 m, all'interno delle quali si sono valutati i valori dei vari tematismi che ricadevano all'interno di ogni singola cella.

La successiva classificazione ha distinto quindi tra: 1- celle con suoli A, copertura sciolta < 5m, con sola presenza di elementi di amplificazione topografica o litologica (Instabilità assente), che sono state classificate come **Aree stabili suscettibili di amplificazione sismica**, 2- celle con suoli ≠ A, senza elementi di amplificazione e/o di instabilità che sono state classificate come **Aree stabili**

**suscettibili di amplificazione sismica**, 3- celle con suoli  $\neq$  A, con sola presenza di elementi di amplificazione topografica o litologica (Instabilità assente), che sono state classificate come **Aree stabili suscettibili di amplificazione sismica** e 4- celle con suoli A o suoli  $\neq$  A, con presenza di elementi di instabilità ed eventualmente anche di elementi di amplificazione topografica e litologica, che sono state classificate come **Aree instabili per azione sismica**.

Nel Comune di Marostica non sono presenti **Aree** considerate **stabili e non suscettibili di amplificazione sismica**, poiché nonostante siano presenti suoli di tipo A, sono comunque soggetti a varie tipologie di amplificazione o di instabilità.

Nella legenda della **Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica** oltre alla differenziazione tra *Aree stabili suscettibili di amplificazione sismica* e *Aree instabili per azione sismica* si sono specificate delle sottoclassi in accordo con la legenda per la “Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1)” contenuta negli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica Parti I e II, Settembre 2008* a cura della *Presidenza del Consiglio dei Ministri – Dipartimento della Protezione Civile*.

In particolare le **aree stabili suscettibili di amplificazione sismica** sono state suddivise in due classi, distinguendo:

- 1- le zone con substrato roccioso (sia di tipo A che  $\neq$  da A) subaffiorante e copertura di materiali sciolti < 5 m, coincidenti con le zone dei rilievi collinari, ossia la porzione centrale e settentrionale del territorio comunale di Marostica;
- 2- le zone con potente spessore di depositi sciolti fini e substrato roccioso profondo, coincidenti con la porzione di pianura a sud dell’abitato di Marostica, posta al di fuori dell’area di possibile interferenza della faglia capace.

Le **aree instabili per azione sismica** sono state distinte in base al tipo di instabilità in:

- 1- **Area soggetta a cedimenti differenziali (Carsismo)**: si tratta delle zone dove sono ubicate le entrate di cavità carsiche<sup>7</sup> e del loro intorno; sono risultate solo due zone soggette esclusivamente a questo tipo di instabilità, una localizzata tra le località Costalunga e Costacorta e l’altra a W di Contrà Fodati; in realtà esistono altre aree con imbocchi di cavità carsiche ma sono rientrate in altre classi di instabilità per la concomitanza di più fattori di instabilità;
- 2- **Area interessata da deformazioni legate a faglia attiva e capace**: per definire questa area si è considerata una fascia ampia 1 Km (500 m su entrambe i lati della traccia delle faglie capaci presenti nel territorio); si tratta di una scelta soggettiva poiché non esistono disposizioni in merito da parte degli organismi competenti; si è consapevoli che tale distanza è abbastanza irrisoria nel caso dell’accadere di un sisma dal punto di vista della percezione e degli effetti in un’area del Comune piuttosto che in un’altra e anche in considerazione che la traccia è sempre qualcosa di indicativo in quanto spesso si tratta di

---

<sup>7</sup> Ubicazione tratta dal catasto regionale delle grotte

un fascio di fratture più che una singola; è stata comunque scelta l'estensione di 1000 m che alla scala dell'urbanizzazione ha il significato di non penalizzare tutto il territorio comunale, pur non sottovalutando la problematica, ma di porre l'attenzione su una particolare area. Alla luce di quanto appena premesso, le zone che possono essere immediatamente soggette alle deformazioni indotte dalle faglie capaci sono due: 1-una zona lungo il confine settentrionale del Comune che si estende da Contrà Cassoni ad Ovest, fino a Pradipaldo ad Est e 2- la fascia di pianura che si estende dall'abitato di Marostica fino a Marsan e verso Sud fino alla zona industriale in località Fosse;

- 3- **Area soggetta ad instabilità di versante (Frane):** comprende tutte le zone in cui sono segnalati eventi franosi o fenomeni di instabilità e di erosione dei versanti per acclività; tali aree interessano soprattutto la porzione centro-occidentale del Comune e in particolare il fianco sinistro della valle del torrente Laverda e la Val d'Inverno con tutti i suoi affluenti;
- 4- **Area soggetta ad instabilità di versante ed interessata da deformazioni legate alla faglia attiva e capace:** si tratta della combinazione delle due tipologie d'instabilità precedentemente descritte; comprende il pendio lungo il confine settentrionale del Comune dove sono presenti zone in erosione lungo i solchi vallivi;
- 5- **Area con terreni sabbiosi, sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi e con superficie della falda freatica e delle eventuali falde in pressione inferiore a 15 m da p.c.:** si tratta delle zone di fondovalle dei torrenti Longhella e La Valletta, riempite da depositi alluvionali derivanti dall'alterazione dei terreni calcareo-marnosi e calcarenitici dei rilievi collinari e della fascia pedecollinare da Marostica a Marsan ricoperta da una falda detritica di depositi sabbioso-limosi, con una falda freatica riscontrata, dai dati delle indagini geognostiche, a profondità minori di 15 m.
- 6- **Area instabile con terreni sabbiosi, sabbioso-limosi o sabbioso-ghiaiosi, con superficie della falda freatica e delle eventuali falde in pressione inferiore a 15 m da p.c. e interessata da deformazioni legate alla faglia attiva e capace:** si tratta della combinazione delle due tipologie d'instabilità precedentemente descritte; risulta una piccola porzione dell'alta valle del torrente La Valletta che ricade anche nella zona d'interferenza della faglia capace più settentrionale.

## 10 LIVELLO D'ANALISI DI TIPO 2°

Esaminati i risultati conseguiti con il Livello 1° della Microzonazione sismica comunale, si passa ad elencare le procedure ed i risultati dello studio di Livello 2°.

Sulla base della carta delle zone omogenee in prospettiva sismica si sono individuate le classi di approfondimento di studio ed il relativo livello, come mostrato nella Tabella seguente.

SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	CASSE DI PERICOLOSITA' SISMICA
Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	H3
Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	H2 – livello di approfondimento 3°
Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	H2 – livello di approfondimento 3°
Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	H2 – livello di approfondimento 2°
Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	H2 – livello di approfondimento 2°
Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	H2 – livello di approfondimento 3°
Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	

Tabella 5: Classi di pericolosità sismica associate ai diversi scenari

Come previsto dalla normativa vigente la procedura di secondo livello è obbligatoria, per le zone suscettibili di effetti di amplificazione morfologica e litologica.

Nel primo caso, la normativa prevede che le possibili zone di amplificazione morfologica vengano valutate per mezzo di procedure semplificate con l'impiego di abachi o tabelle che si riferiscono a diverse situazioni tipo.

Nello specifico si sono utilizzati i 5 abachi dettati dalla normativa lombarda per lo scenario di cresta/cocuzzolo ed una tabella per lo scenario di scarpata.

Gli abachi forniscono stime del valore del fattore di amplificazione (Fa) su base statistica, anche se gli effetti di amplificazione morfologica risentono fortemente della direzionalità degli impulsi sismici.

La stima è la risposta dello scenario considerato, nel caso peggiore, cioè nel caso in cui l'incidenza del treno d'onde avvenga perpendicolarmente alla direzione di allungamento della cresta o della scarpata. In tutti i casi in cui il treno d'onde associato al movimento sismico non sia perpendicolare allo sviluppo della cresta o della scarpata, è lecito attendersi effetti di amplificazione morfologica attenuati rispetto a quanto riportato più avanti.

Nella carta degli elementi in prospettiva sismica si possono individuare nel territorio comunale parecchie situazioni morfologiche potenzialmente suscettibili di effetti di amplificazione morfologica, anche se spesso poche di queste interessano l'edificato.

## 10.1 AMPLIFICAZIONE MORFOLOGICA

### **Scarpate**

Per le scarpate, delle quali si sono considerate pochi ma significative forme come quella a valle dell'abitato di Caribollo Basso e, soprattutto, la scarpata strutturale che delimita la fascia di conoide/pianura con il sistema montano e che si sviluppa con asse WSW-ENE per l'intero territorio.

Gli approfondimenti di 2° Livello sono stati effettuati in entrambe le zone in quanto sono aree edificate o prossime a zone edificabili.

Si sono considerati, per la zona di scarpata rocciosa, fronti di altezza (H) uguale o superiore a 10 m ed inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale uguale o superiore ai 10°.

In relazione alla tipologia del fronte superiore si distinguono:

- scarpate ideali con fronte superiore orizzontale;
- scarpate in pendenza con fronte superiore inclinato nello stesso senso del fronte principale;
- scarpate in contropendenza con fronte superiore inclinato nel senso opposto a quello del fronte principale.

La misura dell'altezza H è la distanza verticale dal piede al ciglio del fronte principale, mentre il fronte superiore è da definire come distanza tra il ciglio del fronte principale e la prima evidente irregolarità morfologica.

Sono da considerare scarpate solo quelle situazioni che presentano:

- un fronte superiore di estensione paragonabile al dislivello altimetrico massimo (H) o comunque non inferiore ai 15-20 m;
- l'inclinazione ( $\beta$ ) del fronte superiore inferiore o uguale ad un quinto dell'inclinazione ( $\alpha$ ) del fronte principale, nel caso delle scarpate in pendenza (per  $\beta > 1/5\alpha$  la situazione è da considerarsi pendio);
- il dislivello altimetrico minimo (h) minore ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H), nel caso di scarpate in contropendenza (per  $h \geq 1/3H$  la situazione è da considerarsi una cresta appuntita).

Si riporta lo schema delle situazioni di scarpata:



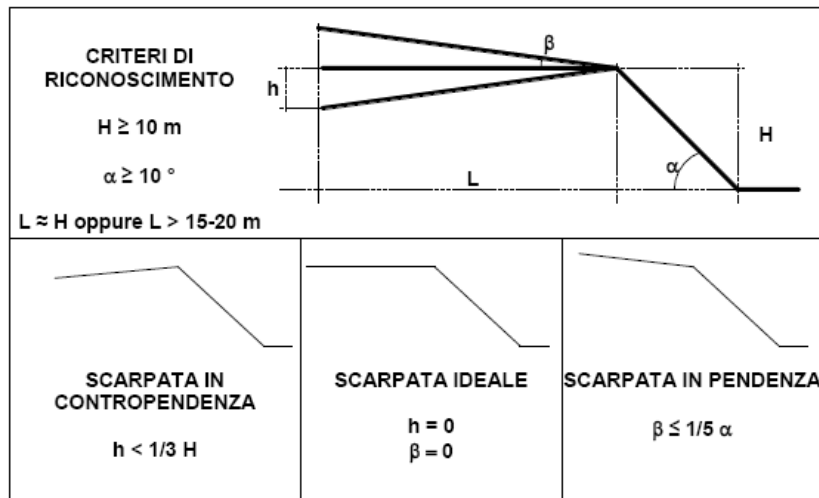


Figura 3: Schemi di riferimento per la scarpata e criteri di riconoscimento

Si è, poi, assunta la seguente tabella, che definisce il valore di  $F_a$  caratteristico per ogni tipologia di scarpata individuata e la relativa estensione della relativa area di influenza ( $A_i$ ).

Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Valore di $F_{a_{0,1-0,5}}$	Area di influenza
$10 \text{ m} \leq H \leq 20 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.1	$A_i = H$
$20 \text{ m} < H \leq 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	1.2	$A_i = \frac{3}{4} H$
$H > 40 \text{ m}$	$10^\circ \leq \alpha \leq 20^\circ$	1.1	$A_i = \frac{2}{3} H$
	$20^\circ < \alpha \leq 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha \leq 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha \leq 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Tabella 6: Tabella 2 - Scenari di pericolosità sismica locale

Il valore di  $F_a$  determinato è assegnato al ciglio del fronte principale; il valore è scalato in modo lineare nell'area di influenza e lungo il pendio fino al raggiungimento del valore unitario alla base. La Figura sotto esemplifica quanto detto per un  $F_a$  risultato maggiore della soglia.

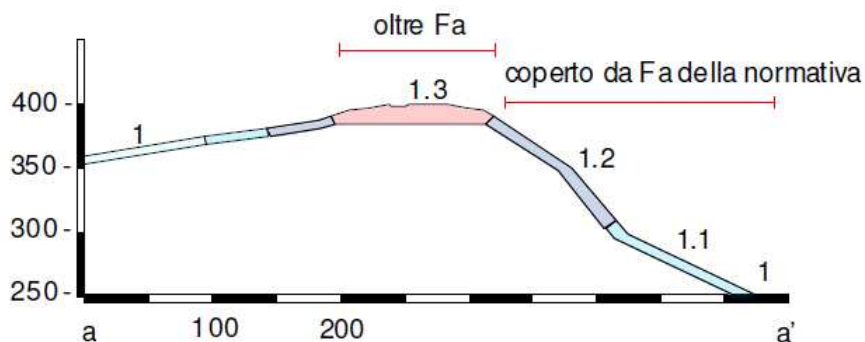


Figura 4: relazione orientativa tra intensità macrosismica, effetti e magnitudo strumentali

### **Cresta rocciosa o cocuzzolo**

Si sono considerate zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo quelle formate da da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 10°. Il rilievo è stato fatto basandosi sulla base di cartografie (CTR) e sulle classi di pendenza definite con lo studio di 1° Livello (carta degli elementi in prospettiva sismica). La larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche.

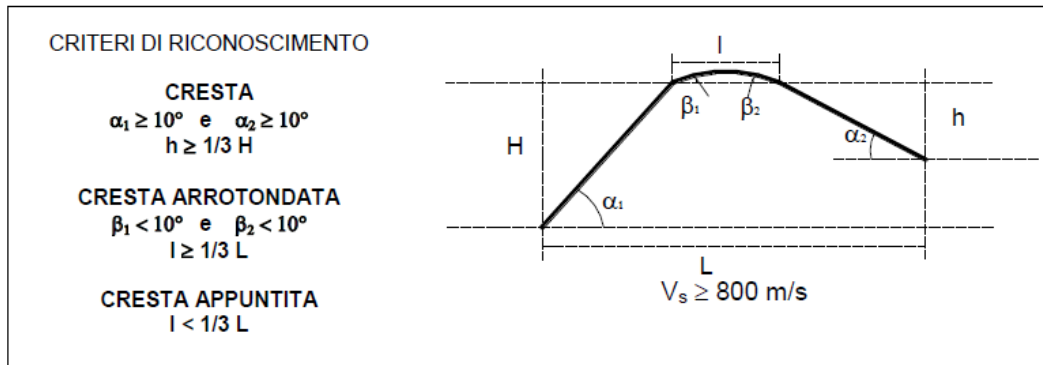
La normativa (vedi Linee guida del Dipartimento di protezione Civile) indica che sono da considerare creste solo quelle situazioni che presentano il dislivello altimetrico minimo (h) maggiore o uguale ad un terzo del dislivello altimetrico massimo (H).

Parlando di creste si distinguono due condizioni:

- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta (l) molto inferiore alla larghezza alla base (L) (cresta appuntita);
- rilievo caratterizzato da una larghezza in cresta paragonabile alla larghezza alla base, ovvero pari ad almeno 1/3 della larghezza alla base; la zona di cresta è pianeggiante o subpianeggiante con inclinazioni inferiori a 10° (c resta arrotondata).

Inoltre è necessari conoscere la larghezza alla base del rilievo (L); la larghezza in cresta del rilievo (l); dislivello altimetrico massimo (H); il dislivello altimetrico minimo (h) dei versanti ed il coefficiente di forma (H/L).

Definiti tali parametri si è utilizzata la scheda messa a disposizione dalla normativa. Nell'esempio si riporta la scheda tratta dalle direttive della Regione Lombardia, ma eguali a quelle messe a disposizione dal Dipartimento di Protezione Civile (Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica, tomo 3):



	L > 350	250 < L < 350	150 < L < 250	L < 150
<b>Crete Appuntite</b>	$Fa_{0.1-0.5} = e^{1.11H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.93H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.73H/L}$	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.40H/L}$
<b>Crete Arrotondate</b>	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.47H/L}$			

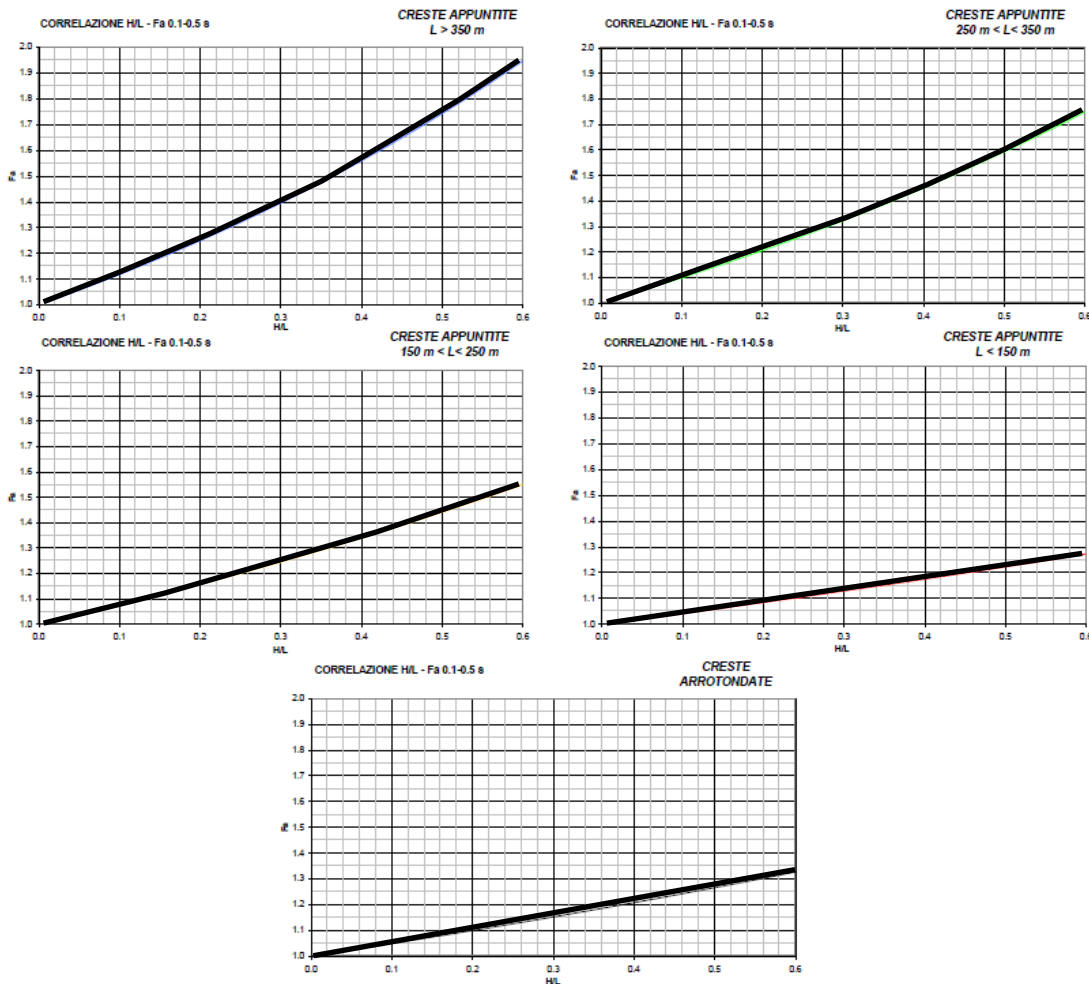


Figura 5: Scheda di valutazione (Regione Lombardia)

In tal modo si valuta se la cresta è piatta o appuntita e il relativo  $Fa$ . Il valore di  $Fa$  determinato viene approssimato alla prima cifra decimale. Questo permette di valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

Entrando nella scheda di valutazione si sceglie, in funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, la curva più appropriata per la valutazione del valore di Fa nell'intervallo 0.1-0.5 s, in base al valore del coefficiente di forma H/L.

La valutazione del grado di protezione per le situazioni morfologiche ora trattate (scarpata e cresta rocciosa e/o cucuzzolo), viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando i valori di Fa ottenuti dalle Schede di valutazione con il valore di St delle Norme Tecniche per le Costruzioni, che si riporta nella Tabella seguente.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 7: Categorie topografiche (da NTC 2008)

Il valore St è il valore di soglia, oltre il quale lo spettro proposto dalla normativa risulta insufficiente a tenere in considerazione la reale amplificazione presente nel sito.

Valutato Fa con la scheda lo si confronta con il corrispondente valore di soglia, considerando una variabilità di  $\pm 0,1$  che tiene in conto la variabilità del valore di Fa ottenuto dalla procedura semplificata.

Si possono presentare due risultati:

- il valore di Fa è inferiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione morfologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa;
- il valore di Fa è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione morfologica e quindi è necessario effettuare analisi più approfondite (3° Livello) in fase di progettazione edilizia.

## 10.2 AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA

Per quanto riguarda le possibili amplificazioni sismiche su base litologica, la procedura consiste in un approccio di tipo semiquantitativo e fornisce la stima quantitativa della risposta sismica dei terreni in termini di valore di Fattore di amplificazione. Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e geometriche e sono utilizzati per "zonare" l'area di studio in funzione del valore di Fa.

A differenza degli aspetti morfologici dove la procedura di 2° Livello fornisce valori di Fa solo per l'intervallo 0.1-0.5 s, a causa codici di calcolo bidimensionale che sono influenzabili da moto di

input nel periodo 0.5-1.5 s; per gli effetti litologici la procedura dà valori di  $F_a$  per entrambi gli intervalli di periodo considerati.

La procedura semplificata richiede la conoscenza dei seguenti parametri:

- litologia dei materiali presenti nel sito (litologie ghiaiose e litologie argilloso limose);
- stratigrafia del sito;
- andamento con la profondità delle  $V_s$  fino a valori pari o superiori a 800 m/s; in mancanza del raggiungimento del bedrock ( $V_s \geq 800$  m/s) con le indagini è possibile ipotizzare un opportuno gradiente di  $V_s$  con la profondità sulla base dei dati ottenuti dall'indagine, tale da raggiungere il valore di 800 m/s.
- spessore, peso di volume e velocità di ciascun strato;
- sezioni geologiche, conseguente modello geofisico-geotecnico ed identificazione dei punti rappresentativi sui quali effettuare l'analisi.

Anche questa procedura semplificata prevede l'impiego di abachi di riferimento, oltre la conoscenza dei seguenti parametri sopra elencati.

Gli abachi utilizzati sono quelli formulati dal Dipartimento di protezione civile (Volume III degli Indirizzi...).

In questi abachi le amplificazioni sono espresse attraverso due fattori di amplificazione ( $F_A$  e  $F_V$ ) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo ( $F_A$ ) e alto periodo ( $F_V$ ).

I valori riportati sono la media dei risultati ottenuti da 7 simulazioni condotte con 7 accelerogrammi diversi per ciascun livello energetico (0.06g, 0.18g o 0.26g), su ciascun litotipo, spessore  $H$  e per ciascuno dei tre profili di  $V_s$ .

Tutte le elaborazioni effettuate prevedono la presenza di un bedrock sismico avente  $V_s = 800$  m/s al di sotto della profondità  $H$ .

Le tabelle sono ordinate per litotipo (argille, sabbie e ghiaie) e all'interno di ciascun litotipo, per tipo di profilo di velocità assunto (costante, variabile linearmente con la massima pendenza compatibile con il valore di  $V_s/H$ , e variabile linearmente con pendenza intermedia fra costante e massima).

La scelta del tipo di profilo va fatta sulla base delle conoscenze specifiche ottenute con il livello 2: in generale quando lo spessore di sottosuolo diventa considerevole (diverse decine di metri), è poco probabile che il profilo di velocità si mantenga costante, ed è quindi preferibile orientarsi verso le tabelle riferite al profilo variabile linearmente con pendenza intermedia. Il profilo con pendenza massima fornisce in genere risultati più cautelativi e andrebbe utilizzato quando si può effettivamente ipotizzare che ci siano gradienti molto accentuati con la profondità.

I dati relativi a spessori  $H$  molto elevati (da 50 a 150 metri) sono stati inseriti per consentire di riferirsi a situazioni in cui è prevedibile che le proprietà dei terreni siano gradualmente crescenti

con la profondità, senza contrasti di impedenza evidenti. Tali situazioni sono quelle per le quali sono definite le categorie di suolo B, C e D delle Norme tecniche per le costruzioni.

Fattore di amplificazione Fa	Tipo di terreno Argilla				$a_g$ (g) 0.0-0.5	Profilo di velocità Lineare pendenza intermedia				
	150	200	250	300	$V_s$ (m/s) 350	400	450	500	600	700
5	2.35	1.84	1.70	1.49	1.29	1.16	1.00	1.04	1.02	1.00
10	2.69	2.41	2.05	1.73	1.51	1.35	1.23	1.17	1.06	1.02
15	2.35	2.41	2.23	1.96	1.72	1.54	1.39	1.28	1.12	1.04
20	2.00	2.19	2.15	2.03	1.82	1.63	1.48	1.36	1.17	1.06
25	1.98	1.97	2.04	1.94	1.81	1.67	1.53	1.40	1.21	1.08
30	1.94	1.98	1.91	1.87	1.75	1.64	1.52	1.42	1.23	1.09
35	1.86	1.92	1.91	1.77	1.69	1.58	1.48	1.38	1.23	1.09
40	1.77	1.89	1.90	1.78	1.62	1.54	1.45	1.36	1.21	1.08
50	1.70	1.79	1.82	1.75	1.62	1.50	1.39	1.31	1.19	1.07
60	1.58	1.71	1.74	1.69	1.59	1.49	1.39	1.30	1.15	1.05
70	1.55	1.69	1.73	1.64	1.56	1.46	1.38	1.30	1.15	1.04
80	1.48	1.57	1.70	1.58	1.50	1.43	1.35	1.29	1.15	1.04
90	1.37	1.58	1.63	1.63	1.49	1.39	1.33	1.26	1.15	1.03
100	1.29	1.52	1.55	1.57	1.50	1.38	1.29	1.24	1.14	1.03
110	1.23	1.44	1.56	1.52	1.47	1.38	1.29	1.21	1.11	1.02
120	1.17	1.40	1.52	1.48	1.44	1.36	1.29	1.22	1.10	1.02
130	1.09	1.35	1.47	1.48	1.39	1.34	1.28	1.21	1.09	1.00
140	1.06	1.30	1.41	1.45	1.37	1.32	1.25	1.20	1.09	0.99
150	1.00	1.26	1.40	1.42	1.38	1.28	1.24	1.18	1.09	0.99

Tabella 8: Esempio di utilizzo dell'abaco (Dip. Prot. Civ.)

I risultati sono stati confrontati anche con le 5 schede dell'Allegato 5 DGR n. 8/7374 del 28-52008 (scheda per le litologie ghiaiose; due schede per le litologie limoso-argillose - tipo 1 e tipo 2; due schede per le litologie prevalentemente limoso-sabbiose - tipo 1 e tipo 2; una scheda per le litologie sabbiose); ricavando valori di Fa per entrambi gli intervalli di periodo considerati: intervallo 0.1-0.5 s ed intervallo di periodo 0.5-1.5 s.

Il periodo proprio del sito T necessario per l'utilizzo della scheda di valutazione è calcolato considerando tutta la stratigrafia fino alla profondità in cui il valore della velocità Vs è uguale o superiore a 800 m/s ed utilizzando la seguente equazione:

$$T = \frac{4 \times \sum_{i=1}^n h_i}{\left( \frac{\sum_{i=1}^n V_{s_i} \times h_i}{\sum_{i=1}^n h_i} \right)}$$

dove hi e Vsi sono lo spessore e la velocità dello strato i-esimo del modello stratigrafico

I risultati ottenuti con le due tipologie di schede sono uguali/simili, al netto del secondo decimale non considerato.

Anche in questo caso il valore di Fa determinato deve essere approssimato alla prima cifra decimale ed utilizzato per valutare il grado di protezione raggiunto al sito dall'applicazione della normativa sismica vigente.

La valutazione del grado di protezione viene effettuata in termini di contenuti energetici, confrontando il valore di  $F_a$  ottenuto dalle schede di valutazione con un parametro di analogo significato calcolato e valido per ciascuna zona sismica (zona 2, 3 e 4) e per le diverse categorie di suolo soggette ad amplificazioni litologiche (B, C, D ed E) e per i due intervalli di periodo 0.1-0.5 s e 0.5-1.5 s.

Come per le situazioni morfologiche, si possono presentare due situazioni:

- il valore di  $F_a$  è inferiore o uguale al valore di soglia corrispondente: la normativa è da considerarsi sufficiente a tenere in considerazione anche i possibili effetti di amplificazione litologica del sito e quindi si applica lo spettro previsto dalla normativa (classe di pericolosità H1);
- il valore di  $F_a$  è superiore al valore di soglia corrispondente: la normativa è insufficiente a tenere in considerazione i possibili effetti di amplificazione litologica e quindi è necessario, in fase di progettazione edilizia, o effettuare analisi più approfondite (3° livello) (classe di pericolosità H2), o utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:
  - anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
  - anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
  - anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Le categorie di suolo definite secondo la classificazione contenuta nelle Norme Tecniche delle Costruzioni (D.M. 14.01.2008), sono:

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 9: Categorie di suolo (NTC 2008)



La scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di Vs, utilizzati nella procedura di 2° Livello deve essere motivata e a ciascun parametro utilizzato deve essere assegnato un grado di attendibilità, secondo il seguente schema:

<i>Dati</i>	<i>Attendibilità</i>	<i>Tipologia</i>
Litologici	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Alta	Da prove di laboratorio su campioni e da prove in sito
Stratigrafici (spessori)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette (penetrometriche e/o geofisiche)
	Alta	Da indagini dirette (sondaggi a carotaggio continuo)
Geofisici (Vs)	Bassa	Da bibliografia e/o dati di zone limitrofe
	Media	Da prove indirette e relazioni empiriche
	Alta	Da prove dirette (sismica in foro o sismica superficiale)

Tabella 10: Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati

### 10.3 METODO DI VERIFICA IN SITU

Al fine di conoscere l'andamento delle Vs, sono state eseguite delle indagini sismiche passive (nr. 29) mediante tecnica HVSR, che hanno consentito di verificare le condizioni richieste dalla normativa e di ricostruire un adeguato modello stratigrafico e geofisico del sottosuolo, che è stato poi utilizzato per l'impiego degli abachi previsti dalla normativa vigente.

Alcune di tali indagini, oltre che nelle zone suscettibili ad amplificazione sismica, come risulta da cartografi del 1° Livello, sono state fatte anche in una fascia classificata dalla normativa come "instabile" per la presenza di faglia certa, la quale interessa la zona più abitata del Comune e che doveva essere esclusa dall'applicazione delle procedure di 2° Livello.

Quindi pur rimanendo fissa la necessità di provvedere a studi di 3° Livello in tali zone, si è valutato unica,mete dal punto di vista litologico il comportamento di amplificazione.

Anche perché tali analisi potranno essere in una successiva fase. Esse sono state comunque inserite nel presente studio.

Per le indagini sismiche si è utilizzato un tromografo (Tromino) che misura il microtremore ambientale. Il tempo di registrazione è stato di 12 minuti. Lo strumento è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza. Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso.

Tutte le misure a stazione singola in campo aperto sono state orientate secondo il Nord.



Il principio dell'indagine si basa sul fatto che un'onda che viaggia nel mezzo 1 (superficiale) è parzialmente riflessa dall'interfaccia che separa due strati: 1 e 2 (sottostante).

L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente ( $l$ ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore  $H$  del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza ( $f_r$ ) dello strato 1 relativa alle onde S (o P) è:  $f_r = V_s/4H$

Ciò significa che la curva  $H/V$  relativa ad un sistema a due o più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione citata.

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto  $H/V$ , che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per: il contenuto in frequenza; la risposta strumentale e l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici sfrutta la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti  $H/V$  misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini.

L'interpretazione delle registrazioni di campagna del rumore sismico sono state ricavate e analizzate ottenute mediante il software Grilla in dotazione al tromino fissando i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
- rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine / media a lungo termine) superiore a 2,
- rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.

Queste hanno permesso di ricavare le curve HVSR.

Si sono, inoltre, ricavate le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri precedenti).

Le profondità  $h$  delle discontinuità sismiche nei casi di copertura + bedrock o bedrock like sono state ricavate tramite la formula:

$$H = \left[ \frac{V_0(1-a)}{4V_1} + 1 \right]^{1/(1-a)} - 1$$

dove  $V_0$  è la velocità al tetto dello strato,  $a$  un fattore che dipende dalle caratteristiche del terreno.

Nei casi stratigrafici più complessi si sono invertite le curve HVSR creando una serie di modelli teorici da confrontare con quello sperimentale, fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali.

La significatività statistica dei picchi delle curve HVSR è stata fatta utilizzando il protocollo Sesame 2005. In particolare, i primi tre criteri della Tabella Sesame (2005) dicono se la registrazione è stata fatta per un tempo sufficientemente lungo rispetto alla frequenza del picco considerato. Ed è opportuno che siano soddisfatti tutti tre. I secondi sei criteri dicono se il picco è significativo da un punto di vista statistico. E' bene che siano soddisfatti il maggior numero ma eventuali NO su tutte le righe non implicano che la registrazione è stata fatta male, bensì che non ci sono picchi significativi (tratto da Manuale di Grilla).

## 11 RISULTATI DELLA PROCEDURA DI 2° LIVELLO

Lo studio, le valutazioni in situ e le conseguenti analisi dei dati acquisiti con le varie tipologie elencate sopra (vedasi la Tabella 9) hanno permesso di zonizzare il territorio di Marostica, relativamente alle aree suscettibili ad amplificazione sismica, come da normativa e già messe in luce con la procedura di 1° Livello.

Nello specifico, per le zone ad amplificazione topografica/morfologica i risultati sono di seguito elencati.

### **Amplificazione morfologica - Scarpata**

Come detto si sono analizzate soltanto due scenari poiché direttamente o meno interessano zone edificate o di interesse edificatorio.

#### 1. Per la Scarpata di Caribollo Basso:

Geomorfologia:	Versante
Litologia:	Detrito su Arenarie e Siltiti
Tipo di Amplificazione:	Topografica
Altezza (H) m:	10
Angolo alfa:	45°
Angolo beta:	<1/5a
Vs30:	nd
ST fattore di amplificazione topografica:	1.4
FA:	1.3 (sufficiente)
Area di influenza dal ciglio (m):	~10 (A=H)

#### 2. Per la Scarpata strutturale Marostica:

Geomorfologia:	Versante
Litologia:	Detrito su Marne
Tipo di Amplificazione:	Topografica
Altezza (H) m:	>100
Angolo alfa:	38°-40°
Angolo beta:	<1/5a
Vs30:	nd
ST fattore di amplificazione topografica:	1.3
FA:	1.4 (insufficiente: necessita di procedura di 3° Livello)
Area di influenza dal ciglio (m):	~70 (A=2/3H)

### **Amplificazione morfologica - Cresta/cocuzzolo**

Per tale tematismo si sono analizzate, seguendo il metodo illustrato sopra, nr.19 morfologie distribuite in tutto il territorio montano di Marostica.

I risultati che emergono sono sintetizzati nella Tabella seguente. La sigla in lettere si riferisce alla morfologia analizzata e individuabile nella idonea tavola.

Le dorsali e creste che risultano con  $Fa > St$  devono essere oggetto di procedura di 3° Livello.

Dorsali	Sezione	H	h	Cresta	I	L	H/L	L/3	Tipo Cresta	Classe	Fa	St	Risultato
A	1	260	190	Cresta	300	1300	0.20	433	Appuntita	1	1.25	1.2	insufficiente
	2	270	200	Cresta	530	1670	0.16	557	Appuntita	1	1.20	1.2	sufficiente
	3	360	300	Cresta	200	565	0.64	188	Arrodonata	5	1.35	1.2	insufficiente
	4	75	50	Cresta	25	310	0.24	103	Appuntita	2	1.25	1.2	insufficiente
B	1	180	170	Cresta	25	1160	0.16	387	Appuntita	1	1.19	1.2	sufficiente
	2	95	80	Cresta	100	600	0.16	200	Appuntita	1	1.19	1.2	sufficiente
C		50	150	Cresta	35	300	0.17	100	Appuntita	2	1.17	1.2	sufficiente
D		55	50	Cresta	18	240	0.23	80	Appuntita	3	1.18	1.2	sufficiente
E		85	85	Cresta	50	420	0.20	140	Appuntita	1	1.25	1.2	insufficiente
F		180	160	Cresta	160	620	0.29	207	Appuntita	1	1.38	1.4	sufficiente
G		130	128	Cresta	15	590	0.22	197	Appuntita	1	1.28	1.2	insufficiente
H		61	51	Cresta	30	330	0.18	110	Appuntita	2	1.19	1.2	sufficiente
I		45	18	Cresta	25	215	0.21	72	Appuntita	3	1.17	1.2	sufficiente
L		100	45	Cresta	40	500	0.20	167	Appuntita	1	1.25	1.2	insufficiente
M	1	118	50	Cresta	30	370	0.32	123	Appuntita	1	1.42	1.2	insufficiente
	2	50	40	Cresta	25	360	0.14	120	Appuntita	1	1.17	1.2	sufficiente
N	1	100	100	Cresta	40	350	0.29	117	Appuntita	1	1.37	1.4	sufficiente
	2	84	62	Cresta	40	350	0.24	117	Appuntita	1	1.31	1.4	sufficiente
O		128	98	Cresta	35	600	0.21	200	Appuntita	1	1.27	1.2	insufficiente
Y		60	57	Cresta	20	170	0.35	57	Appuntita	3	1.29	1.4	sufficiente
Q		20	20	Cresta	20	130	0.15	43	Appuntita	4	1.06	1.4	sufficiente
R		15	15	Cresta	40	100	0.15	33	Arrodonata	5	1.07	1.4	sufficiente
S		30	15	Cresta	25	100	0.30	33	Appuntita	4	1.13	1.4	sufficiente
T	1	140	80	Cresta	30	500	0.28	167	Appuntita	1	1.36	1.4	sufficiente
	2	102	100	Cresta	35	400	0.26	133	Appuntita	1	1.33	1.4	sufficiente
U		260	155	Cresta	50	970	0.27	323	Appuntita	1	1.35	1.2	insufficiente

NB: i numeri 1,2 etc si riferiscono alle sezioni topografiche analizzate partendo da Sud o da Ovest di ciascuna cresta.

Tabella 11: Fa morfologici per le creste e cocuzzoli

Nella carta MS2, le zone già appartenenti a quelle di amplificazione sismica e soggette al 3° Livello di analisi sono rappresentate da campiture e/o un retino di color rosso -viola, ma non giallo.

### **Amplificazione litologica**

La valutazione della congruità o meno dei fattori di amplificazione sismica tra risultati di campagna e valori soglia normativi si basa, come detto, su una serie di indagini HVSR distribuite sul territorio e che hanno anche compreso alcune zone classificate già con il 1° Livello come instabili. Ci si riferisce alla fascia a cavallo della ipotetica faglia capace che il Progetto ITHACA individua poco a sud del capoluogo e che induce ad una penalizzazione in termini di stabilità in prospettiva sismica per una buffer non ancora definito dagli organi competenti, ma che è stato quantificato in 500 metri per ciascun lato. La Tabella seguente sintetizza i risultati emersi con le indagini HVSR eseguiti nella zone suscettibili di amplificazione sismica (ASS).

Sito	Traccia HVRS	Fa	FV	Classe suolo	Vs30 (m/s)	Ss (NTC)	Risultato	Livello procedura
1	24	1.1	1.3	B	408	1.2	sufficiente	H2
2	25	1.1	1.1	B	559	1.2	sufficiente	H2
4	27	1.0	1.4	C	321	1.5	sufficiente	H2
5	30	1.0	1.3	B	410	1.5	sufficiente	H2
6	31	1.4	2.2	C	185	1.5	sufficiente	H2
7	32	1.0	1.5	C	214	1.5	sufficiente	H2
10	35	1.3	1.7	C	275	1.5	sufficiente	H2
24	49	1.1	1.5	C	318	1.5	sufficiente	H2

NB: Fa e FV calcolati con Schede Dip. P.C. accelerazione a=0.18g.  
Litologie prevalenti lungo la verticale: ghiaie sabbiose ( zone di pianura) o sabbie limose (coperture montane)  
H2 o H3 significa livello di studio idoneo o no alla zona studiata

Tabella 12: Risultati di Fa e Fv, Vs30 e classi di suolo per le zone investigate in ASS.

La Tabella seguente sintetizza invece i risultati emersi con le indagini HVSR eseguiti nell'intero territorio comunale. Si tenga conto che alcune di queste indagini sono state fatte comunque in zone già assoggettabili a procedure di 3° Livello, da normativa.

Sito	Traccia HVRS	Fa	FV	Classe suolo	Vs30 (m/s)	Ss (NTC)	Risultato	Livello procedura	
1	24	1.1	1.3	B	408	1.2	sufficiente	H2	
2	25	1.1	1.1	B	559	1.2	sufficiente	H2	
3	26	curva HVRS piatta su H/V 1							
4	27	1.0	1.4	C	321	1.5	sufficiente	H2	
5	30	1.0	1.3	B	410	1.5	sufficiente	H2	
6	31	1.4	2.2	C	185	1.5	sufficiente	H2	
7	32	1.0	1.5	C	214	1.5	sufficiente	H2	
8	33	1.9	1.3	C	313	1.5	insufficiente	H3	
9	34	1.0	1.3	C	312	1.5	sufficiente	H2	
10	35	1.3	1.7	C	275	1.5	sufficiente	H2	
11	36	1.2	1.0	C	660	1.2	insufficiente	H3	
12	37	1.4	1.5	B	373	1.2	insufficiente	H3	
13	38	1.0	1.5	B	373	1.2	sufficiente	H2	
14	39	1.4	1.3	B	522	1.2	insufficiente	H3	
15	40	1.1	1.6	C	225	1.2	sufficiente	H2	
16	41	1.1	1.1	B	570	1.5	sufficiente	H2	
17	42	1.5	1.4	B	457	1.2	insufficiente	H3	
18	43	1.0	1.4	C	360	1.2	sufficiente	H2	
19	44	1.0	1.0	A	945	1	insufficiente	H3	
20	45	1.1	1.7	C	221	1.5	sufficiente	H2	
21	46	0.8	1.6	D	158	1.8	sufficiente	H2	
22	47	1.2	1.6	B	390	1.2	insufficiente	H3	
23	48	1.0	1.4	C	242	1.5	sufficiente	H2	
24	49	1.1	1.5	C	318	1.5	sufficiente	H2	
25	50	1.2	1.1	B	529	1.2	insufficiente	H3	
26	1	1.1	1.4	C	239	1.5	sufficiente	H2	
27	2	1.6	1.1	B	605	1.2	insufficiente	H3	
28	3	1.3	1.7	C	318	1.5	sufficiente	H2	
29	4	1.9	1.2	C	282	1.5	insufficiente	H3	

NB: Fa e FV calcolati con Schede Dip. P.C. accelerazione a=0.18g.  
Litologie prevalenti lungo la verticale: ghiaie sabbiose ( zone di pianura) o sabbie limose (coperture montane)  
H2 o H3 significa livello di studio idoneo o no alla zona studiata

Tabella 13: Risultati di Fa e Fv, Vs30 e classi di suolo per le zone investigate

Dalle Tabelle si nota che nelle zone A.S.S. esiste una conformità tra Fattore di amplificazione (Fa) ricavato e soglia Ss normativo.

In parecchi casi esiste congruità di "sufficienza" anche in zone penalizzate simicamente da altri fattori (morfologici, tettonici, soggiacenza della falda), ma non litologici.

I casi d'insufficienza, comunque, confermano le situazioni già negative derivanti da altre tipologie di analisi, quali le topografiche, le morfologiche e strutturali.

### 11.1 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA 2

Analizzando la Carta si nota che, come era già risaputo dagli studi geologici afferenti al PAT, ma anche per questo studio, buona parte del territorio montano è caratterizzato da morfologie di instabilità geologica e geomorfologica che diventa di instabilità anche in prospettiva sismica.

*L'analisi fatta in chiave sismica sia su basi topografico-morfologiche, sia litologiche fatte in campo e mediante software dedicato non solo ha confermato questo, ma anche ha "aggiunto" nella classe soggetta a procedura di tipo 3, aree che con la procedura di 1° Livello erano risultate "susceptibili di amplificazione" (aree gialle con retino rosso).*

Infatti, le uniche zone che soddisfano la procedura di 2° Livello sono la parte alta del Comune in località *Erta*, anche perché la roccia è affiorante e l'amplificazione, come è ben noto, è pari a 1.

Una seconda zona sufficiente è la dorsale di *Pedalto* che ha dato un Fa su base topografica inferiore alla soglia normativa.

Lo stesso dicasi per la zona di *Roveredo Alto*, dove la congruenza è su base litologica, mancando una vera cresta.

Da precisare che, le classi di appartenenza secondo le NTC vigenti per la zona montana oscillano prevalentemente tra "B" e "C". Osservando il grafico 1 della **Scheda 20** si osserva che i picchi di frequenza sono impostati a valori prossimi/maggiori di 10 Hz (debole spessore detritico/colluviale), mentre scendendo in profondità, a parte qualche piccolo picco a circa 4,5 Hz, le curve sono pressoché piatte e prossime a 1 H/V, con periodi di oscillazione rispettivamente  $T = 0,1$  e  $T = 0,22$ .

Per quanto riguarda la fascia di pianura, le verifiche in situ (HVSr) hanno evidenziato un grado di sufficienza rispetto alla soglia normativa, sempre con la precisione di  $\pm 0,1$ , come da normativa. Chiaramente si sta parlando della fascia che già nella procedura 1 risultava "susceptibile di amplificazione" (colorazione verde con retino blu). Dalla **Scheda 22**, dove si rappresentano le curve della zona di pianura a sud del territorio si notano due picchi di frequenza: il primo a 8 Hz ed il secondo a 1 Hz con periodi di oscillazione rispettivamente  $T = 1s$  e  $T = 0.125s$ .

Diverso è il discorso per le zone a Nord di questa fascia e per le valli. La procedura 1 ha classificato tali zone come *instabili* a causa di molteplici fattori (litologici, idrogeologici, geotecnici e morfologici).

Per citare solo i principali si fa riferimento, come ampiamente già discusso sopra, alla presenza della *scarpata strutturale* che sovrasta il Capoluogo e che divide, sostanzialmente, la parte montuosa da quella di pianura e pedemontana. La presenza di tale struttura, caratterizzata da litologia a densità diversa da quella della fascia pedemontana (terreni detritici) produce un contrasto di impedenza sismica e quindi influisce sulla modalità di propagazione dell'energia sismica da un mezzo all'altro.

Altro elemento destabilizzante è la *faglia capace* mappata dal progetto Ithaca, posizionata appena a valle del capoluogo e dei vari centri abitati pedemontani, oltre che .

Ultimo, ma non meno importante è la zona valliva dove risiedono gli abitati di San Floriano e Vallonara. La penalità deriva dalla presenza di falda "alta" e da interstrati, conosciuti da indagini geognostiche pregresse, di tipo sabbioso-limoso appartenenti al "fuso" granulometrico di terreni facilmente liquefacibili in caso di sisma. Le medesime condizioni litologiche si riscontrano nella fascia pedemontana tra via Monteferro e Località Marsan, dove si associano alla citata presenza della scarpata strutturale che si immerge sotto i terreni quaternari.

Pur non essendo necessario, perché insufficiente come procedura la 2, e quindi già soggette alla procedura di 3° Livello, si è provveduto a caratterizzare, comunque, mediante indagini HVSR i terreni di tali zone. Queste saranno da considerare propedeutiche alla procedura di 3° Livello. Quindi quanto detto di seguito non ha valore perentorio, ma dà una valutazione sui possibili scenari di pianificazione sia in ambito sismico che urbanistico.

Detto ciò, per la zona pedemontana si vede che i fattori di amplificazione registrati sono elevati e superiori alle soglie, per tale contesto morfo/litologico, che la normativa fissa ( $St = 1,0$  e  $Ss = 1,5$  trattandosi di terreni di classe prevalente C). dalla **Figura 2** della **Scheda 20**, si evidenziano sostanzialmente due picchi di frequenza: il primo attorno a 8-9 Hz ed il secondo a 1,8-2 Hz con periodi di oscillazione rispettivamente di  $T = 0,1-0,12$  s e  $T = 0,5$  s.

Le curve caratteristiche della zona classificata "instabile" a cavallo della faglia capace sono, come è normale trattandosi di valutazioni di tipo litologico, paragonabili e sovrapponibili a quelle della zona di "bassa pianura" posta a Sud. Anche qui i picchi di frequenza si riscontrano a 8 Hz e poi a 1 Hz con periodi di oscillazione rispettivamente  $T = 1$  s e  $T = 0.125$  s. I dati delle  $F_a$  ricavate per il capoluogo, ma che, si ripete, non hanno valore per la procedura di 2° Livello, mostrano anche che queste crescono ma mano che ci si sposta verso monte seguendo quelle che sono le morfologie e, le conseguenti litologiche, presenti in loco la principale delle quali il conoide sul quale è stata impostata Marostica.

Per quanto riguarda le zone soggette a fenomeni di liquefazione, presenti sia nella vallate principali che lungo la fascia pedemontana, i picchi di maggiore frequenza sono dispersi entro un range di 1÷6 Hz per le zone vallive - **Scheda 21**, mentre, come già visto prima, per la zona pedemontana sono più rappresentativi (vedasi sopra). Tale dispersione può essere dovuta sia alla litologia sia alla presenza di morfologie sepolte o superficiali (valli larghe o strette), che interferiscono sulla frequenza del sito e sull'amplificazione. Come si vede nella Figura sottostante.

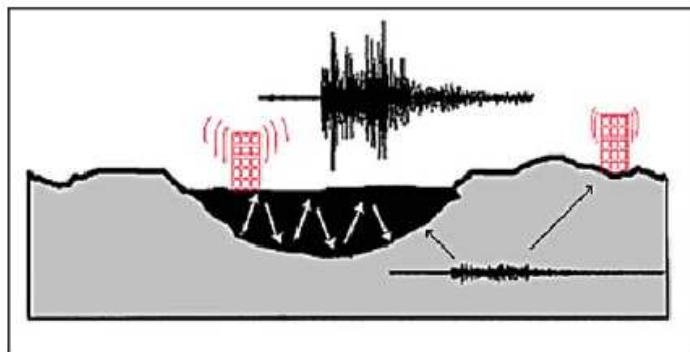


Figura 6: Effetti di amplificazione per diversa situazione litologica a parità di morfologia

### 11.2 FATTORE D'AMPLIFICAZIONE - FREQUENZA E STRUTTURE

Per finire ed anche a corredo della Tav.5a, della quale non si deve tener conto in fase di procedura di tipo 2 in quanto corrisponde a zone de facto soggette alla procedure 3, si fa cenno alle applicazioni che la metodologia d'indagine usata (HVSr) e i parametri da essa derivati possono avere in relazione ai problemi di vibrazione delle strutture.

Intanto, si sa che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere o calcolata secondo la formula seguente:

$$\text{frequenza naturale dell'edificio} \approx 10\text{Hz}/\text{numero di piani}$$

È la risonanza tra terreno e struttura data dalla relazione:

$$\text{frequenza naturale dell'edificio} \approx \text{frequenza naturale della copertura di terreno}$$

ad essere pericolosa perché induce alla massima amplificazione.

La combinazione delle due espressioni ora scritte porta alla relazione:

$$10\text{Hz}/\text{numero di piani} \approx V_s/4H$$

dalla quale si può ricavare una relazione di prima approssimazione tra il numero di piani dell'edificio e lo spessore delle coperture nel sito dell'edificio stesso che possono determinare situazioni pericolose e devono quindi essere oggetto di studi approfonditi.

Si veda anche il grafico sottostante:

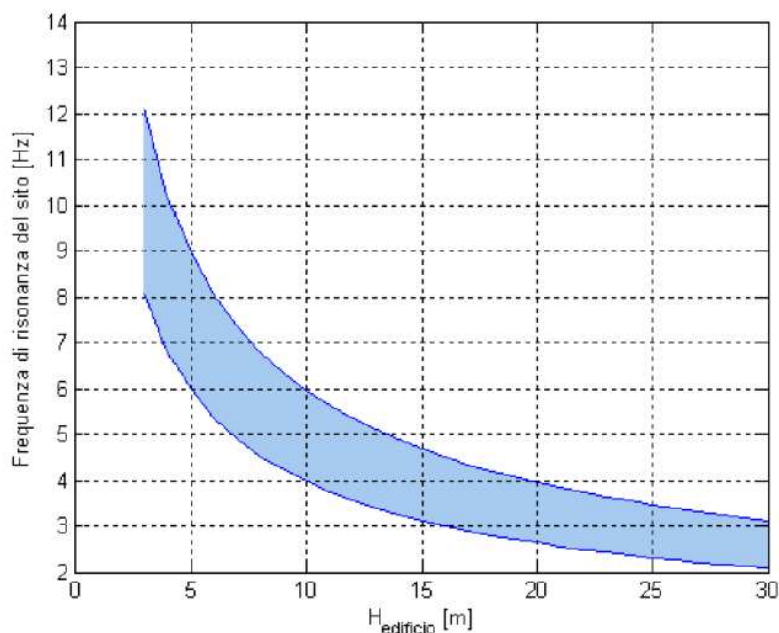


Figura 7: Relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato. La zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza.

A Marostica le strutture edilizie sono prevalentemente regolari, abbastanza rigide e relativamente basse (normalmente non si superano i 5 piani), come del resto buona parte dell'edificato nazionale.

Esse rientrano nell'intervallo di oscillazione di 0,1÷0,5 s; mentre nel secondo intervallo tra 0.5-1.5 s sono le strutture più alte e flessibile che rientrano.

Da ciò, osservando il grafico sopra e le curve HVSR riportate sia nelle **Schede 20÷22** e più dettagliatamente nell'**Allegato S**, si può valutare, da aperte dei tecnici, la possibilità o meno di fenomeni di doppia risonanza degli edifici.

Ad esempio, tornando a quanto scritto circa le frequenze di picco risultanti un po' per tutte le fasce di territorio investigate (vedasi Schede 20-22) si può ragionevolmente dire che picchi di frequenza 8÷10 Hz portano a dire che sono gli edifici di altezza pari a 4÷7 metri soggetti a doppia risonanza. Come gli edifici di altezza superiore a 25÷27 metri, per i picchi di 1÷2 Hz registrati.

## 12 PRESCRIZIONI

Si premette che per ogni intervento in progetto ricadente delle diverse zone perimetrate e classificate in chiave sismica del territorio comunale si dovranno adottare le procedure di indagine previste alle Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 14.01.2008 del Ministero delle Infrastrutture (GU n.29 del 04/02/2008) e relativa Circolare esplicativa, aggiornamenti e modifiche.

In particolare si dovrà fare riferimento alle seguenti paragrafi e/o capitoli: Capitolo 3: Azioni sulle costruzioni, §3.2 Azione sismica; Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche (strutture nuove);



Capitolo 8: Costruzioni esistenti, §8.7 Valutazione e progettazione in presenza di azioni sismiche; Allegato A: Pericolosità sismica; Allegato B: Tabelle che definiscono l'azione sismica nel territorio italiano.

La classe di suolo dovrà essere definita preferibilmente attraverso la misura diretta dei parametri sismici del sottosuolo in numero adeguato alle caratteristiche dell'opera.

Le aree che sono risultate "insufficienti" sulla base dei possibili effetti di amplificazione litologica rispetto alla normativa sono soggette a verifica di 3° Livello, in fase di progettazione edilizia, o si deve utilizzare lo spettro di norma caratteristico della categoria di suolo superiore, con il seguente schema:

- anziché lo spettro della categoria di suolo B si utilizzerà quello della categoria di suolo C; nel caso in cui la soglia non fosse ancora sufficiente si utilizzerà lo spettro della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo C si utilizzerà quello della categoria di suolo D;
- anziché lo spettro della categoria di suolo E si utilizzerà quello della categoria di suolo D.

Nello specifico, per le "aree stabili suscettibili ad amplificazione sismica", dove si preveda di eseguire ristrutturazioni con modifiche strutturali, ampliamenti, nuove costruzioni ed opere infrastrutturali, si dovrà, oltre alle indicazioni normative citate sopra:

- A. caratterizzare il terreno tramite la misura delle Vs30, qualora si addotti un approccio semplificato, come previsto dal DM 14.01.2008: "la classificazione può essere basata sulla stima dei valori della velocità media delle onde sismiche di taglio "Vs" ovvero sul numero medio di colpi N<sub>spt</sub> per terreni a grana grossa, e coesione non drenata media "c<sub>u</sub>", per terreni a grana fine. Le misure dovranno essere eseguite almeno ogni tre metri di profondità fino a quella prevista dal DM 14.01.2008. Le misure dirette delle onde di taglio "Vs" acquisite con metodi geofisici di superficie sono da preferire ai metodi indiretti. Dovranno essere allegati alla relazione geologica i grafici di misura e d'interpretazione delle prove in sito.
- B. produrre uno studio finalizzato alla determinazione della profondità del bedrock sismico in funzione della definizione del periodo proprio di vibrazione del sottosuolo;
- C. evitare, d'accordo con il progettista, l'effetto di doppia risonanza suolo-struttura;
- D. valutare le amplificazioni locali di carattere litostragrafico qualora il bedrock sia a profondità superiore ai 3 metri. L'amplificazione potrà essere determinata come indicato dall'Eurocodice 8 (vedasi anche Indirizzi e criteri di microzonazione sismica –Febbraio 2008 – conferenza Stato e Regioni).
- E. nelle fasce di contatto tra litologie con caratteristiche elastiche molto diverse tra loro, oltre a quanto detto ora si dovrà verificare, attraverso prove in sito, se i contatti tra queste formazioni possono causare cedimenti differenziali. Si dovrà, anche, evitare di porre le fondazioni dei fabbricati "a cavallo" tra litotipi con caratteristiche marcatamente diverse.

Il territorio comunale presenta anche zone classificate da normativa come "suscettibili d'instabilità". Si danno le seguenti prescrizioni minime sotto gli aspetti di caratterizzazione sismica del sito, rimandando, comunque, a tutte le disposizioni normative inerenti le costruzioni come elencate all'inizio del capitolo.

Per queste zone si dovrà:

- A. Nelle zone interessate da "faglie capaci" per le quali si è cautelativamente, in mancanza di normativa chiara, fissato planimetricamente un buffer di 500 metri per lato dello sviluppo indicato dal ISPRA (progetto Ithaca) si dovrà verificare a livello puntuale se vi siano delle evidenze geologico-geomorfologiche di superficie tali da poter stabilire il grado di "riattivazione". Qualora il risultato dello studio dia conferma di ciò oppure sia incerto, il progettista dell'opera dovrà incrementare l'accelerazione sismica prevista al bedrock e al suolo, e valutare eventuali cedimenti differenziali. Si potranno utilizzare valori provenienti da misure dirette puntuali delle onde di taglio ( $V_s$ ) eseguite in un sito adiacente a quello investigato, purché i litotipi, la morfologia superficiale e sepolta, l'idrogeologia, e le caratteristiche sismiche siano compatibili a quelle riscontrate nell'area in studio.
- B. Nelle aree a potenziale cedimento per liquefazione di terreni saturi, la suscettività a questo fenomeno dovrà essere valutata attraverso prove in situ. Gli Indirizzi e criteri di microzonazione sismica – rapporto finale del Febbraio 2008 – conferenza Stato e Regioni prevedono che possa essere omessa tale verifica solo quando si presenta almeno una delle seguenti condizioni:
- sisma atteso con magnitudo inferiore a 5;
  - accelerazione massime attese in superficie minori di 0,1g;
  - accelerazione massima attesa in superficie minore di 0,15g e terreni ricadenti in una delle seguenti categorie:
    - frazione fine passante al setaccio 200 ASTM FC maggiore del 20% con Indice plastico  $IP > 10$
    - $FC > 35\%$  e resistenza  $N_{160} > 20$
    - $FC > 5\%$  e resistenza  $N_{160} > 25$
  - profondità media della falda maggiore a 15 metri da piano campagna per superfici piane e fondazioni delle strutture superficiali
  - distribuzione granulometrica esterna ai fusi granulometrici suscettibili a liquefazione.

Per superfici pianeggianti gli effetti sono trascurabili se lo spessore dello strato più superficiale "non liquefacibile" è maggiore dello spessore del sottostante strato "liquefacibile".

- C. Nelle aree suscettibili ad instabilità" per potenziali smottamenti e/o frane sismo-indotte in pendii naturali, oltre alle normali indagini e studi indicati da normativa, si provvederà a:

- Caratterizzare il sottosuolo con la misura delle Vs30, come previsto da DM 14.01.2008. Le misure dovranno essere eseguite almeno ogni metro lineare di profondità fino a quella prevista dal DM 14.01.2008. E' consigliabile acquisire i valori Vs30 da misure dirette e non indirette (es. prove penetrometriche o SPT). Si dovrà anche produrre uno studio finalizzato alla determinazione della profondità del bedrock sismico in funzione della definizione del periodo proprio di vibrazione del sottosuolo.
- Valutare le amplificazioni locali di carattere litostragrafico, se il bedrock si trova a profondità superiore ai 3 metri, e topografico. L'amplificazione topografica potrà essere determinata come previsto dall'Eurocodice 8 e/o utilizzando quanto disposto negli "Indirizzi e criteri di microzonazione sismica 2008".
- Eseguire i calcoli stabilità del pendio a seguito dell'azione sismica, attraverso una specifica analisi dinamica. In alternativa potranno essere utilizzati appositi abachi, purché il sito d'intervento presenti caratteristiche conformi alle ipotesi di base utilizzate per l'elaborazione degli abachi stessi.

### 13 CONCLUSIONI

Codesta Relazione illustra le modalità ed i risultati ottenuti con lo studio di Microzonazione sismica comunale di 1° e 2° Livello, oltre alle analisi eseguite per la definizione della Condizione Limite di Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano di Marostica.

Lo studio è stato articolato sui 2 livelli previsti in fase di pianificazione con alcune integrazioni tipiche dell'applicazione del 3° livello (obbligatorio nella fase di progetto). In realtà quest'ultimo livello è necessario anche per costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, reti infrastrutturali (strade e ferrovie), poiché la loro interruzione comporta condizioni di emergenza, edifici pubblici e strategici, industrie con attività potenzialmente insalubre per l'ambiente ed il territorio.

Si ripete che:

- le zone che ricadono nelle categorie di tipo "instabile" (frane, fenomeni di cedimento o liquefazione e/o a comportamento differenziale) sono obbligatoriamente assoggettate, in fase di progettazione, all'esecuzione di studi specifici di 3° Livello. Pertanto queste aree vengono escluse dall'analisi di secondo livello, in quanto si rimanda ai risultati di studi di maggior dettaglio che richiedono di volta in volta l'impiego di strumentazione di tipo geotecnico, geofisico, modellazione numerica ecc. ecc.
- le zone a "potenziale amplificazione morfologica e litologica" sono assoggettate all'esecuzione delle procedure di 2° livello, per valutare mediante procedure semplificate semiquantitative, il grado di protezione che la normativa sismica nazionale può garantire nei confronti dei fenomeni di amplificazione sismica locale.

Lo studio di **1° Livello** ha permesso di definire la *Carta degli Elementi in prospettiva sismica* e la *Carta delle zone omogenee in prospettiva sismica*.

Quello di **2° Livello**: la *Carta delle indagini eseguite*; la *Carta delle morfologie significative* (creste e scarpate) e la *Carta dei Fattori di Amplificazione*. Quest'ultima carta, soprattutto, ha messo in luce quali zone all'interno del territorio comunale sono passibili di effetti di amplificazione sismica locale.

Da tener presente che nella definizione del fattore di amplificazione  $F_a$  per le singole zone individuate in cartografia e indicato negli *Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica (2008)*, esso definisce una scala di pericolosità areale relativa ad eventi sismici corrispondenti alle condizioni di progetto delle costruzioni ordinarie, dove si considera una probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Pertanto, esso ha valore significativo per la pianificazione di emergenza e per quella urbanistica perché vincola, determina e esclude zone che potrebbero essere appetibili sulla base di altre condizioni e/o presupposti pur tecnici ed aiuta, trattandosi di un documento tecnico, i tecnici comunali e gli amministratori a salvaguardare sia il territorio, sia gli abitanti che lo occupano. Ma si tratta sempre di valori basati su dati relativi ad aree estese.

Questo deve essere sempre tenuto presente da parte di chi andrà poi a progettare strutture nel territorio. Infatti le NTC approvate con DM 14.01.2008 si riferiscono ad una specifica struttura e riguarda siti con limitata estensione planimetrica, diversamente dallo studio di Microzonazione sismica che opera su scala territoriale e che non può dare informazioni puntuali.

Pertanto, pur avendo  $F_a$  ed  $S$  (NTC 2008) stesso significato fisico, si deve considerare la "scala" di lavoro: più ampia quella del  $F_a$ , ristretta ai terreni di fondazione della struttura in progetto, quella di  $S$ . Inoltre, non trascurabile è la responsabilità tra chi cartografa zone omogenee nel fattore  $F_a$  e chi definisce il modello geotecnico del sottosuolo interessato dall'opera e sceglie il metodo di calcolo. Quest'ultimo deve essere il progettista come indicato dalle NTC2008.

Lo studio è stato realizzato utilizzando, per confronto con i valori sperimentali, i valori di  $F_a$  soglia pubblicati dal Dipartimento di Protezione Civile nazionale. Qualora i valori soglia fossero successivamente modificati, potrebbe rendersi necessaria un confronto con i fattori di amplificazione stimati dal presente studio, con l'intento di verificare nuovamente il grado di protezione nei confronti dei fenomeni di amplificazione di sito, garantito dagli spettri sismici di progetto indicati dalla normativa vigente.

Baratto Filippo, geologo

Checchinato Raffaella, geologo

Parolo Elena, urbanista

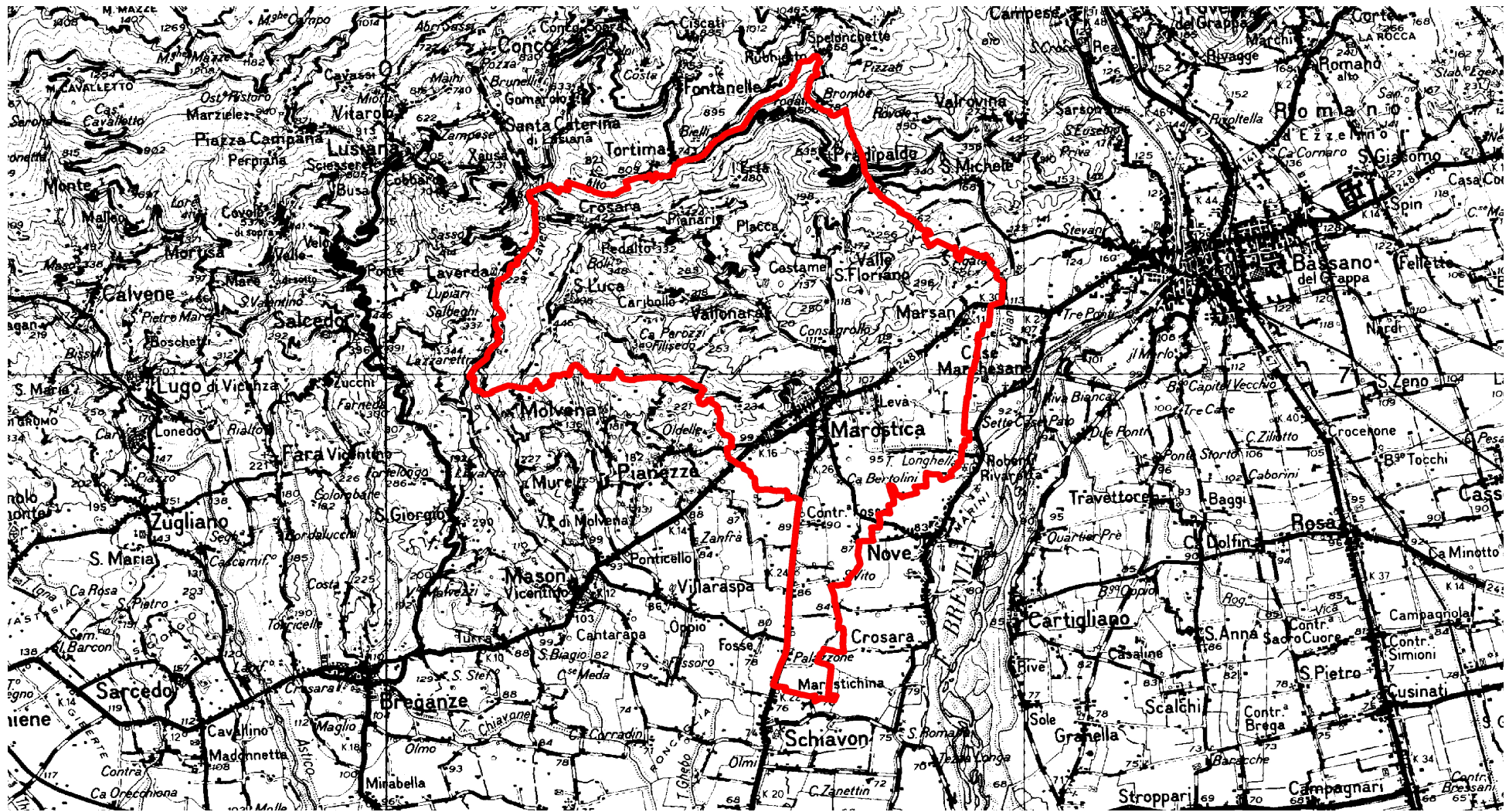


## ALLEGATI

SCHEDE: 1 ÷ 22

ALLEGATO S: Report registrazioni HVSr



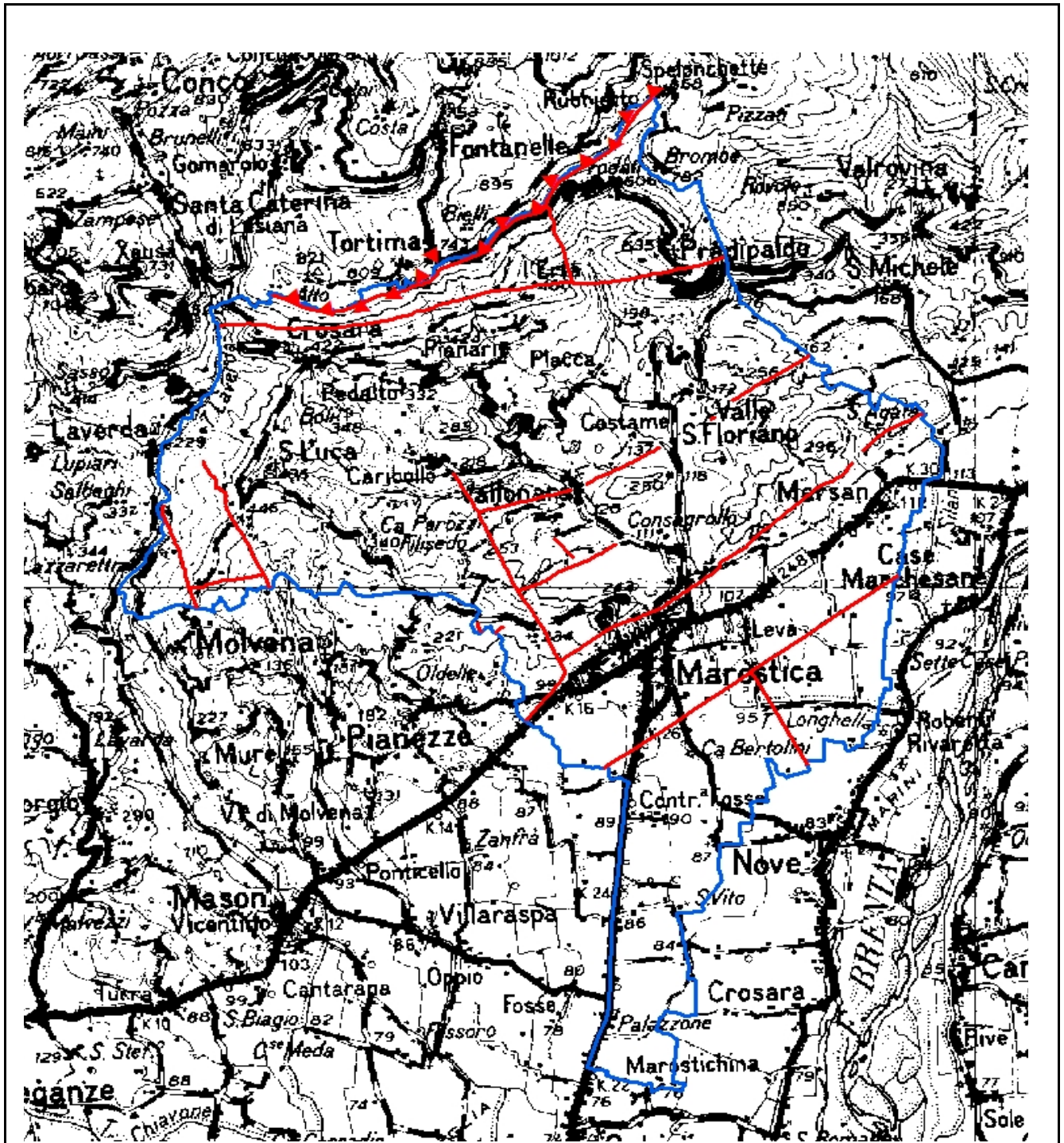


Estratto da I.G.M. "F. 37" - scala 1:100.000  
(fuori scala)

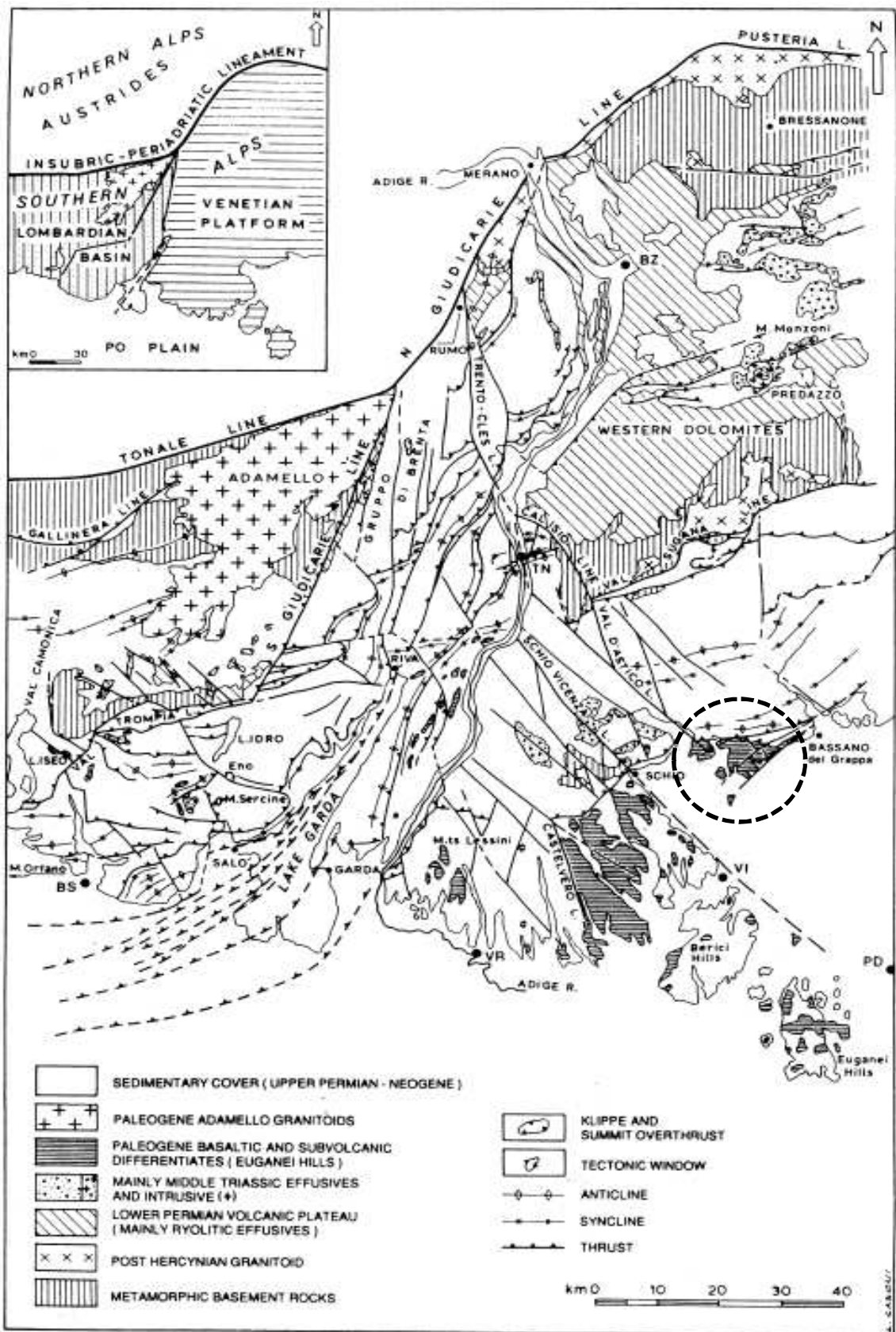
Inquadramento dell'area

Scheda 1



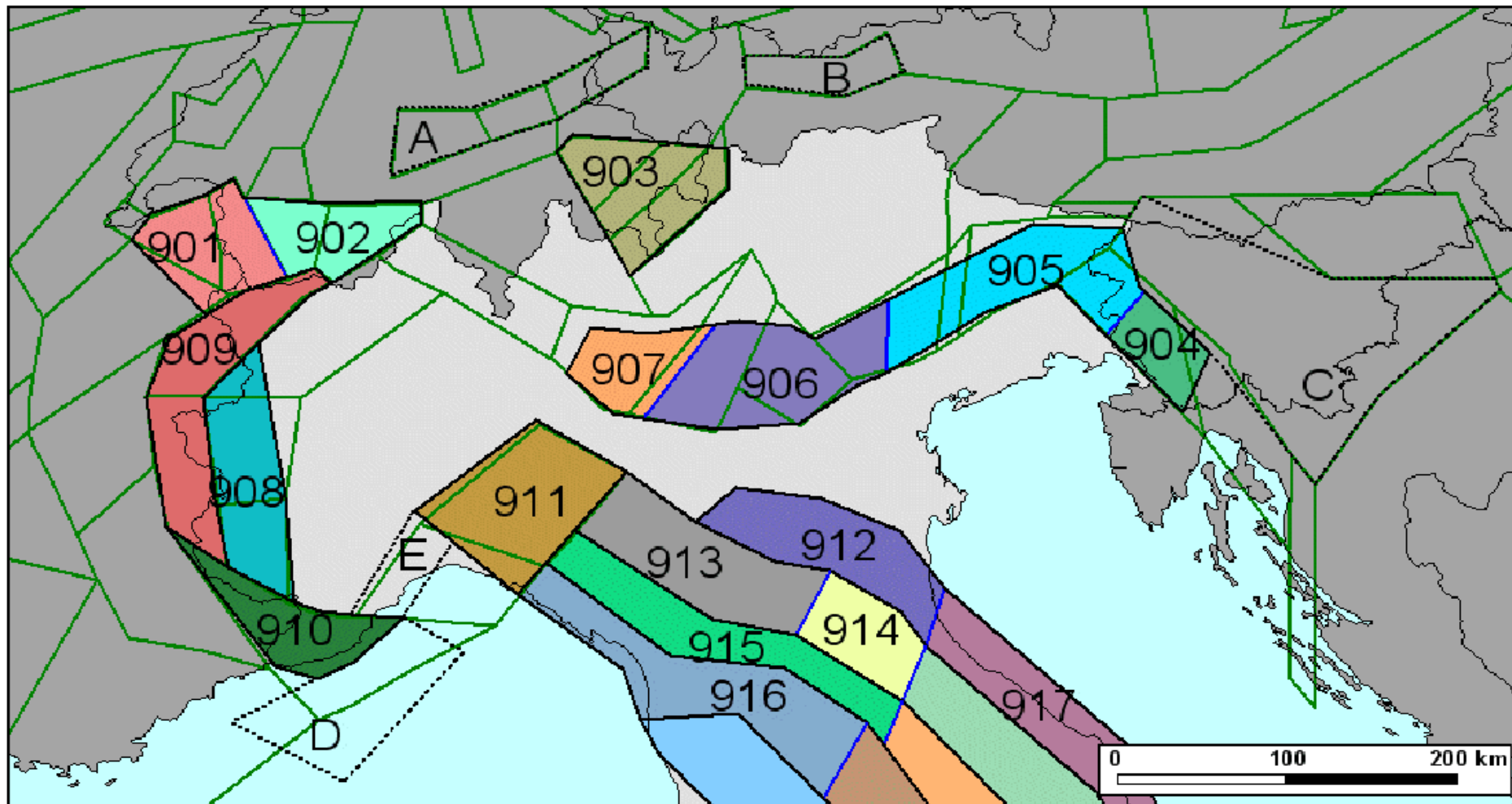


Lineamenti tettonici  
 della zona di Marostica  
 Scheda 2



ified structural map of the central sector of Southern Alps (modified from Castellarin

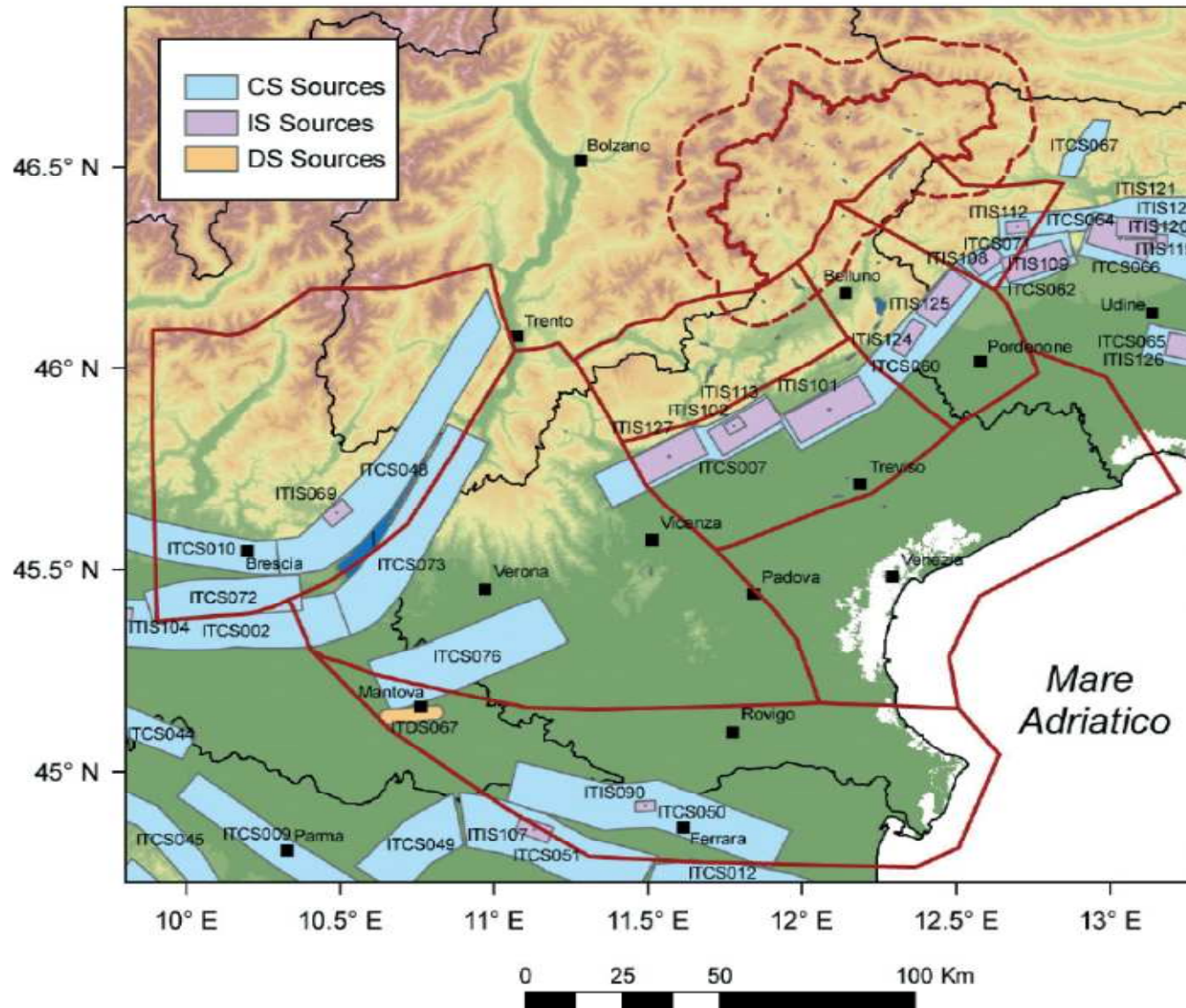
Schema tettonico delle  
Alpi e Prealpi venete  
**Scheda 3**



Zone sismogenetiche del Nord Italia

**Scheda 4**





Zone sismogenetiche da DISS  
 versione 3.1.1 (2010)  
**Scheda 5**



**Cerca Posizione**

Via  n°

Comune  Cap

Provincia

- Siti rigidi o depositi alluvionali profondi con spessori maggiori di 20 metri
- Depositi superficiali con spessore compreso tra 5 e 20 metri

Imposta distanza con il mouse

Sorgente sismogenetica	P1		P2		Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)	Accelerazione al suolo (g)
	Lat. (°)	Long. (°)	Lat. (°)	Long. (°)			
<input checked="" type="radio"/> ITC S007: Thiene - Cornuda	45.746	11.6584	45.7685	11.6949	3.78	6.6	0.584

Calcolo per terreni rigidi o depositi sciolti spessi più di 20 metri

Ubicazione delle fasce sismogenetiche relative al Comune di Marostica  
**Scheda 6a**





**Cerca Posizione**

Via  n°

Comune  Cap

Provincia

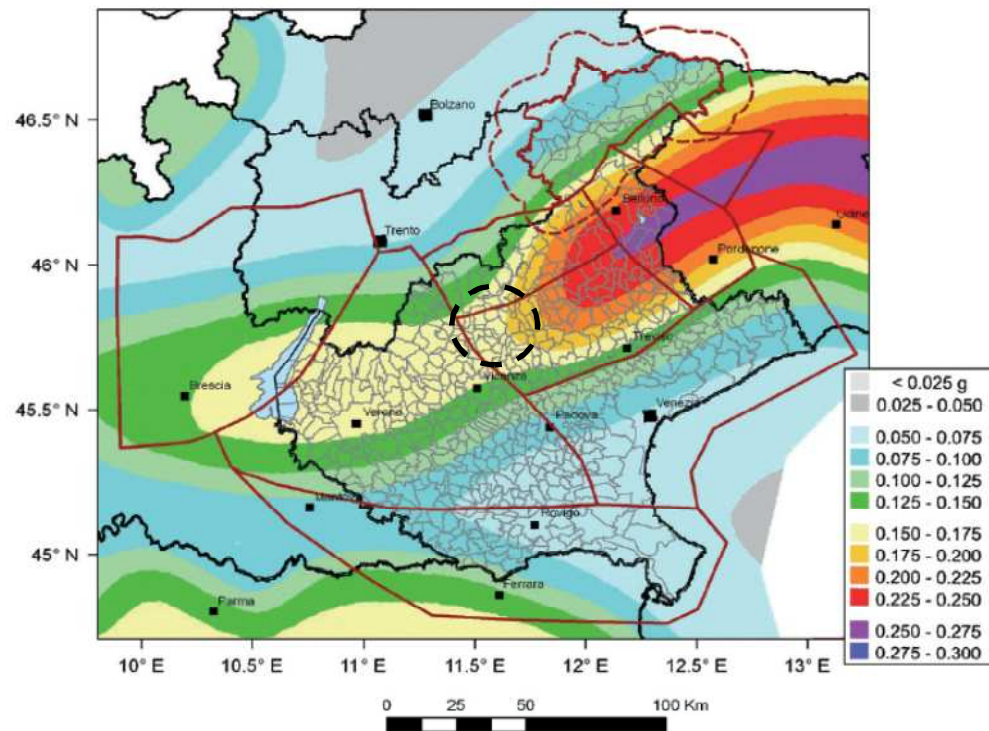
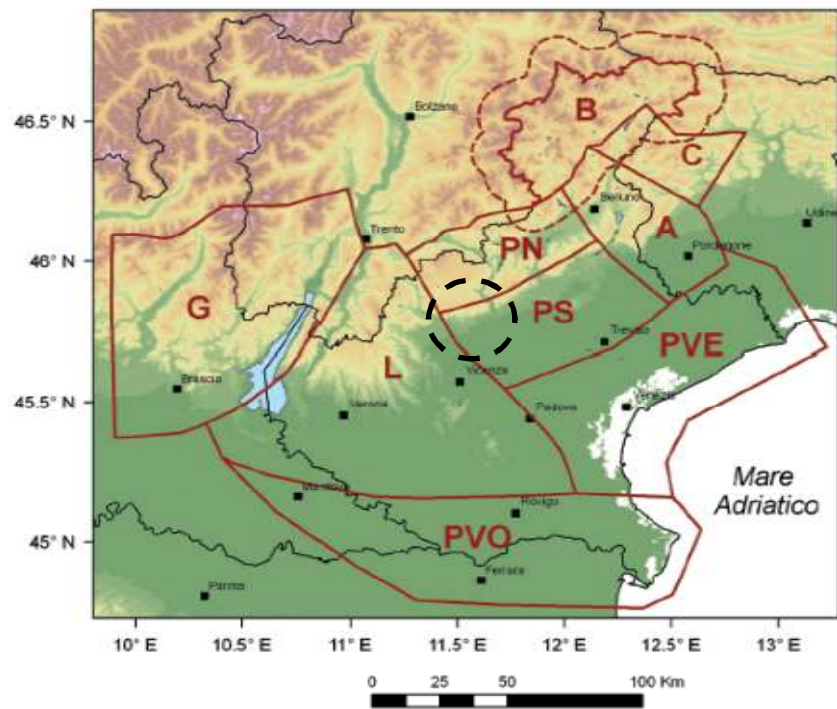
- Siti rigidi o depositi alluvionali profondi con spessori maggiori di 20 metri
- Depositi superficiali con spessore compreso tra 5 e 20 metri

Imposta distanza con il mouse

Sorgente sismogenetica	P1		P2		Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)	Accelerazione al suolo (g)
	Lat. (°)	Long. (°)	Lat. (°)	Long. (°)			
<input checked="" type="radio"/> ITC S007: Thiene - Cornuda	45.746	11.6584	45.7685	11.6949	3.78	6.6	0.889

Calcolo per depositi superficiali con spessori compresi tra 5 e 20 metri

Ubicazione delle fasce sismogenetiche relative al Comune di Marostica  
**Scheda 6b**



Area di Marostica

Distretti sismici del Veneto  
e mappa della pericolosità sismica  
**Scheda 7**



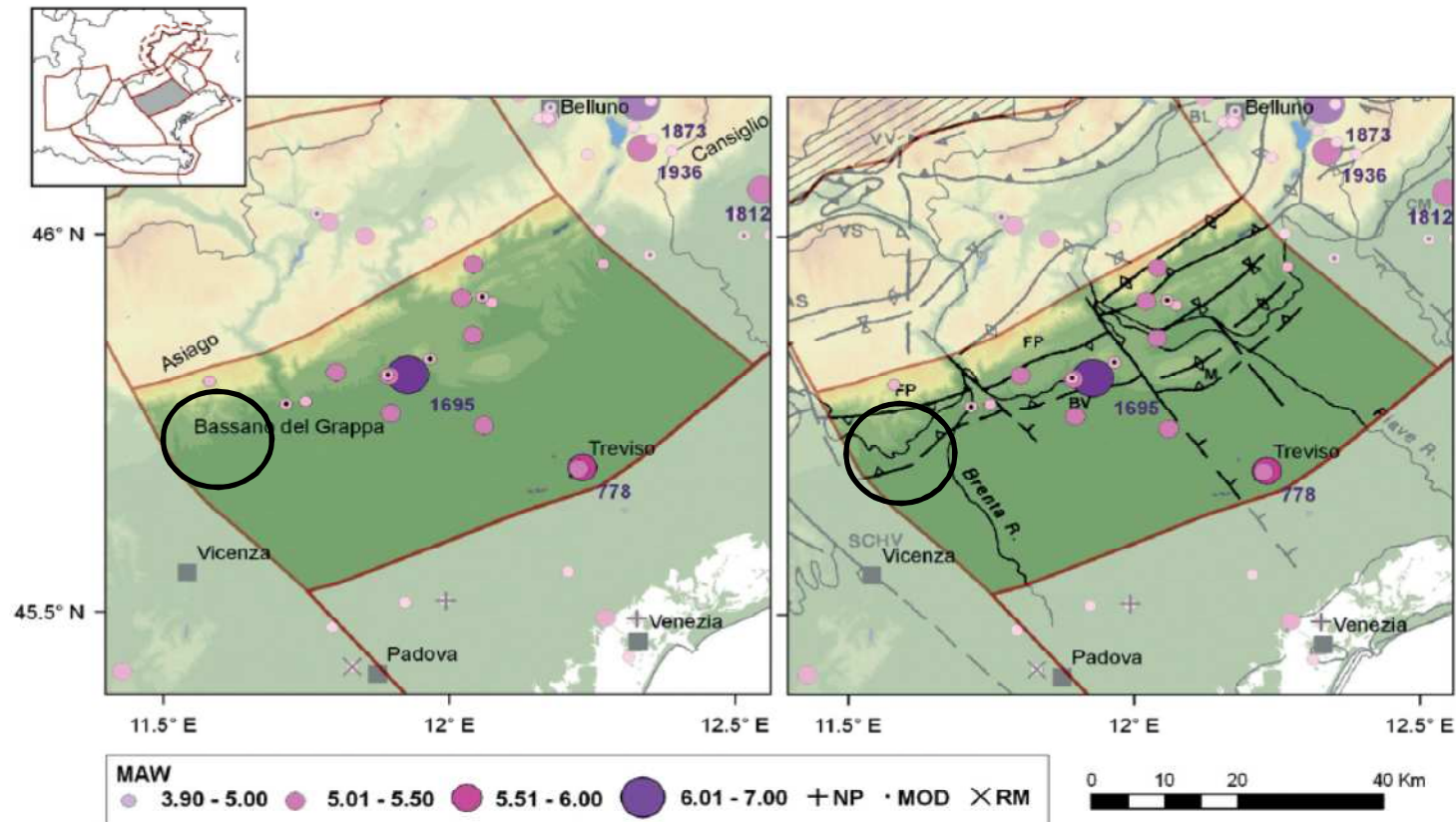


Fig. 4.11 - Mappa della sismicità storica del distretto Pedemontana Sud (PS); fonte dati CPTI04 criticamente rivisto (Molin *et al.*, 2008). Visualizzazione su DEM in scala cromatica (sn) e su DEM integrato con modello strutturale tratto da Castellarin *et al.* (1998b) (dx). In legenda: *Maw* indica la magnitudo equivalente a  $M_w$  riportata in CPTI Working Group (2004); i sovrassegni indicano eventi revisionati, rispettivamente come non parametrizzati 'NP', modificati 'MOD' o rimossi 'RM'.

*Historical seismicity in the Pedemontana Sud (PS) district: data taken from CPTI04 (CPTI Working Group, 2004), critically revised according to Molin *et al.* (2008). Epicentres location on DEM (left), integrated by the structural scheme from Castellarin *et al.* (1998b) (right). In the legend: pink symbols sized according to  $M_w$  given by *Maw* in the original catalogue; in black revised events, respectively 'NP' not parameterized, 'MOD' modified, 'RM' removed.*



area di Marostica

Distretto sismico Pedemontana Sud  
con sismicità storica  
**Scheda 8**



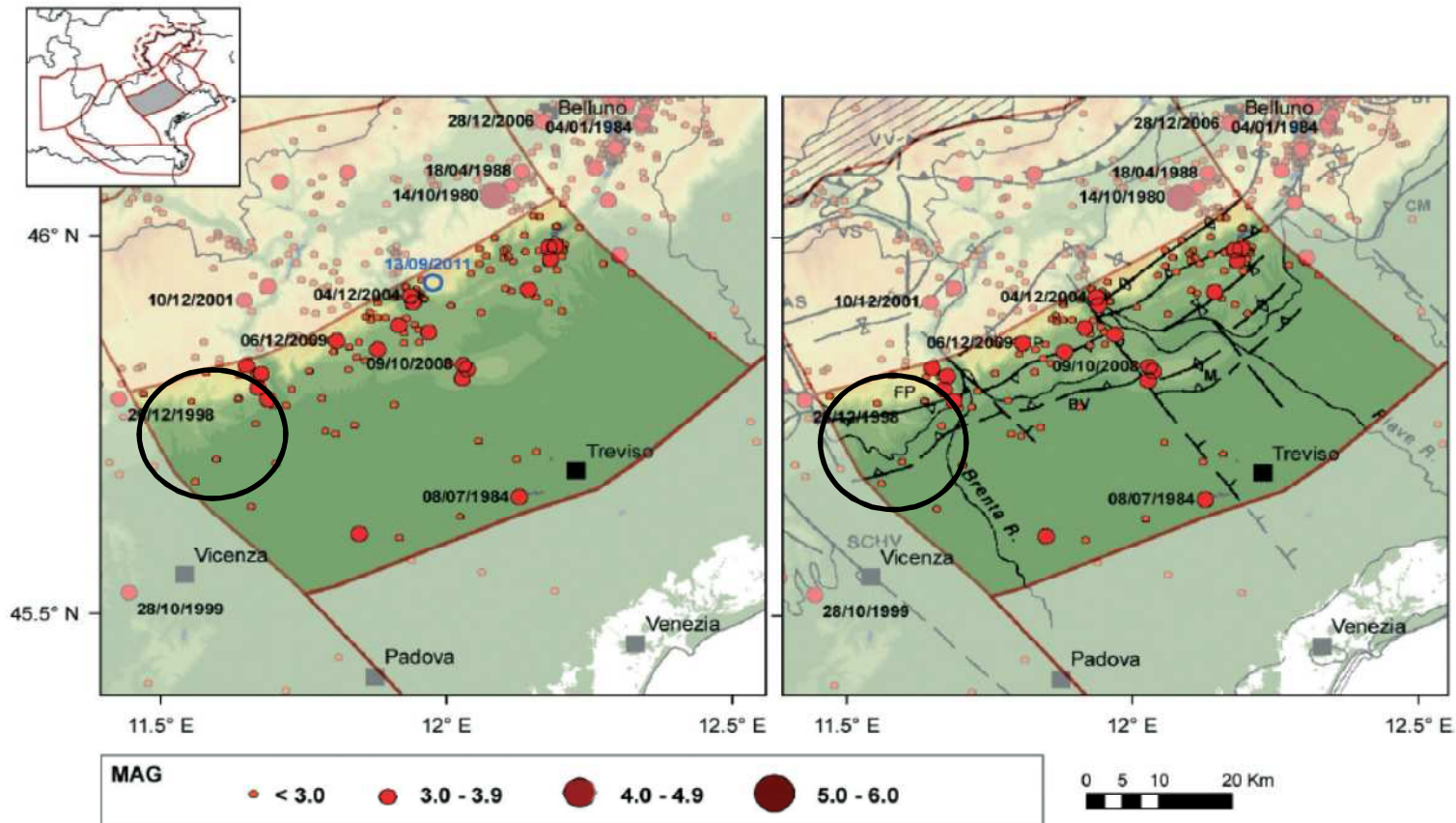
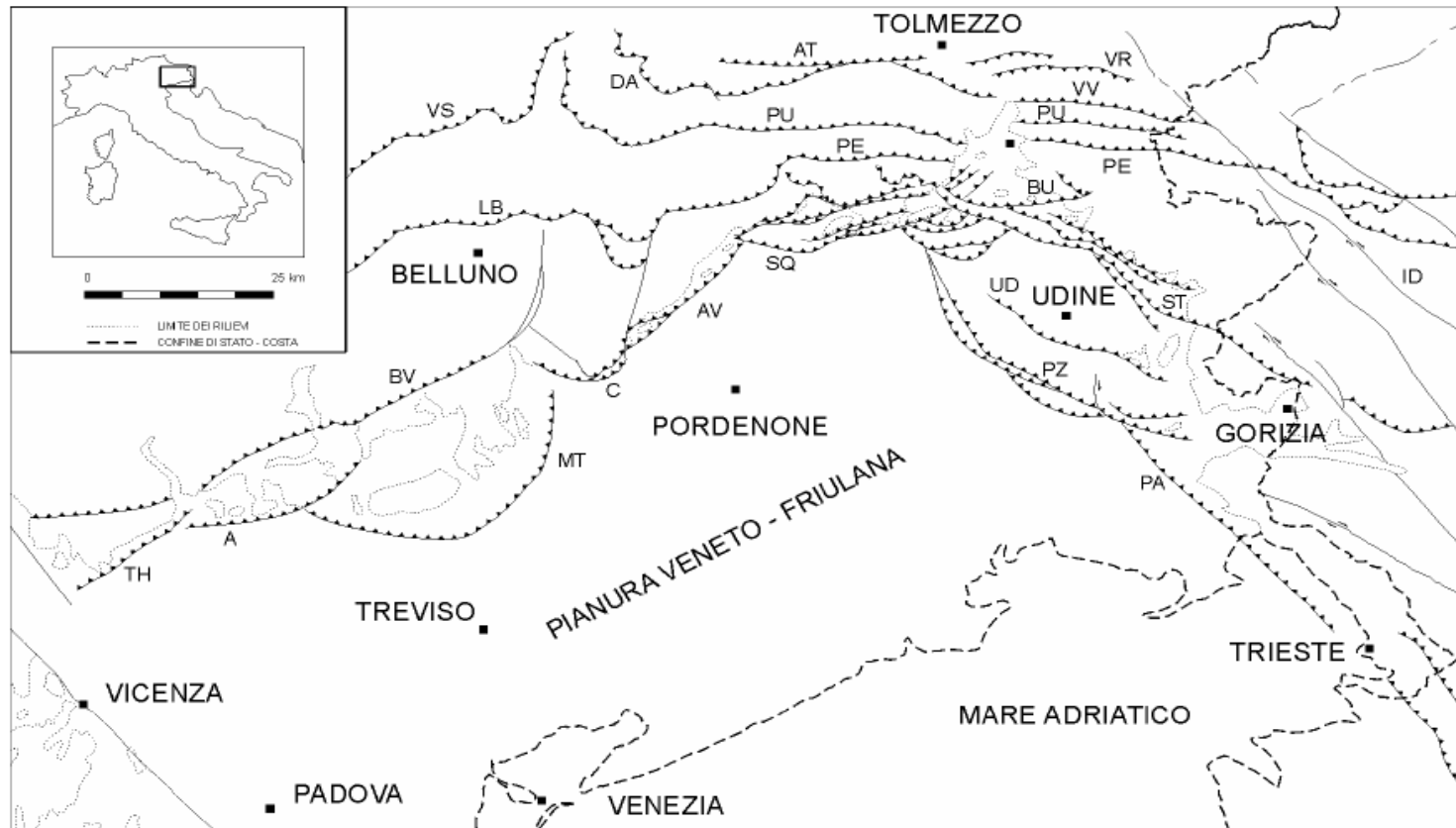


Fig. 4.13 - Mappa della sismicità strumentale del distretto Pedemontana Sud (PS); fonte dati OGS (vedi Tabella 3.1). Visualizzazione su DEM in scala cromatica (sn) e su DEM integrato con modello strutturale tratto da Castellarin *et al.* (1998b) (dx). In blu nella mappa di sinistra è riportata la localizzazione dell'ultimo evento significativo, avvenuto nella zona di Valdobbiadene il 13 settembre 2011 ( $M_L=3,7$ ).  
*Instrumental seismicity in the Pedemontana Sud (PS) district: data taken from OGS database (see Table 3.1), reported with their original magnitude values. Epicentres location on DEM (left), integrated by the structural scheme from Castellarin *et al.* (1998b) (right). The Valdobbiadene earthquake, occurred on September 13, 2011 ( $M_L=3.7$ ) is added with a blue circle.*



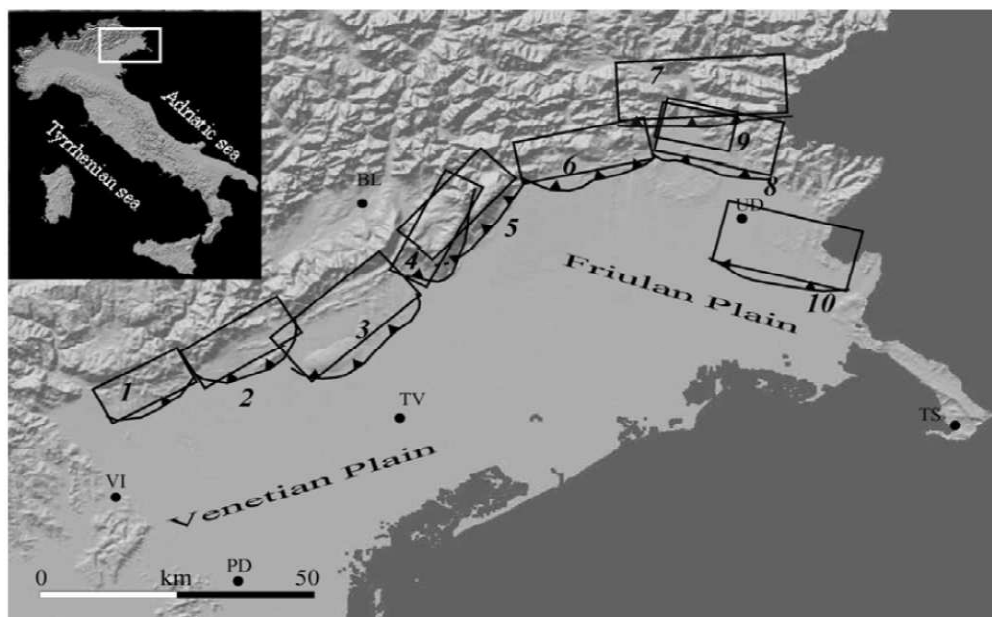
area di Marostica

Distretto sismico Pedemontana Nord  
 con sismicità strumentale  
**Scheda 9**



**Fig. 1** - Schema strutturale semplificato del Sudalpino orientale. Legenda: A: sovrascorrimento Aso-Cornuda; AT: linea dell'Alto Tagliamento; AV: s. di Aviano; BV: s. Bassano-Valdobbiadene; BU: s. di Buia; C: s. di Caneva; DA: s. Dof-Auda; ID: l. di Idria; LB: l. di Belluno; MT: s. Montello-Conegliano; PA: s. di Palmanova; PE: s. periadriatico; PU: s. Pinedo-Uccea; PZ: s. di Pozzuolo; SQ: s. di Sequals; ST: s. Susans-Tricesimo; TH: s. Thiene-Bassano; UD: s. di Udine; VR: s. della Val Resia; VV: s. della Val Venzonassa.

Elementi strutturali  
sismogenici  
**Scheda 10**



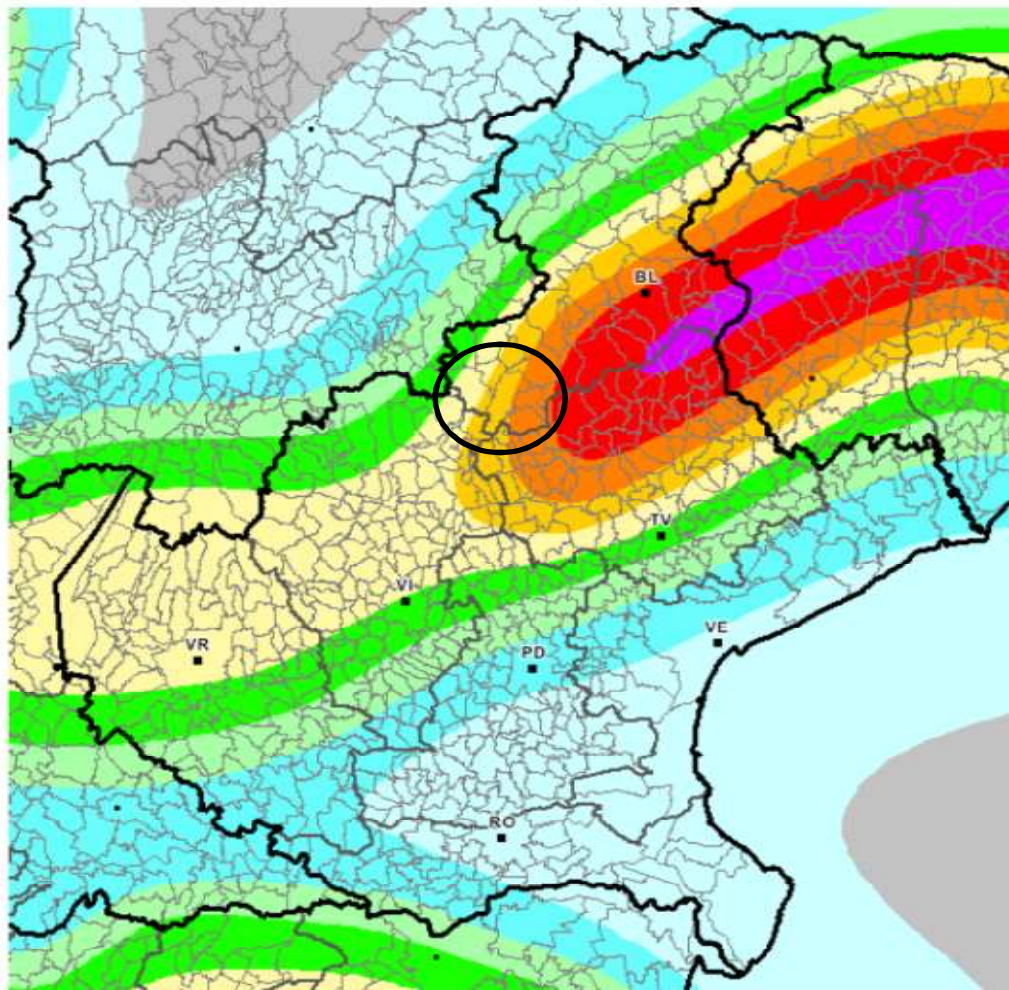
**Fig. 2** - Sorgenti sismogenetiche nel Sudalpino orientale fra Vicenza e il confine con la Slovenia. La numerazione fa riferimento a quanto riportato in Tab. 1.

**Tab. 1** - Caratteristiche sismogenetiche delle sorgenti di Fig. 2.

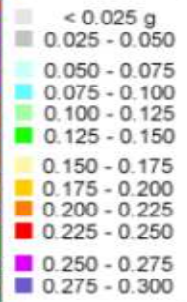
<i>Seismogenic source</i>	<b>Rupt. length (km)</b>	<b>Downdip rupture width (km)</b>	<b>Rupt. area (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Min depth (km)</b>	<b>Max depth (km)</b>	<b>Rake</b>	<b>Slip rate (mm/yr)</b>	<b>Mag</b>	<b>Associated historical earthquake</b>
<i>Thiene-Bassano (1)</i>	20	9.5	190	0	5.75	100°	-	6.43	1117 (Jan. 3) (?)
<i>Asolo-Cornuda (2)</i>	22	11	242	0	6.2	100°	<1	6.49	1695 (Feb. 25)
<i>Montello-Conegliano (3)</i>	30	15	450	0	8.5	100°	<1	6.69	-
<i>Mt. Cansiglio-Mt. Cavallo (4)</i>	15	10	150	0	7	120°	<1	6.28	1936 (Oct. 18)
<i>Polcenigo-Maniago (5)</i>	21	11	231	0	6.2	100°	<1	6.43	1873 (June 29)
<i>Maniago-Ragogna (6)</i>	27	11	297	0	6.2	90°	<1	6.62	-
<i>Periadriatic thrust (Pielungo-Gran Monte) (7)</i>	35	15	525	0	9	75°	-	6.77	1348 (Jan. 25)
<i>Susans-Tricesimo (8)</i>	25	13	325	0	6	75°	<1	6.57	1976 (May 6)
<i>Trasaghis (9)</i>	14	9	126	8.5	14	70°	-	6.22	1976 (Sept. 15)
<i>Pozzuolo (10)</i>	30	15	450	0	7.5	55°	<1	6.69	1511 (March 26)

Sorgenti sismogenetiche  
**Scheda 11**



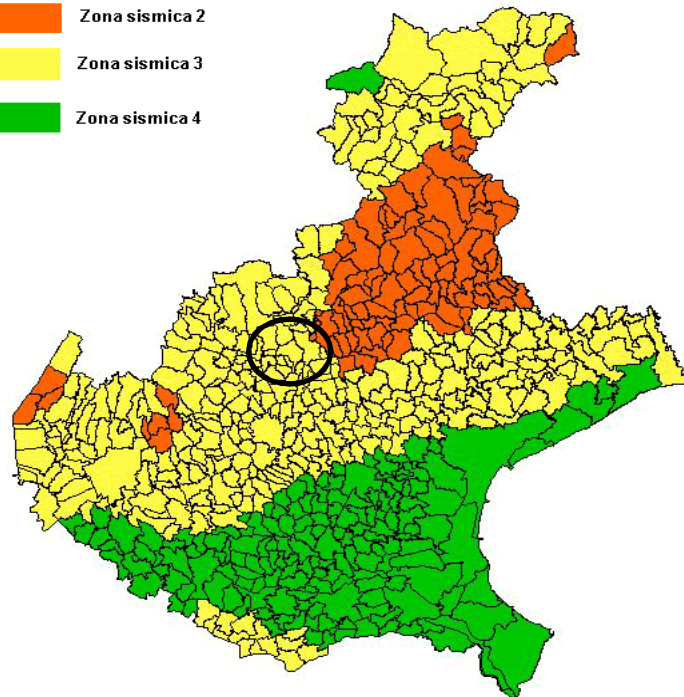


Regione Veneto



Elaborazione: aprile 2004

- Zona sismica 2
- Zona sismica 3
- Zona sismica 4



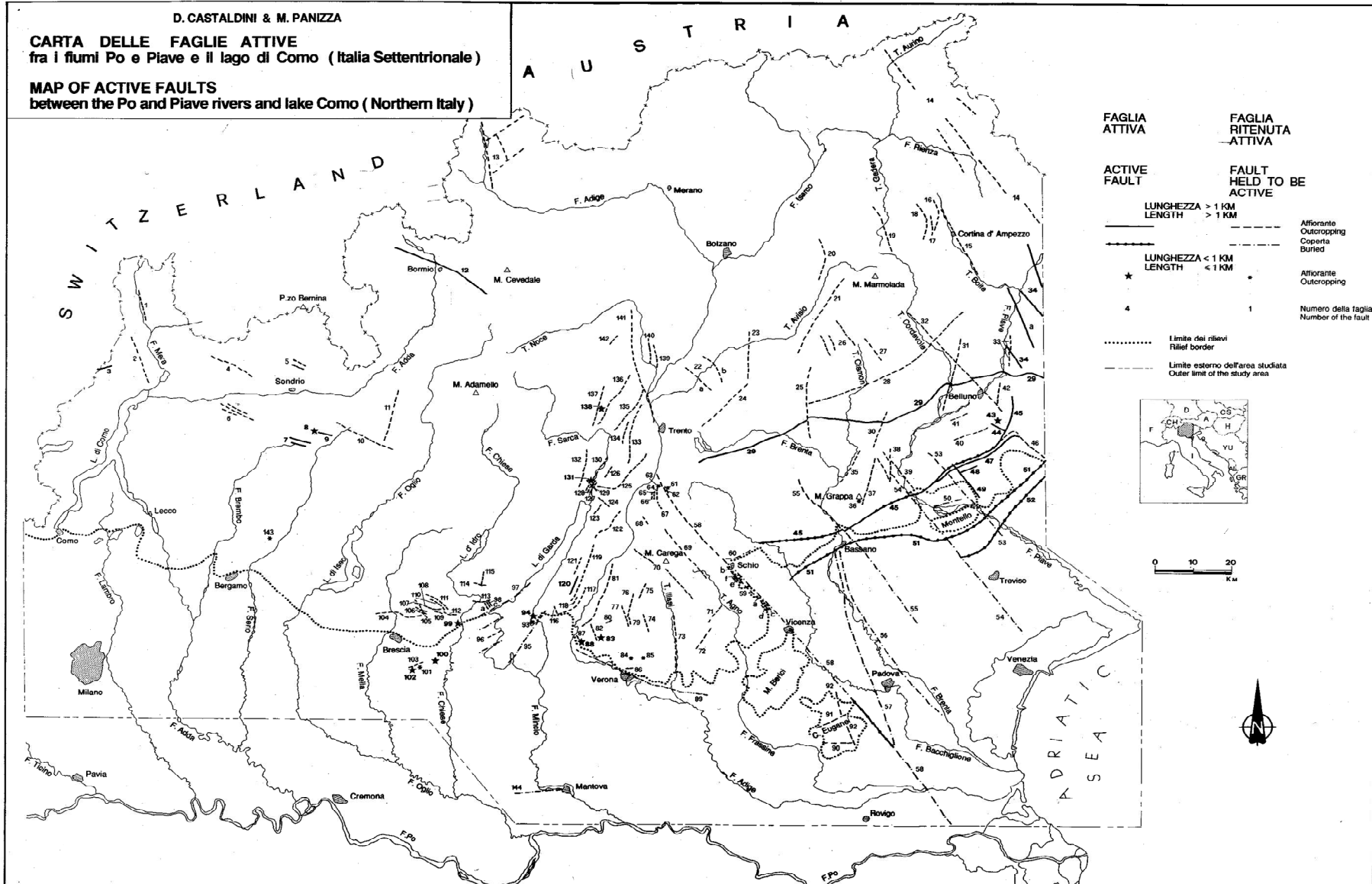
tratto da:

Gruppo di Lavoro MPS (2004). Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici

Sismicità dell'area di studio

**Scheda 12**

D. CASTALDINI & M. PANIZZA  
**CARTA DELLE FAGLIE ATTIVE**  
 fra i fiumi Po e Piave e il lago di Como (Italia Settentrionale)  
**MAP OF ACTIVE FAULTS**  
 between the Po and Piave rivers and lake Como (Northern Italy)



estr. da "Il Quaternario" vol. 4(2) 1991, pp. 333-410

Carta delle  
 faglie attive  
 Scheda 13

n° Faglia Fault n.	Ubicazione Location		Nome della faglia Name of the fault	Bibliografia neotettonica Neotectonic references	Tipo di faglia Type of fault	Giacitura Attitude			Rigetto (m) Displacement	Lunghezza (Km) Length	Dati qualificanti per la valutazione Trace features	Intervallo di attività Period of activity	Classificazione Classification	Grado di attività Degree of activity	Note ) Notes
	F. I. G. M. I. I. G. M. I. Sh.	Località Locality				Direzione Strike	Immissione Dip	Inclinazione Dip angle							
44	23	Col Visentin	F. di Fais	66] 85] 38] 78]	Diretta con abbassamen- to lato S	NW-SE	-	-	-	5	Disloca breccie periglaciali würmiane (forse anche più antiche) ed è caratterizzata dalla freschezza di alcune superfici di frattura nel substrato e nelle breccie sopracitate.  66], p 373, 378	Post -Würm da 66]	A	-	
45	23, 37, 38.	Caltrano, Bassano, Valdobbia- dene, Fadalto	Linea o Flessura Bassano- Valdobbia- dene	87] 64] 85] 38] 66] 55] 78]	*)	WSW- -ENE NNE- -SSW	S	da 75° a v	-	85	Prova della sua attività è fornita, in più luoghi, dalla deformazione di depositi continentali würmiani poggianti su strutture direttamente collegate alla flessura. 66], p 364 87], p 406, 407 Evidenze di attività di tipo morfotettonico sono le grandi scarpate allineate con l'elemento in oggetto, rigetti di superfici carsificate del Mindel-Riss e le modificazioni della rete idrografica post-würmiana rispetto a quella precedente. 85], p 373	Post-Würm da 66] e 87]	A	II**)	*) A seconda dei vari Autori è indicata come flessura, piega faglia o sovrascorrimento S vergente. Attraverso la vicariante linea di Longhere (47) continua verso E anche al di fuori dell'area in esame.  **) Il sollevamento complessivo post-Piacenziano della Flessura Bassano-Valdobbiadene può essere valutato a 0,5-1 mm/anno  66],p 383 87],p 419

faglia n° 45 Caltrano-Bassano

estr. da "Il Quaternario" vol. 4(2) 1991, pp. 333-410

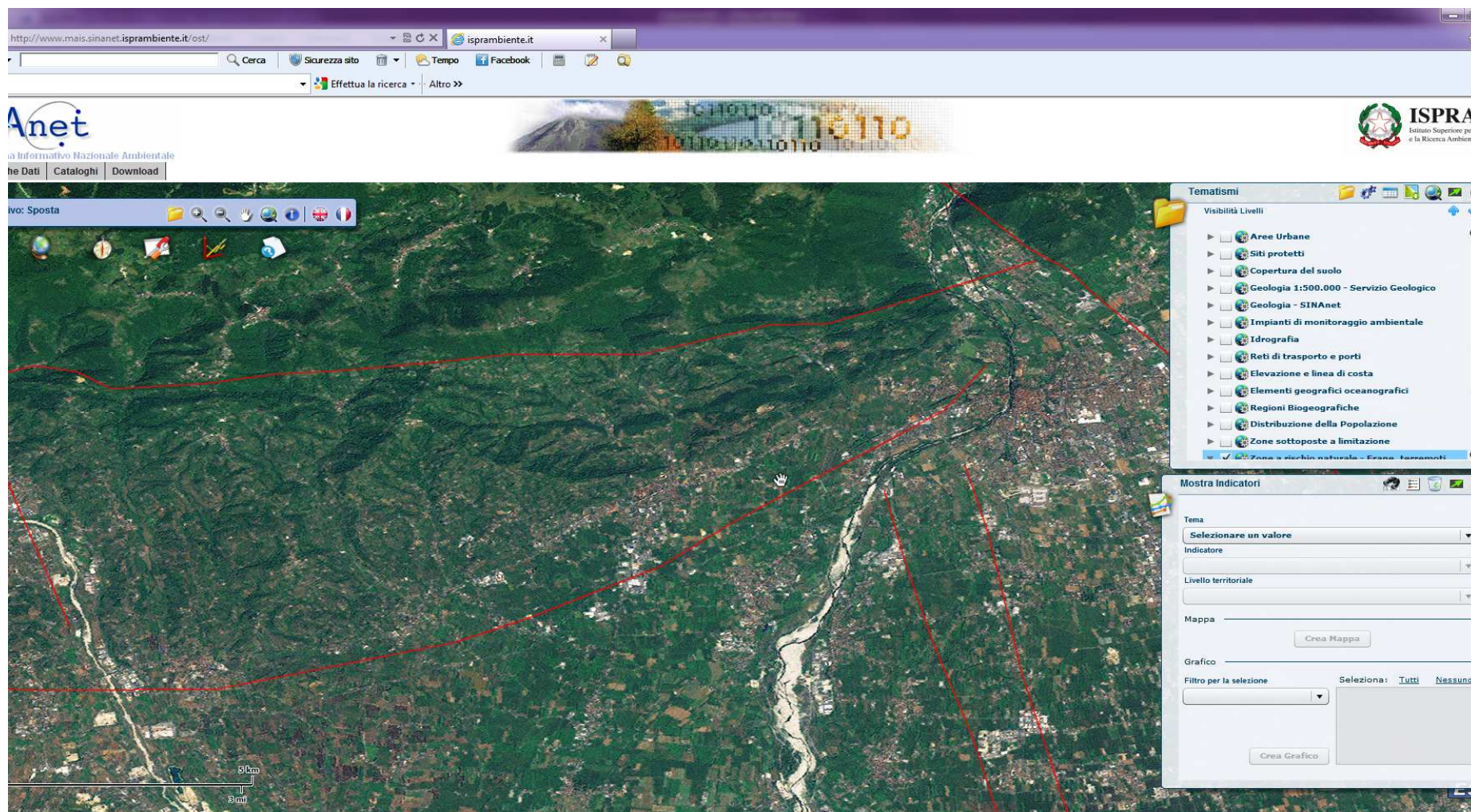
Inventario  
faglie attive  
**Scheda 14**

n° Faglia Fault n.	Ubicazione Location		Nome della faglia Name of the fault	Bibliografia neotettonica Neotectonic references	Tipo di faglia Type of fault	Glacitura Attitude			Rigetto (m) Displacement	Lunghezza (km) Length	Dati qualificanti per la valutazione Trace features	Intervallo di attività Period of activity	Classificazione Classification	Grado di attività Degree of activity	Note ) Notes
	F.I.G.M.I. I.G.M.I. Sh.	Località Locality				Direzione Strike	Immissione Dip	Inclinazione Dip angle							
51	37	Bassano,	Linea di	47]	Sovrascorri- mento Sud- vergente al limite preal- pi-pianura.	WSW-	N	bas	1000	80	Presso Bassano, il Pliocene, affiorante nell'area pedemontana, si trova circa 1000 m più in basso sotto le alluvioni quaternarie ed è separato dalla zona degli affioramenti da una faglia inversa che si manifesta in superficie per evidenze morfotettoniche: brusca rottura del pendio sulla conoide del Brenta con abbassamento di circa 3 m della zona meridionale.  47], p 73-77  <i>Depositi tardo-würmiani variamente dislocati lungo il margine meridionale dell'anticlinale del Montello</i>  85], p 367  La sismicità più profonda dell'avampese è dovuta al migrare verso sud del fronte sudalpino. La sismicità meno profonda può essere collegata o all'attività dei sovrascorrimenti e/o all'interferenza fra questi e le faglie trascorrenti trasversali.  78], p 55, 57	Olocene	A	II	*) Dal Pliocene inf.- medio da 47]  **) Continua verso NE al di fuori dell'area in esame.
	38	Montebel- luna, Conegliano	o Linea del Montello	85] 38] 78] 55]											

estr. da "Il Quaternario" vol. 4(2) 1991, pp. 333-410

Inventario  
faglie attive  
**Scheda 15**



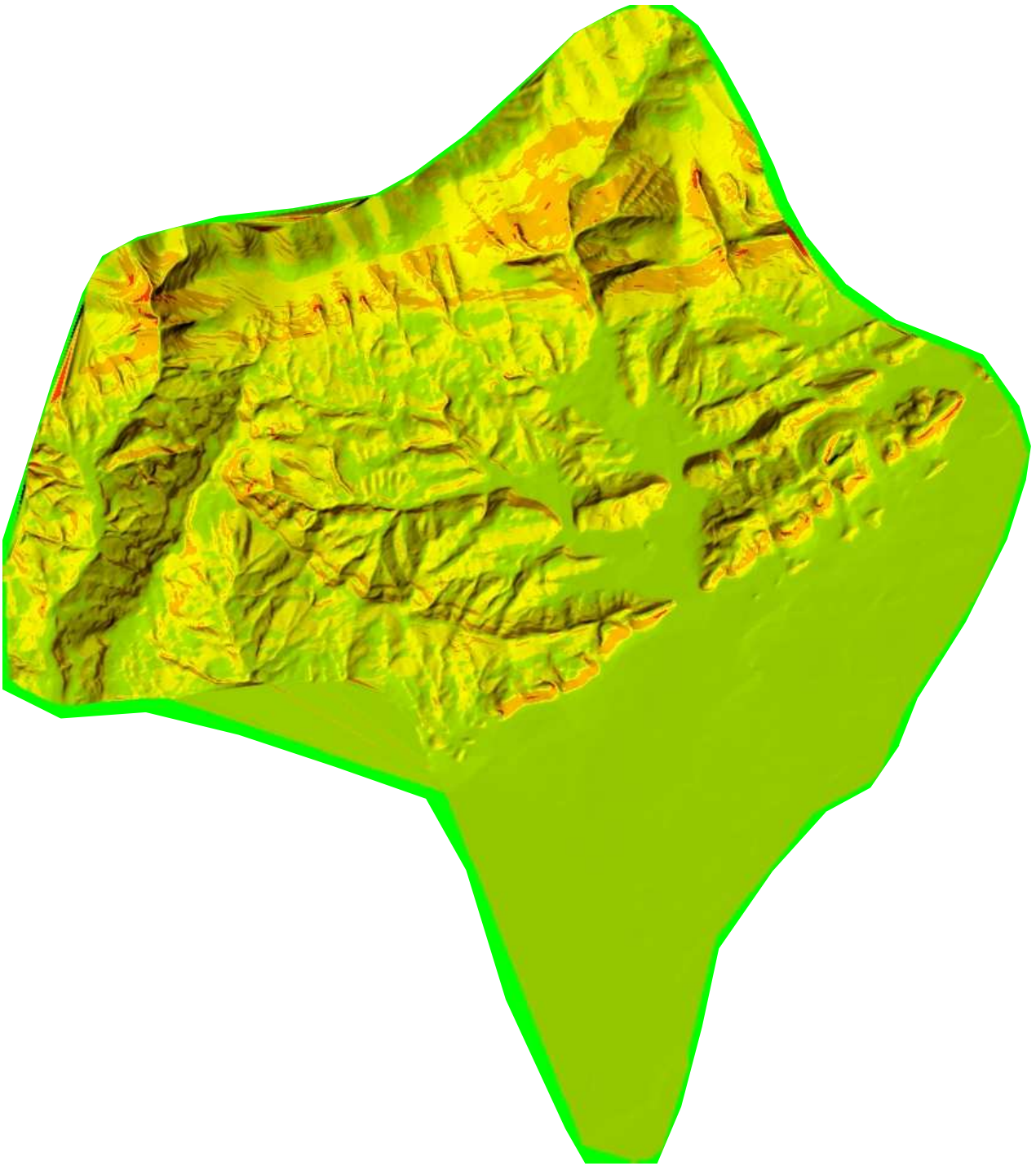


estr. da Progetto ITHACA

Faglie capaci

**Scheda 16**





Modello digitale del terreno  
Carta delle pendenze  
**Scheda 17**

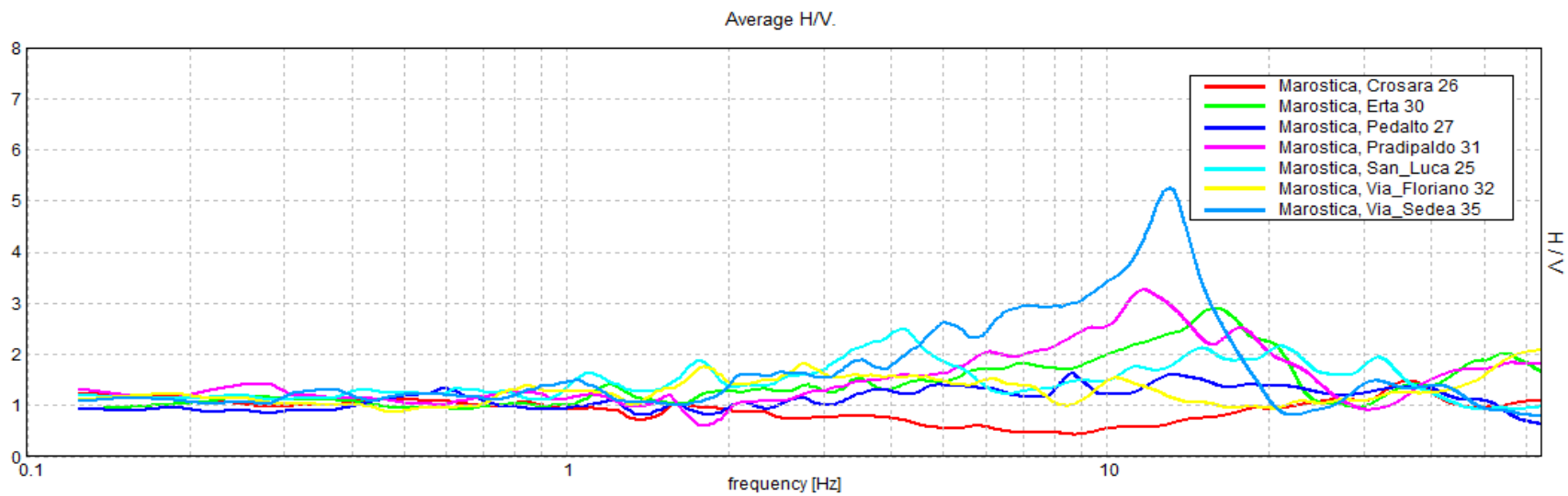
Plate I - Synoptic Table of ESI 2007 Intensity Degrees - The accuracy of the assessment improves in the higher degrees of the scale, in particular in the range of occurrence of primary effects, typically starting from intensity VIII, and with growing resolution for intensity IX, X, XI and XII. Hence, in the yellow group of intensity degrees (VIII-X) the effects on natural environment are an essential component of seismic intensity that cannot be disregarded. In the orange group of intensity degrees (XI-XII) they become the most effective tool for intensity assessment.

		PRIMARY EFFECTS		
		Surface faulting and deformations	Hydrological anomalies	Anomalous waves/tsunamis
From I to III		There are no environmental effects		
IV	<b>LARGELY OBSERVED</b> First unequivocal effects in the environment	Absent	Rare small variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded, as well as extremely rare small variations of chemical-physical properties of water and turbidity in springs and wells, especially within large karstic spring systems, which appear to be most prone to this phenomenon.	In closed basins (lakes, even seas) seiches with height not exceeding a few centimeters may develop, commonly observed only by tidal gauges, exceptionally even by naked eye, typically in the far field of strong earthquakes. Anomalous waves are perceived by all people on small boats, few people on larger boats, most people on the coast. Water in swimming pools sways and may sometimes overflow.
V	<b>STRONG</b> Marginal effects in the environment	Absent	Rare variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded, as well as small variations of chemical-physical properties of water and turbidity in lakes, springs and wells.	In closed basins (lakes, even seas) seiches with height of decimeters may develop, sometimes noted also by naked eye, typically in the far field of strong earthquakes. Anomalous waves up to several tens of cm high are perceived by all people on boats and on the coast. Water in swimming pools overflows.
VI	<b>SLIGHTLY DAMAGING</b> Modest effects in the environment	Absent	Significant variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded, as well as small variations of chemical-physical properties of water and turbidity in lakes, springs and wells.	Anomalous waves up to many tens of cm high flood very limited areas nearshore. Water in swimming pools and small ponds and basins overflows.
VII	<b>DAMAGING</b> Appreciable effects in the environment	Observed very rarely, and almost exclusively in volcanic areas. Limited surface fault ruptures, tens to hundreds of meters long and with centimetric offset, may occur, essentially associated to very shallow earthquakes.	Significant temporary variations of the water level in wells and/or of the flow-rate of springs are locally recorded. Seldom, small springs may temporarily run dry or appear. Weak variations of chemical-physical properties of water and turbidity in lakes, springs and wells are locally observed.	Anomalous waves: even higher than a meter may flood limited nearshore areas and damage or wash away objects of variable size. Water overflows from small basins and watercourses.
VIII	<b>HEAVILY DAMAGING</b> Extensive effects in the environment	Observed easily. Ground ruptures (surface faulting) may develop up to several hundreds meters long, with effects not exceeding a few cm, particularly for very shallow focus earthquakes such as those common in volcanic areas. Tectonic subsidence or uplift of the ground surface with maximum values in the order of a few decimeters may occur.	Springs may change, generally temporarily, their flow-rate and/or elevation of outcrop. Some small springs may even run dry. Variations in water level are observed in wells. Weak variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, may be observed in springs and/or wells. Water turbidity is common in closed basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed. Mud bores and gas near emission zones may occur.	Anomalous waves: up to 1-2 meters high flood nearshore areas and may damage or wash away objects of variable size. Erosion and dumping of waste is observed along the beachline, where some bushes and even small wind-rooted trees can be eradicated and dislodged away. Water violently overflows from small basins and watercourses.
IX	<b>DESTRUCTIVE</b> Effects in the environment are a widespread source of considerable hazard and become important for intensity assessment	Observed commonly. Ground ruptures (surface faulting) develop up to a few km long, with effects generally in the order of several cm. Tectonic subsidence or uplift of the ground surface with maximum values in the order of a few decimeters may occur.	Springs can change, generally temporarily, their flow-rate and/or elevation in a considerable extent. Some medium springs may even run dry. Temporary variations of water level are commonly observed in wells. Variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Water turbidity is common in closed basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Meters high waves develop in still and running water. In flood plains water streams may even change their course, also because of land subsidence. Small basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with heights of up to several meters flooding wide areas. Widespread erosion and dumping of waste is observed along the beachline, where bushes and trees can be eradicated and dislodged away.
X	<b>VERY DESTRUCTIVE</b> Effects in the environment become a leading source of hazards and are critical for intensity assessment	Become leading. Surface faulting can extend for few tens of km, with effects from tens of cm up to a few meters. Gravity grabens and elongated depressions develop, for very shallow focus earthquakes in volcanic areas rupture lengths might be much longer. Tectonic subsidence or uplift of the ground surface with maximum values in the order of few meters may occur.	Many springs significantly change their flow-rate and/or elevation of outcrop. Some springs may run temporarily or even permanently dry. Temporary variations of water level are commonly observed in wells. Even strong variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Other water becomes very turbid in even large basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Meters high waves develop in even big lakes and rivers, which overflow from their beds. In flood plains rivers may change their course, temporary or even permanently, also because of widespread land subsidence and land-sliding. Basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with heights exceeding 5 m flooding flat areas for thousands of meters inland. Small basins can be dragged for many meters. Widespread deep erosion is observed along the shores, with noteworthy changes of the coastline profile. Trees nearshore are eradicated and dislodged away.
XI	<b>DEVASTATING</b> Effects in the environment become decisive for intensity assessment, due to saturation of structural damage	Are dominant. Surface faulting extends for several tens of km up to more than one hundred km, accompanied by slips reaching several meters. Gravity grabens, elongated depressions and pressure ridges develop. Drainage lines can be seriously affected. Tectonic subsidence or uplift of the ground surface with maximum values in the order of numerous meters may occur.	Many springs significantly change their flow-rate and/or elevation of outcrop. Many springs may run temporarily or even permanently dry. Temporary or permanent variations of water level are generally observed in wells. Even strong variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Other water becomes very turbid in even large basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Large waves develop in big lakes and rivers, which overflow from their beds. In flood plains rivers can change their course, temporary or even permanently, also because of widespread land subsidence and land-sliding. Basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with heights reaching 15 meters and more devastating flat areas for kilometers inland. Even meter-sized basins can be dragged for long distances. Widespread deep erosion is observed along the shores, with noteworthy changes of the coastal morphology. Trees nearshore are eradicated and dislodged away, along the shores, with noteworthy changes of the coastline profile. Trees nearshore are eradicated and dislodged away.
XII	<b>COMPLETELY DEVASTATING</b> Effects in the environment are the only tool for intensity assessment	Are dominant. Surface faulting is at least few hundreds of km long, accompanied by effects reaching several tens of meters. Gravity grabens, elongated depressions and pressure ridges develop. Drainage lines can be seriously affected. Landscape and geomorphological changes induced by primary effects can attain extraordinary extent and size (typical examples are the uplift or subsidence of mountains by several meters, appearance or disappearance from sight of significant landscape elements, rivers changing course, origination of waterfalls, formation or disappearance of lakes).	Many springs significantly change their flow-rate and/or elevation of outcrop. Temporary or permanent variations of water level are generally observed in wells. Many springs and wells may run temporarily or even permanently dry. Strong variations of chemical-physical properties of water, most commonly temperature, are observed in springs and/or wells. Water becomes very turbid in even large basins, rivers, wells and springs. Gas emissions, often sulphurous, are observed, and bushes and grass near emission zones may burn.	Giant waves develop in lakes and rivers, which overflow from their beds. In flood plains rivers change their course and even their flow direction, temporary or even permanently, also because of widespread land subsidence and land-sliding. Large basins may appear or be emptied. Depending on shape of sea bottom and coastline, tsunamis may reach the shores with heights of several tens of meters devastating flat areas for many kilometers inland. Big basins can be dragged for long distances. Widespread deep erosion is observed along the shores, with noteworthy changes of the coastal morphology. Many trees are eradicated and dislodged away. All trees are torn from their moorings and swept away or carried ashore even for long distances. All people outdoor are swept away.

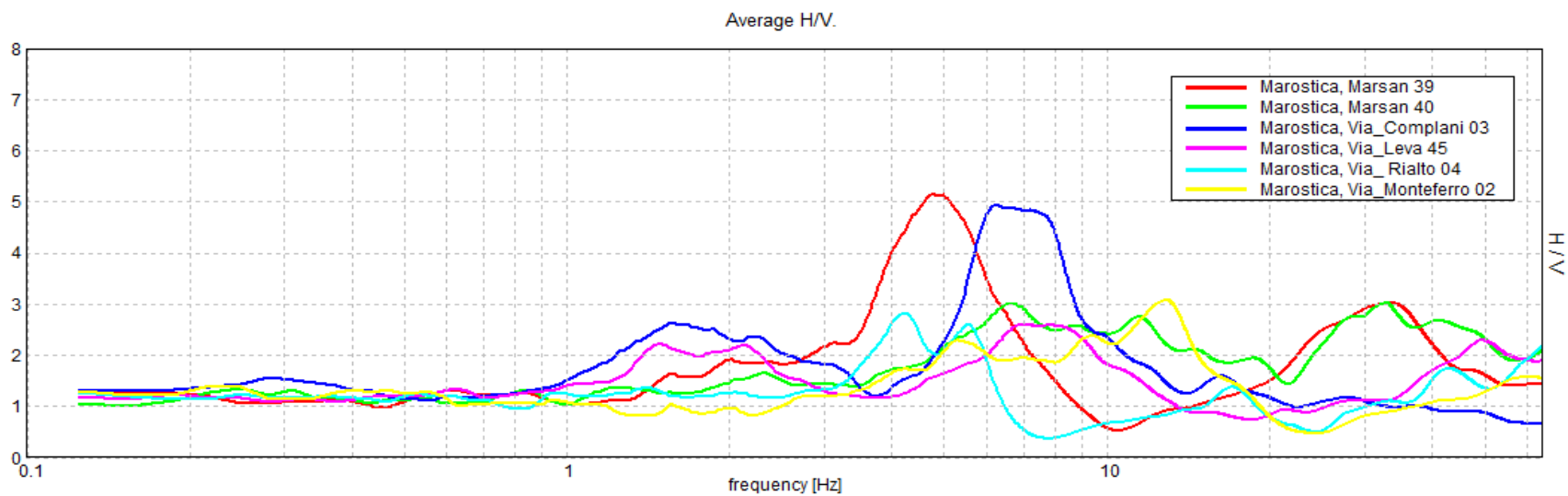


- Quadro sintetico dei Gradi di Intensità della scala ESI 2007 - L'assegnazione della valutazione aumenta verso i gradi più alti della scala, in particolare nell'intervallo di occorrenza degli effetti primari che tipicamente iniziano a manifestarsi dall'VIII grado con risoluzione crescente fino al XII grado. Pertanto, per i gradi di intensità in giallo (VIII-IX) gli effetti sull'ambiente naturale sono una componente essenziale dell'intensità che non può essere ignorata. Per i gradi di intensità in arancio (XI e XII), essi sono lo strumento più affidabile per la valutazione dell'intensità.

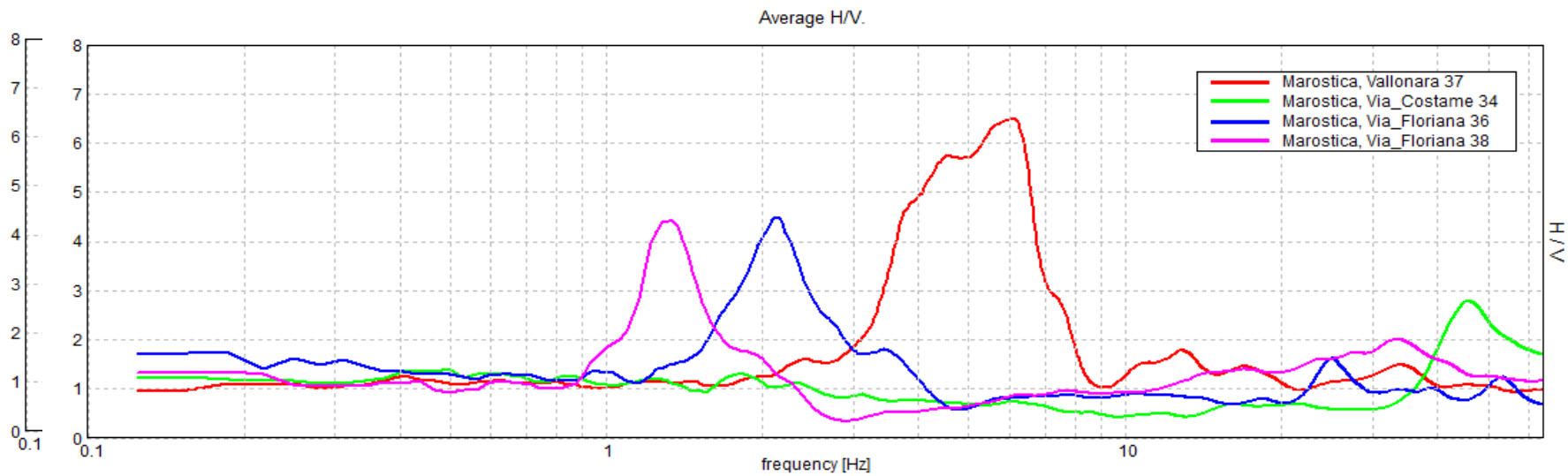
SECONDARY EFFECTS						
Ground cracks	Slope movements	Tree shaking	Liquefactions	Dust clouds	Jumping stones	TOTAL AREA
that can be used as diagnostic						
Hair-thin cracks (millimeter-wide) might be occasionally seen where lithology (e.g. loose alluvial deposit, saturated soils) and/or morphology (slopes or ridge crests) are most prone to this phenomenon.	Exceptionally, rocks may fall and small landslide may be (re)activated, along slopes where the equilibrium is already near the limit state, e.g. steep slopes and cuts, with loose and generally saturated soil.	Tree limbs shake feebly.	Absent	Absent	Absent	-----
Thin cracks (millimeter-wide and several cm up to one meter long) are locally seen where lithology (e.g. loose alluvial deposits, saturated soils) and/or morphology (slopes or ridge crests) are most prone to this phenomenon.	Rare small rockfalls, rotational landslides and slump earth flows may take place, along often but not necessarily steep slopes where equilibrium is near the limit state, mainly loose deposits and saturated soil. Underwater landslides may be triggered, which can induce small anomalous waves in coastal areas of sea and lakes.	Tree limbs and bushes shake slightly, very rare cases of fallen dead limbs and ripe fruit.	Extremely rare cases are reported of liquefaction (sand boil), small in size and in areas most prone to this phenomenon (highly susceptible, recent, alluvial and coastal deposits, near-surface water table).	Absent	Absent	-----
Occasionally, millimeter-centimeter wide and up to several meters long fractures are observed in loose alluvial deposits and/or saturated soils; along steep slopes or riverbanks they can be 1-2 cm wide. A few minor cracks develop in paved (asphalt or stone) roads.	Rockfalls and landslides with volume reaching ca. 10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> can take place, especially where equilibrium is near the limit state, e.g. steep slopes and cuts, with loose saturated soil, or highly weathered / fractured rocks. Underwater landslides can be triggered, occasionally provoking small anomalous waves in coastal areas of sea and lakes, commonly seen by instrumental records.	Trees and bushes shake moderately to strongly, a very few tree tops and unstable dead limbs may break and fall, also depending on species, fruit load and state of health.	Rare cases are reported of liquefaction (sand boil), small in size and in areas most prone to this phenomenon (highly susceptible, recent, alluvial and coastal deposits, near surface water table).	Absent	Absent	-----
Fractures up to 5-10 cm wide and up to hundred meters long are observed, isomorphously in loose alluvial deposits and/or saturated soils; rarely, in dry sand, sand-clay, and clay soil fractures are also seen, up to 1 cm wide. Centimeter-wide cracks are common in paved (asphalt or stone) roads.	Scattered landslides occur in prone areas, where equilibrium is unstable (steep slopes of loose / saturated soils), while modest rock falls are common on steep gorges, cliffs). Their size is sometimes significant (10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ), in dry sand, sand-clay, and clay soil, the volumes are usually up to 100 m <sup>3</sup> . Ruptures, slides and falls may affect riverbanks and artificial embankments and excavations (e.g. road cuts, quarries) in loose sediment or weathered / fractured rock. Significant underwater landslides can be triggered, provoking anomalous waves in coastal areas of sea and lakes, directly felt by people on boats and ports.	Trees and bushes shake vigorously, especially in densely forested areas, many limbs and tops break and fall.	Rare cases are reported of liquefaction, with sand boils up to 50 cm in diameter, in areas most prone to this phenomenon (highly susceptible, recent, alluvial and coastal deposits, near surface water table).	Absent	Absent	The total affected area is in the order of 10 km <sup>2</sup>
Fractures up to 50 cm wide and up to hundred meters long are commonly observed in loose alluvial deposits and/or saturated soils; in rare cases fractures up to 1 cm can be observed in competent rock types. Decimeter cracks are common in paved (asphalt or stone) roads, as well as small pressure undulations.	Small to moderate (10 <sup>3</sup> -10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ) landslides are widespread in prone areas; rarely they can occur also on gentle slopes, where equilibrium is unstable (steep slopes of loose / saturated soils, rock falls on steep gorges, coastal cliffs) their size is sometimes large (10 <sup>5</sup> -10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ). Landslides can occasionally dam narrow valleys causing temporary or even permanent lakes. Ruptures, slides and falls affect riverbanks and artificial embankments and excavations (e.g. road cuts, quarries) in loose sediment or weathered / fractured rock. Frequent are landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; branches may break and fall, trees may be uprooted, especially along steep slopes.	Liquefaction may be frequent in the epicentral area, depending on local conditions; the most typical effects are: sand boils up to ca. 1 m in diameter; apparent water fountains in still water; localized lateral spreading and settlements (subsidence up to ca. 30 cm), with fissuring parallel to waterfront areas (river banks, lakes, canals, seashores).	In dry areas, dust clouds may rise from the epicentral area.	Stone boulders and tree trunks may be thrown in the air, leaving typical imprints in soft soil.	The total affected area is in the order of 100 km <sup>2</sup> .
Fractures up to 100 cm wide and up to hundred meters long are commonly observed in loose alluvial deposits and/or saturated soils; in competent rocks they can reach up to 10 cm. Significant cracks are common in paved (asphalt or stone) roads, as well as small pressure undulations.	Landsliding is widespread in prone areas, also on gentle slopes; where equilibrium is unstable (steep slopes of loose / saturated soils, rock falls on steep gorges, coastal cliffs) their size is frequently large (10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ), sometimes very large (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ). Landslides can dam narrow valleys causing temporary or even permanent lakes. Riverbanks, artificial embankments and excavations (e.g. road cuts, quarries) frequently collapse. Frequent are large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; branches and thin tree trunks frequently break and fall. Some trees might be uprooted and fall, especially along steep slopes.	Liquefaction and water spurge are frequent; sand boils up to 3 m in diameter; the most typical effects are: apparent water fountains in still water; frequent lateral spreading and settlements (subsidence of more than ca. 30 cm), with fissuring parallel to waterfront areas (river banks, lakes, canals, seashores).	In dry areas, dust clouds may rise from the ground.	Small boulders and tree trunks may be thrown in the air and move away from their site for meters, also depending on slope angle and roundness, leaving typical imprints in soft soil.	The total affected area is in the order of 1,000 km <sup>2</sup> .
Open ground cracks up to more than 1 m wide and up to hundred meters long are frequent, mainly in loose alluvial deposits and/or saturated soils; in competent rocks opening reaches several decimeters. Wide cracks develop in paved (asphalt or stone) roads, as well as pressure undulations.	Large landslides and rock-falls (> 10 <sup>5</sup> - 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) are frequent, practically regardless of equilibrium state of the slopes, causing many temporary or permanent barrier lakes. River banks, artificial embankments, and sides of excavations typically collapse. Levees and earth dams incur serious damage. Significant landslides can occur even at 200 - 300 km distance from the epicenter. Frequent are large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; many branches and tree trunks break and fall. Some trees might be uprooted and fall.	Liquefaction, with water spurge and soil compaction, may change the aspect of wide gorges; sand volcanoes may even be more than 6 m in diameter; vertical subsidence even > 1m; large and long fissures due to lateral spreading are common.	In dry areas, dust clouds commonly arise from the ground.	Boulders (diameter in excess of 2-3 meters) can be thrown in the air and move away from their site for hundreds of meters, leaving typical imprints in soil.	The total affected area is in the order of 5,000 km <sup>2</sup> .
Open ground cracks up to several meters wide are very frequent, mainly in loose alluvial deposits and/or saturated soils. In competent rocks they can reach 1 m. Very wide cracks develop in paved (asphalt or stone) roads, as well as large pressure undulations.	Large landslides and rock-falls (> 10 <sup>6</sup> - 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) are frequent, practically regardless of equilibrium state of slopes, causing many temporary or permanent barrier lakes. River banks, artificial embankments, and sides of excavations typically collapse. Levees and earth dams incur serious damage. Significant landslides can occur even at 200 - 300 km distance from the epicenter. Frequent are large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; many branches and tree trunks break and fall. Many trees are uprooted and fall.	Liquefaction change: the aspect of extensive zones of lowland, determining vertical subsidence possibly exceeding several meters; numerous large sand volcanoes, and severe lateral spreading can be observed.	In dry areas, dust clouds arise from the ground.	Big boulders (diameter of several meters) can be thrown in the air and move away for long distances down even gentle slopes, leaving typical imprints in soil.	The total affected area is in the order of 10,000 km <sup>2</sup> .
Ground open cracks are very frequent, up to one meter or more wide in the bedrock, up to more than 10 m wide in loose alluvial deposits and/or saturated soils. These may extend up to several kilometers in length.	Large landslides and rock-falls (> 10 <sup>6</sup> - 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> ) are frequent, practically regardless of equilibrium state of the slopes, causing many temporary or permanent barrier lakes. River banks, artificial embankments, and sides of excavations typically collapse. Levees and earth dams incur serious damage. Significant landslides can occur at more than 200 - 300 km distance from the epicenter. Frequent are very large landslides under the sea level in coastal areas.	Trees shake vigorously; many branches and tree trunks break and fall. Many trees are uprooted and fall.	Liquefaction occurs over large areas and change the morphology of extensive flat zones, determining vertical subsidence exceeding several meters, widespread large sand volcanoes, and extensive severe lateral spreading can be observed.	In dry areas, dust clouds arise from the ground.	Also very big boulders can be thrown in the air and move for long distances down very gentle slopes, leaving typical imprints in soil.	The total affected area is in the order of 50,000 km <sup>2</sup> and more.



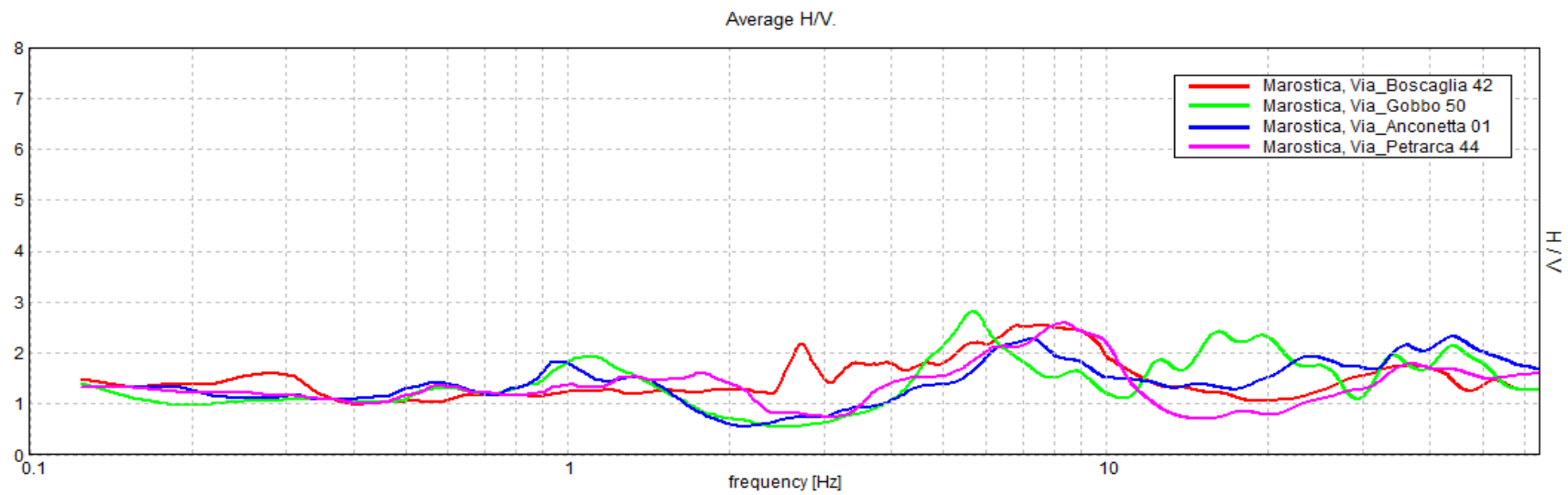
1. Curve HVRS registrate nella zona montana



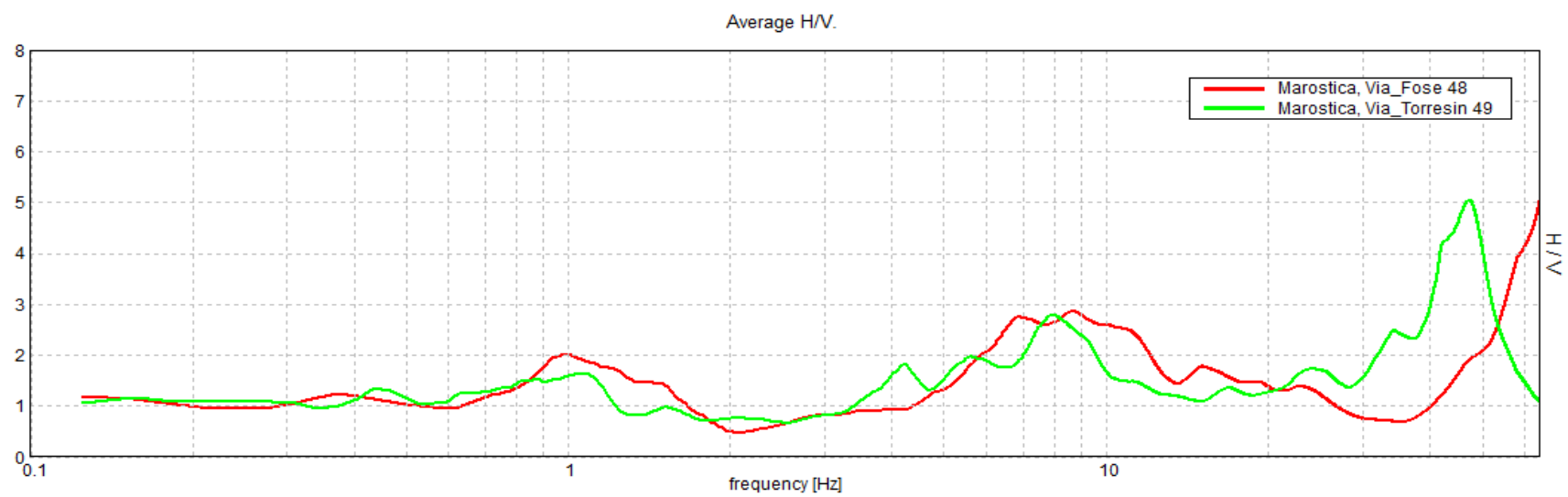
2. Curve HVRS registrate nella zona pedemontana



3. Curve HVRS registrate nelle zone vallive



4. Curve HVRS registrate nella zona a cavallo della presunta faglia capace



5. Curve HVRS registrate nella zona di pianura



# **ALLEGATO S**

**(PROVE HVSR)**





## SITO 01

MAROSTICA, ROVEREDO\_ALTO 24

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 11:12:42 Fine registrazione: 19/03/13 11:24:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 44% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

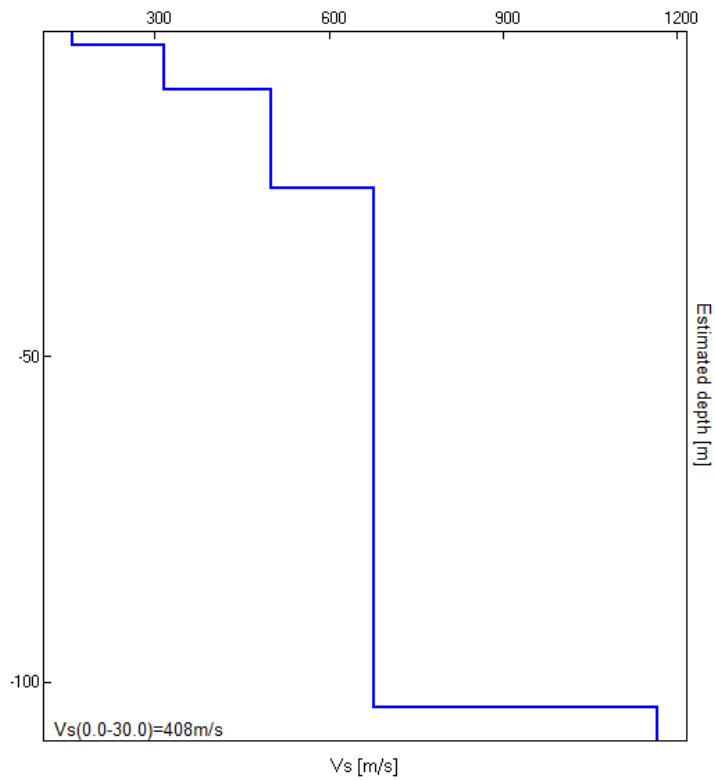
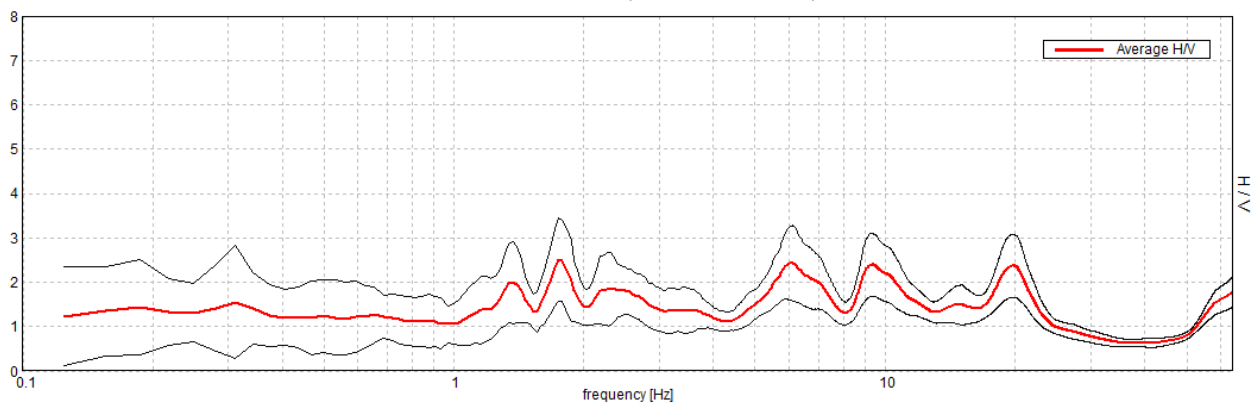
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $1.75 \pm 9.17$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 02

MAROSTICA, SAN\_LUCA 25

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 12:08:43 Fine registrazione: 19/03/13 12:20:43

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

urata registrazione: 0h12'00". Analizzato 56% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

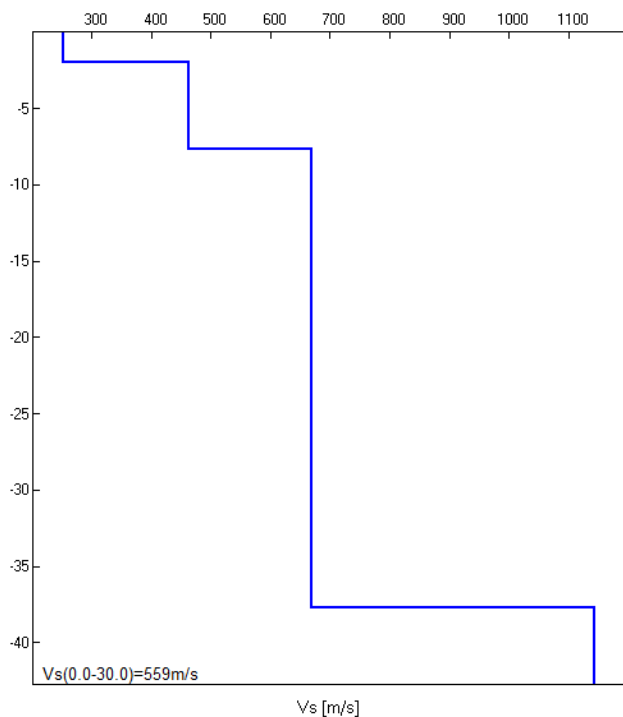
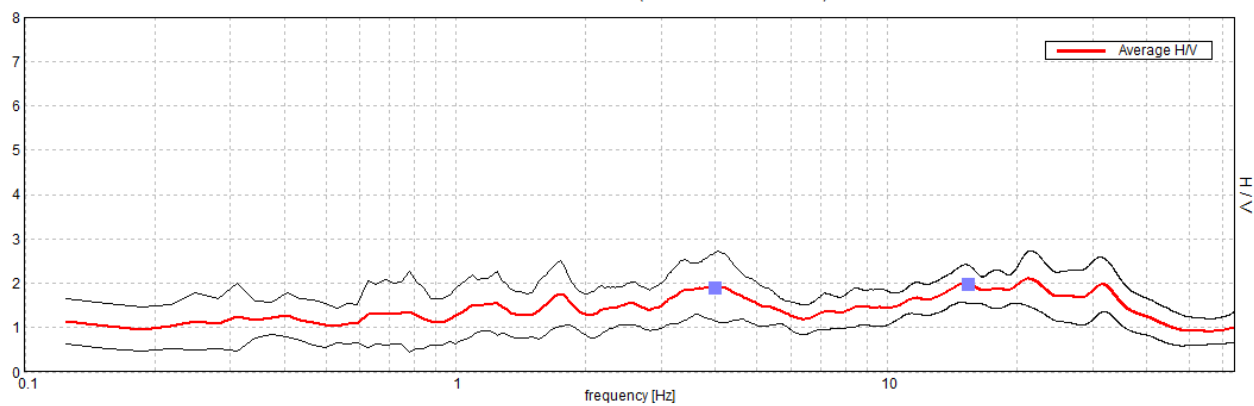
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di liscio: Triangular window

Liscio: 10%

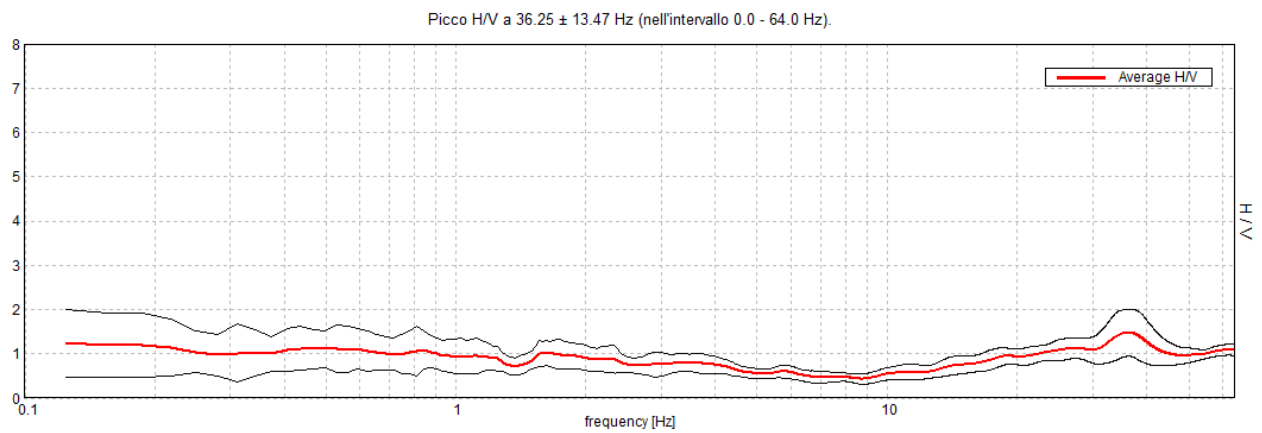
### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a 21.22 ± 15.84 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



**SITO 03**  
**CROSARA 26**

Strumento: TRZ-0104/01-10  
Inizio registrazione: 19/03/13 12:08:43 Fine registrazione: 19/03/13 12:20:43  
Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
Dato GPS non disponibile  
urata registrazione: 0h12'00". Analizzato 56% tracciato (selezione manuale)  
Freq. campionamento: 128 Hz  
Lunghezza finestre: 20 s  
Tipo di lisciamento: Triangular window  
Lisciamento: 10%



## SITO 04

### MAROSTICA, PEDALTO 27

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 14:31:13 Fine registrazione: 19/03/13 14:43:13

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

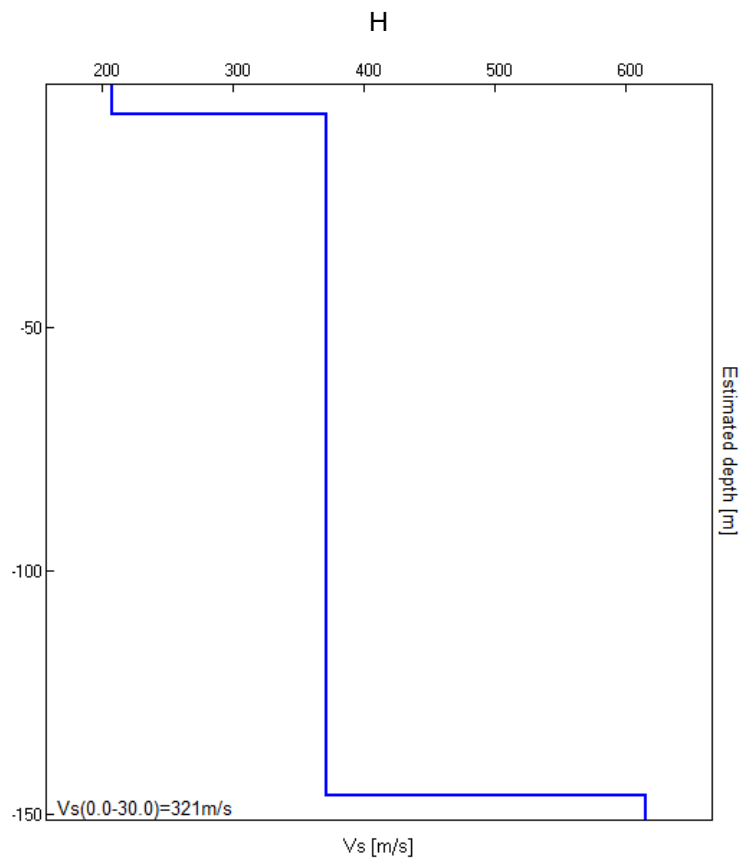
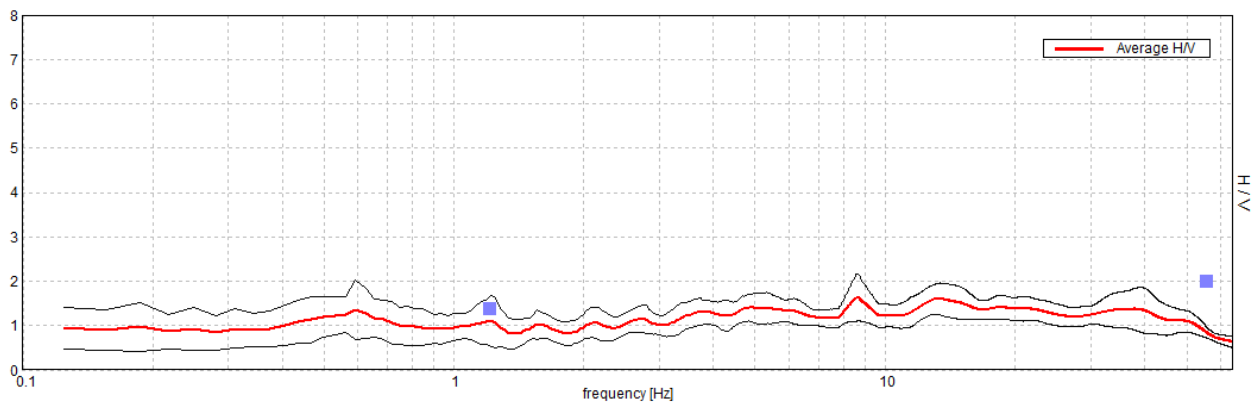
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $8.63 \pm 3.3$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 05

### MAROSTICA, ERTA 30

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 15:18:34 Fine registrazione: 19/03/13 15:30:34

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 64% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

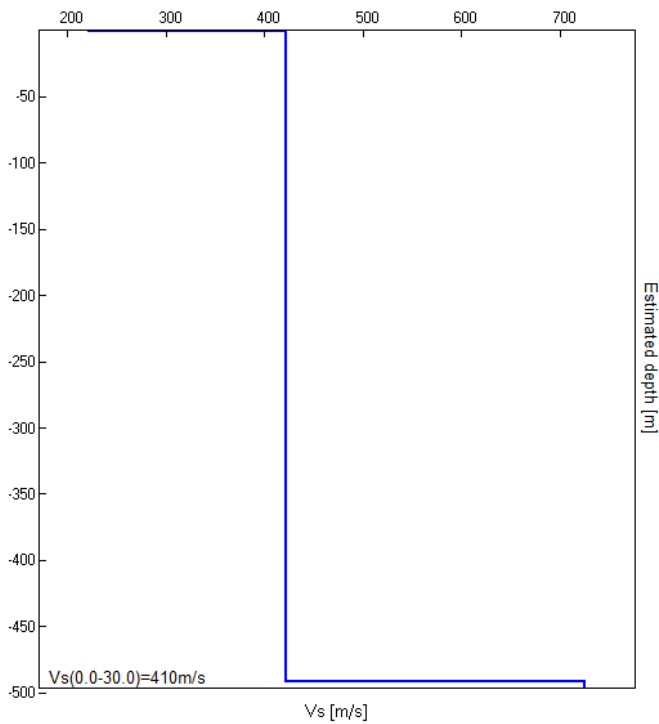
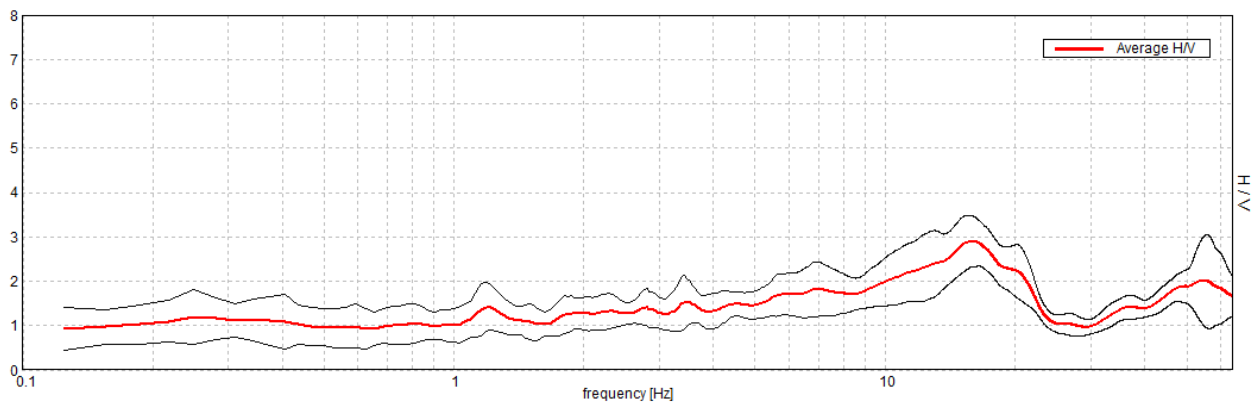
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 15.91 ± 20.41 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 06

### MAROSTICA, PRADIPALDO 31

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 15:54:09 Fine registrazione: 19/03/13 16:06:09

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

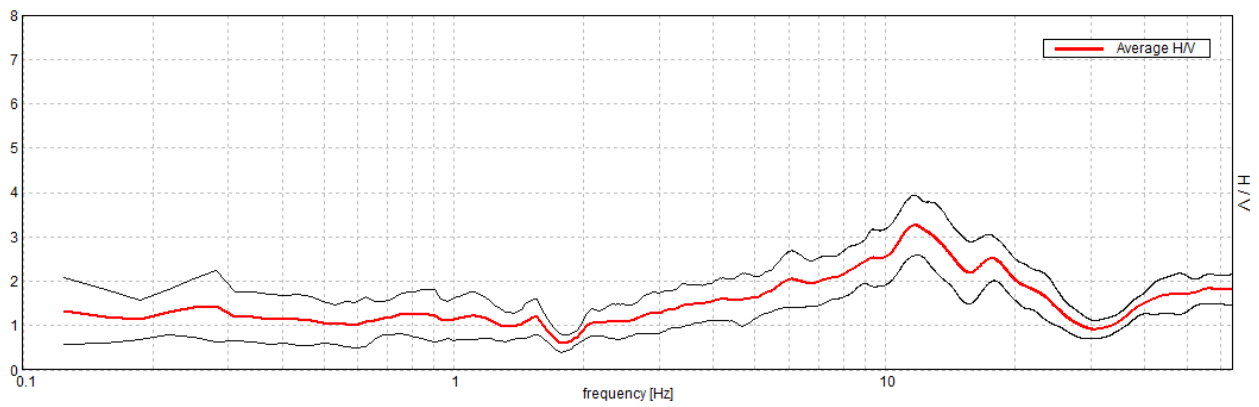
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

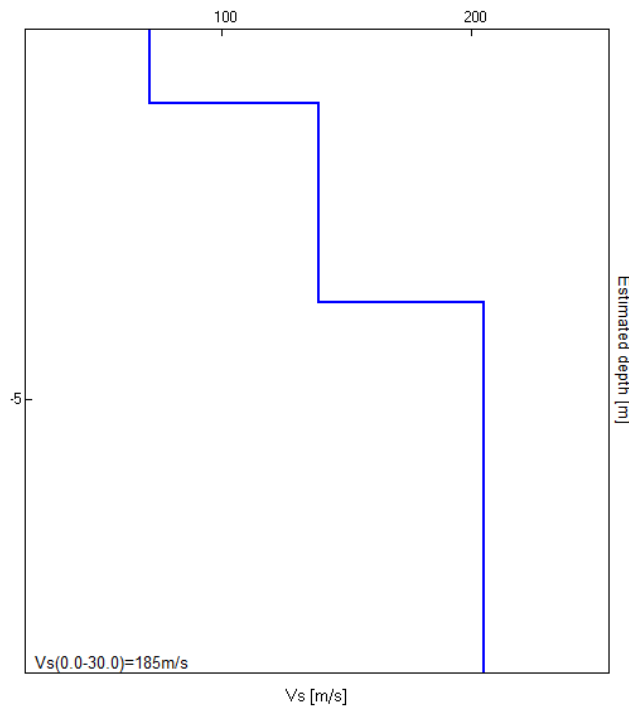
Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 11.72 ± 0.11 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



## SITO 07

MAROSTICA, VIA\_FLORIANO 32

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 16:44:16 Fine registrazione: 19/03/13 16:56:16

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 69% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

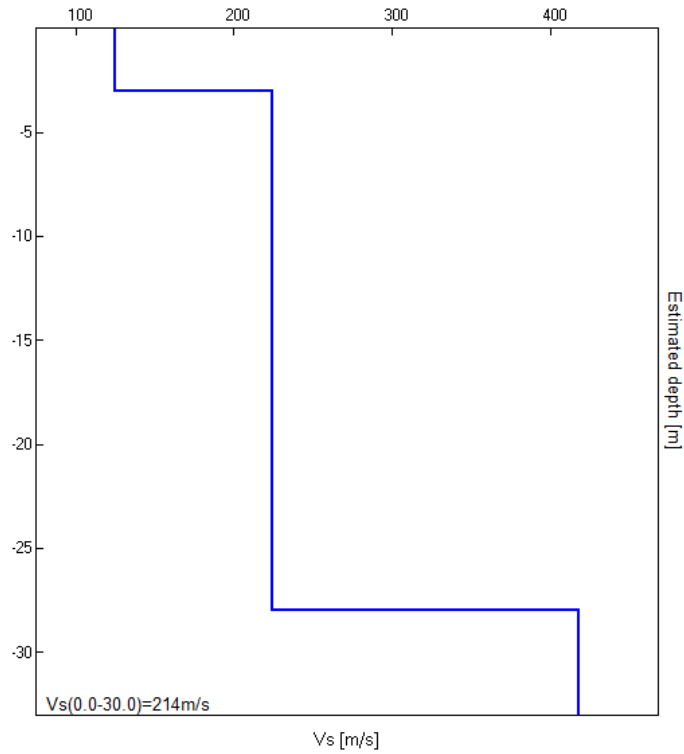
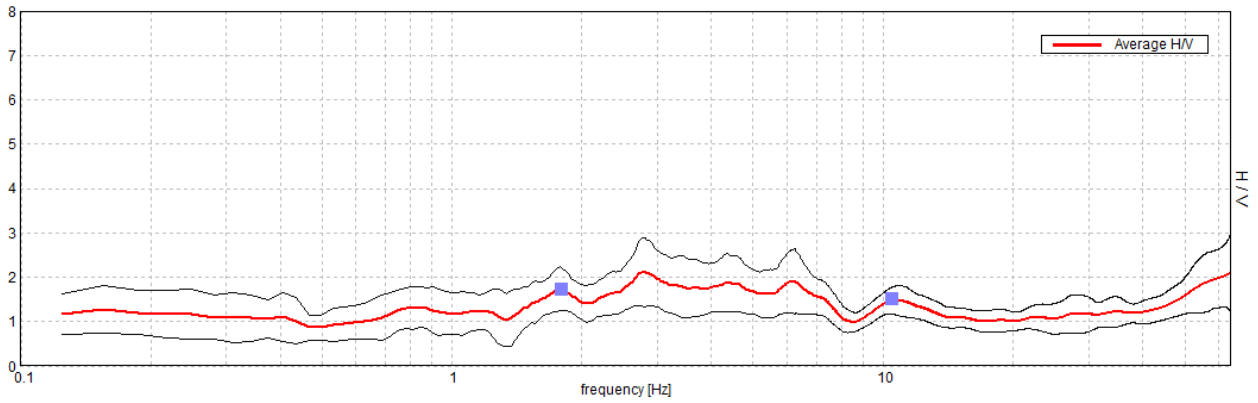
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $2.81 \pm 12.24$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).





## SITO 08

### MAROSTICA, PONTE 33

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 17:08:53 Fine registrazione: 19/03/13 17:20:53

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

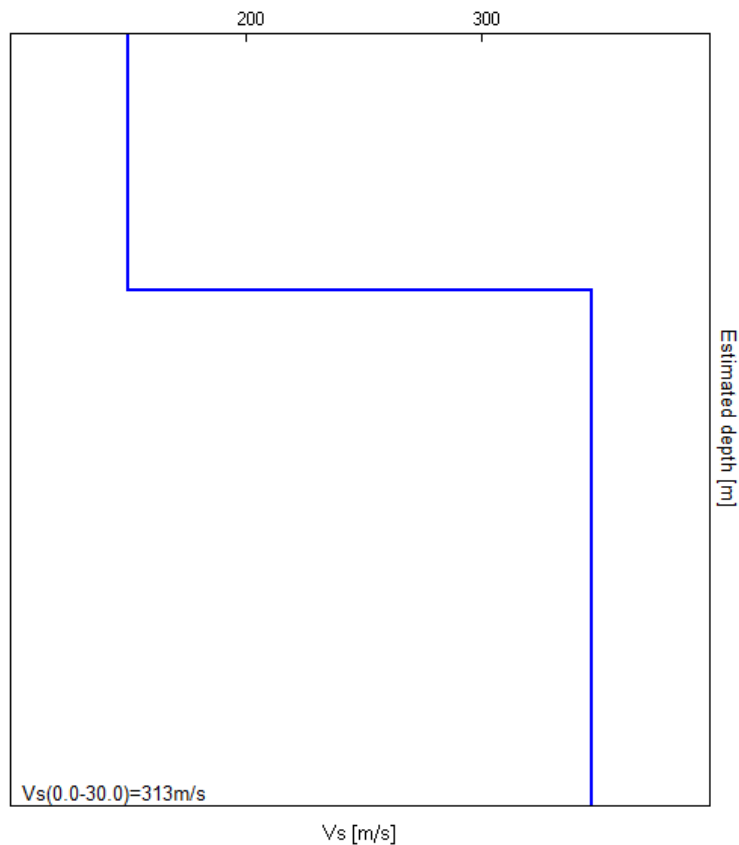
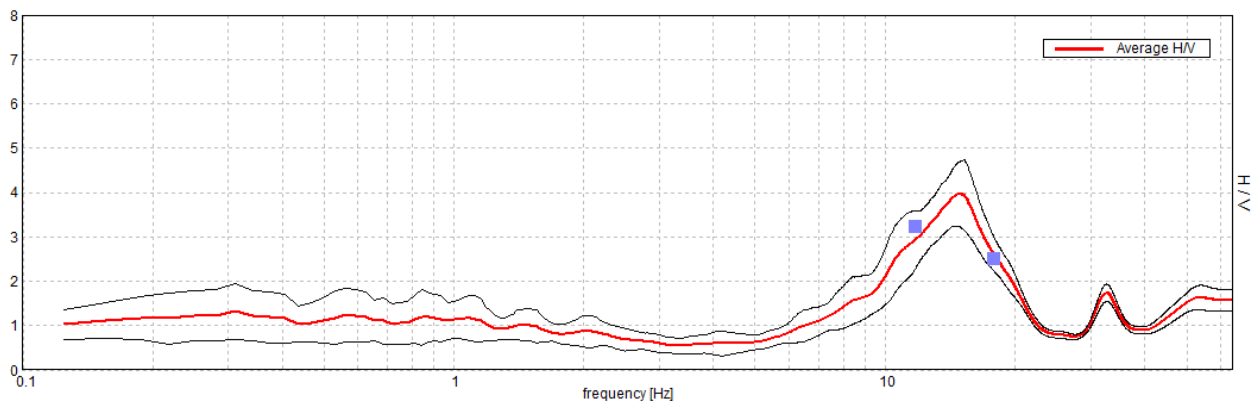
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at  $14.84 \pm 0.31$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 09

MAROSTICA, VIA\_COSTAME 34

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 17:43:56 Fine registrazione: 19/03/13 17:55:56

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 100% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

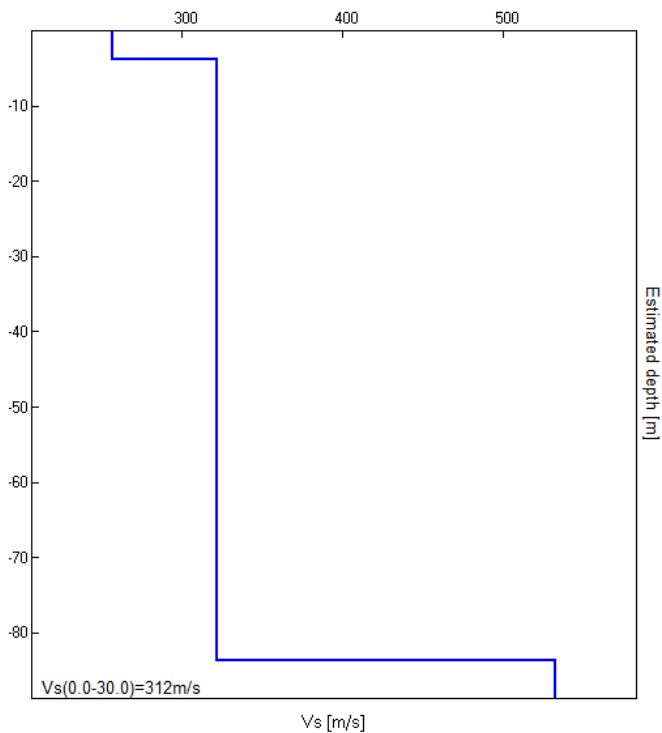
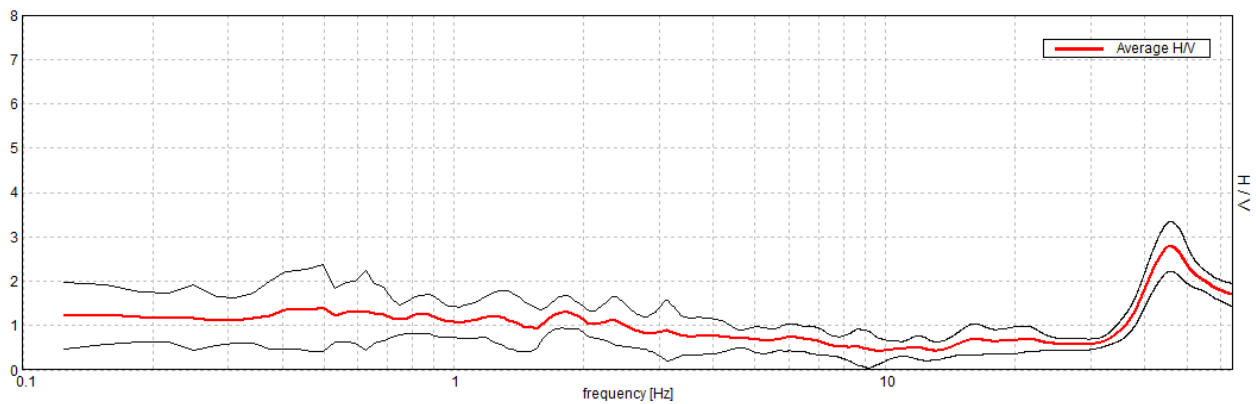
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 45.91 ± 0.46 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 10

MAROSTICA, VIA\_SEDEA 35

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 18:17:12 Fine registrazione: 19/03/13 18:29:12

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

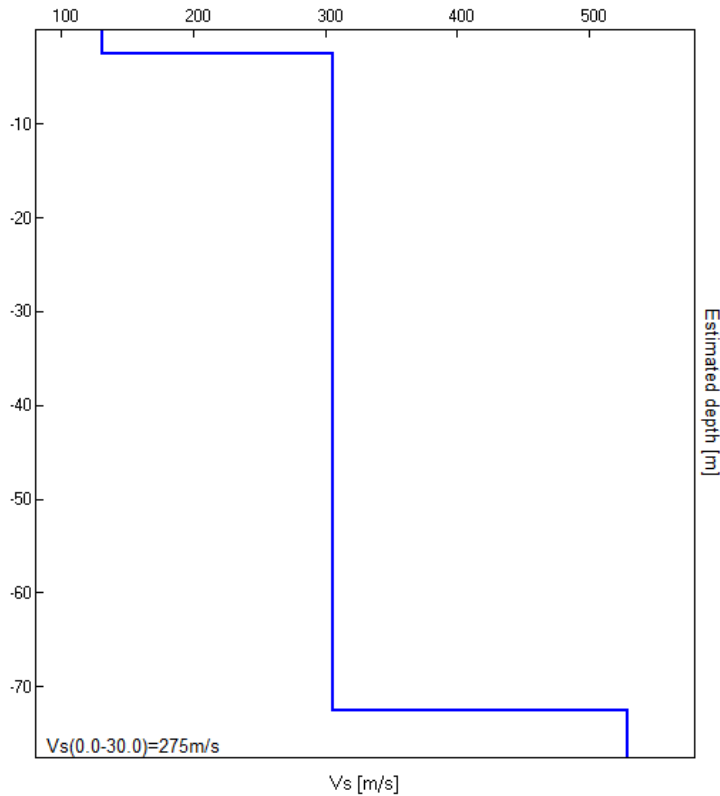
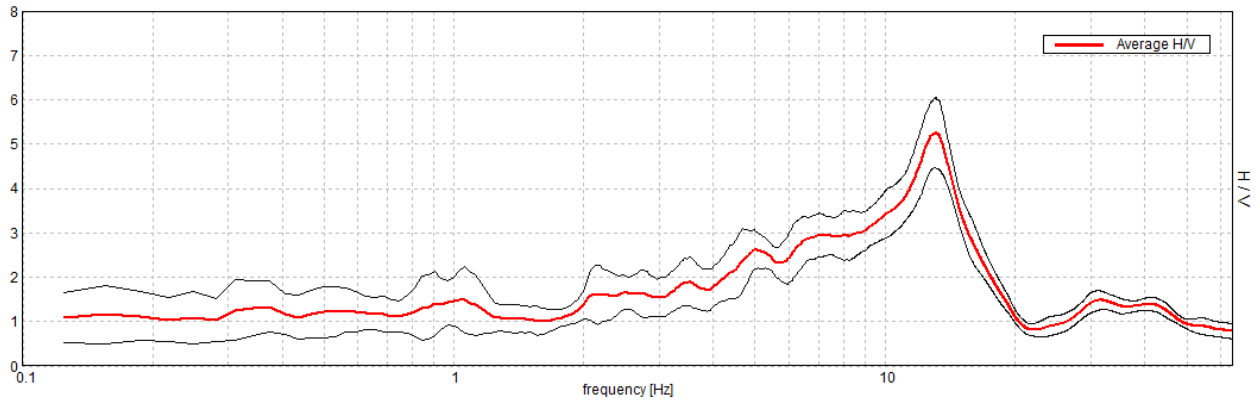
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 13.06 ± 0.25 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 11

MAROSTICA, VIA\_FLORIANA 36

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 19/03/13 18:43:03 Fine registrazione: 19/03/13 18:55:03

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

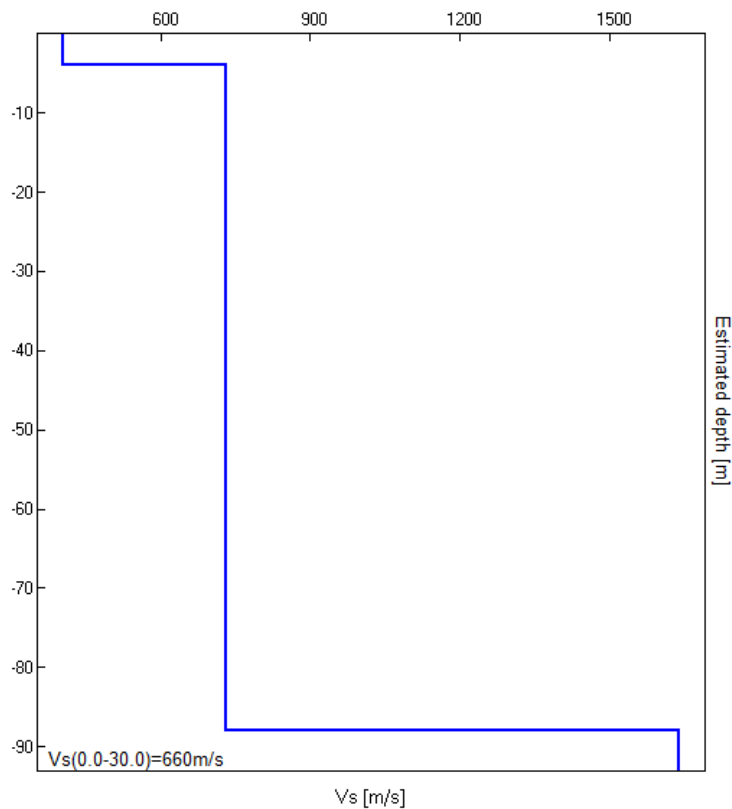
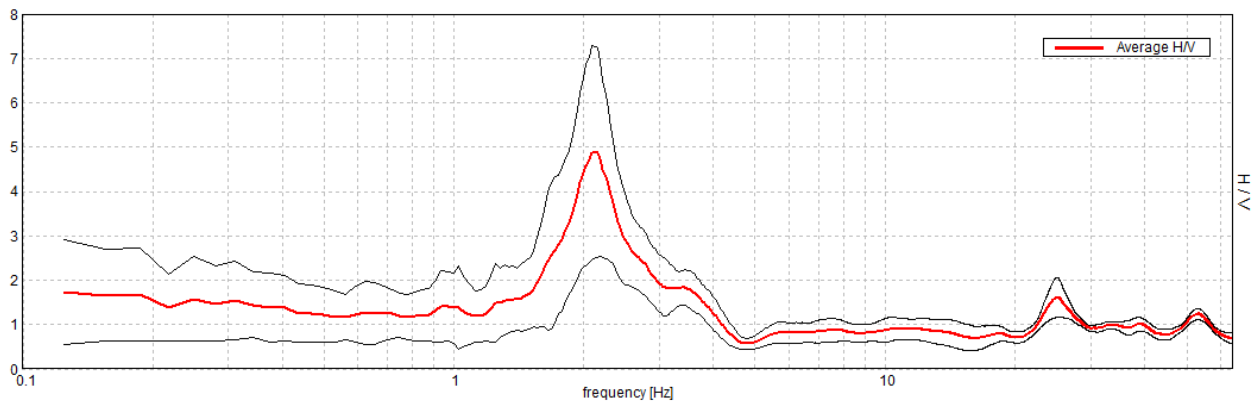
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $2.13 \pm 0.07$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 12

MAROSTICA, VALLONARA 37

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 09:42:22 Fine registrazione: 20/03/13 09:54:22

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analizzato 86% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

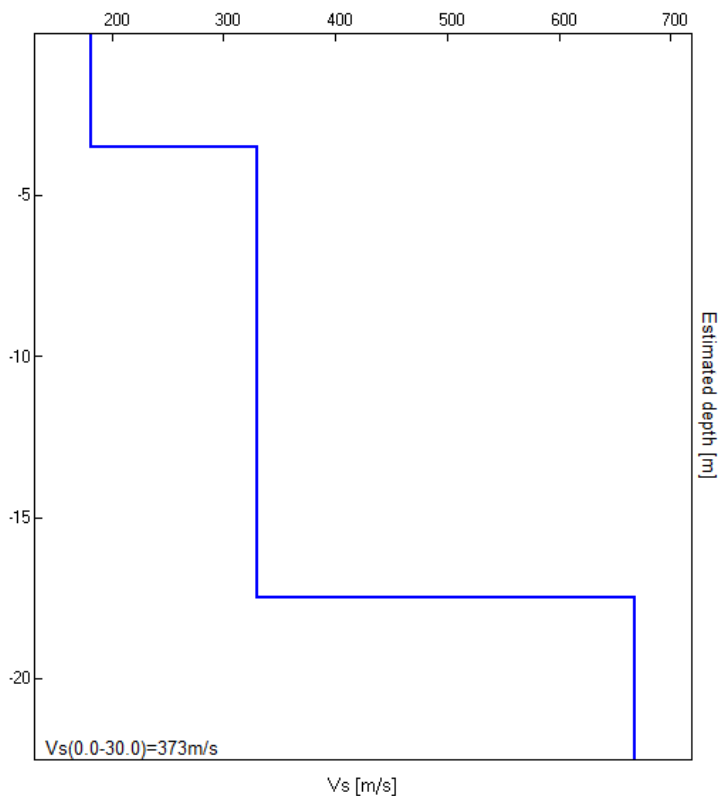
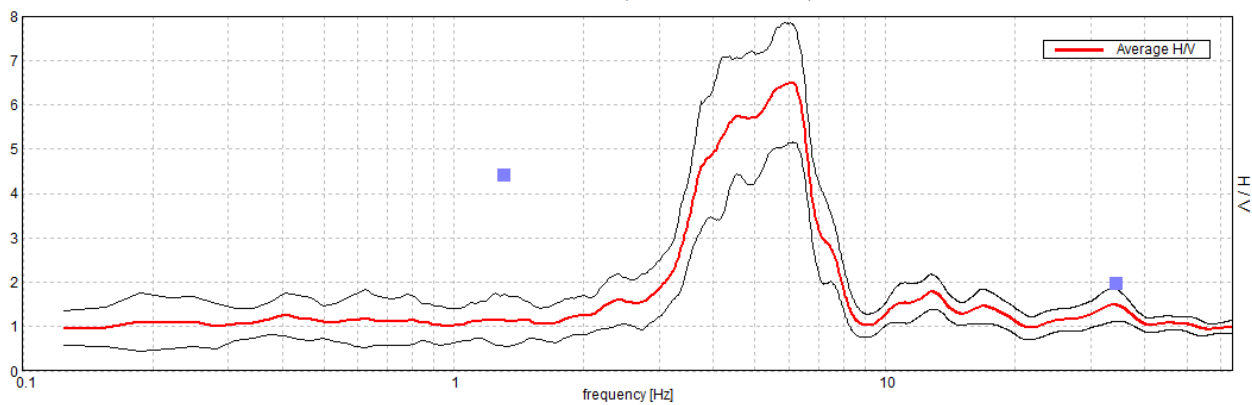
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $5.97 \pm 0.2$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



### SITO 13

MAROSTICA, VIA\_FLORIANA 38

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 10:05:42 Fine registrazione: 20/03/13 10:17:42

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

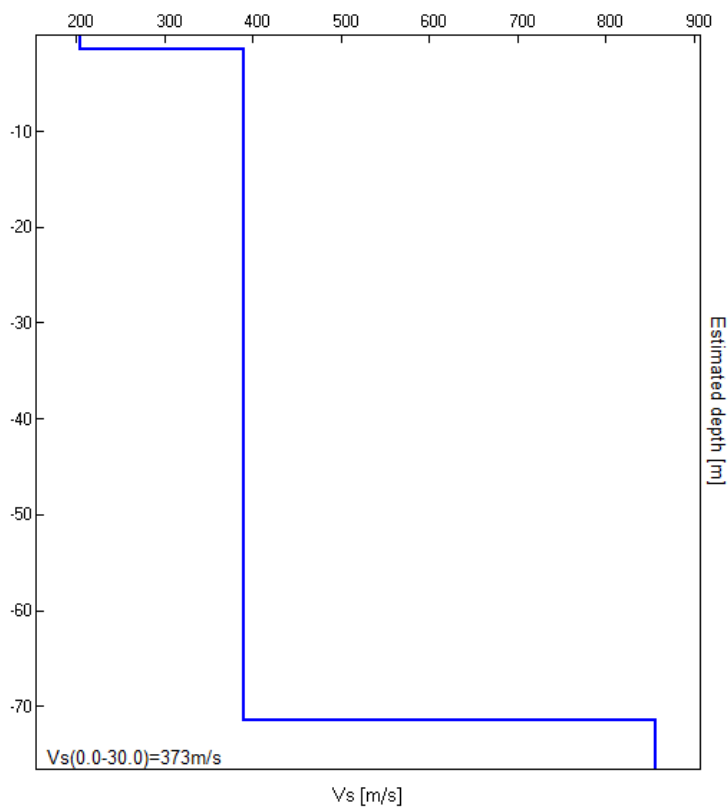
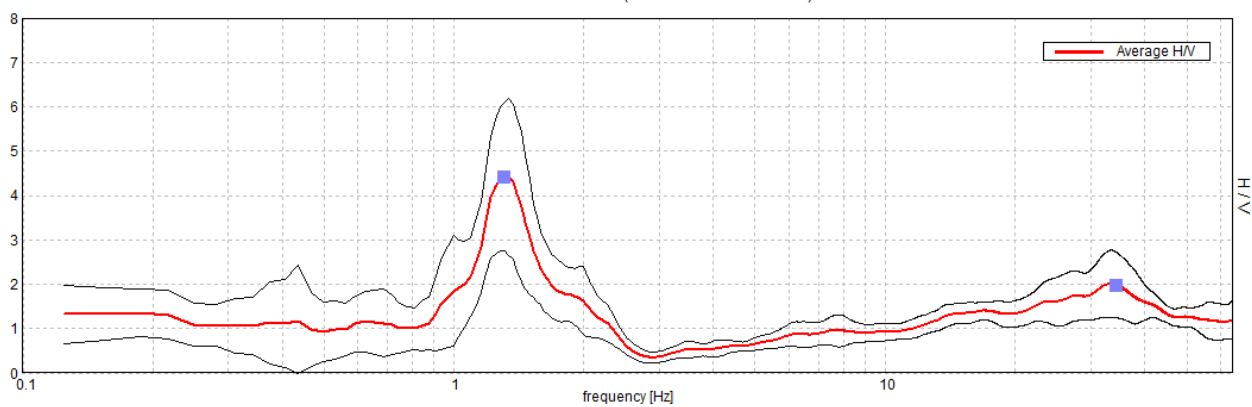
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $1.31 \pm 7.1$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 14

MAROSTICA, MARSAN 39

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 10:47:38 Fine registrazione: 20/03/13 10:59:39

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

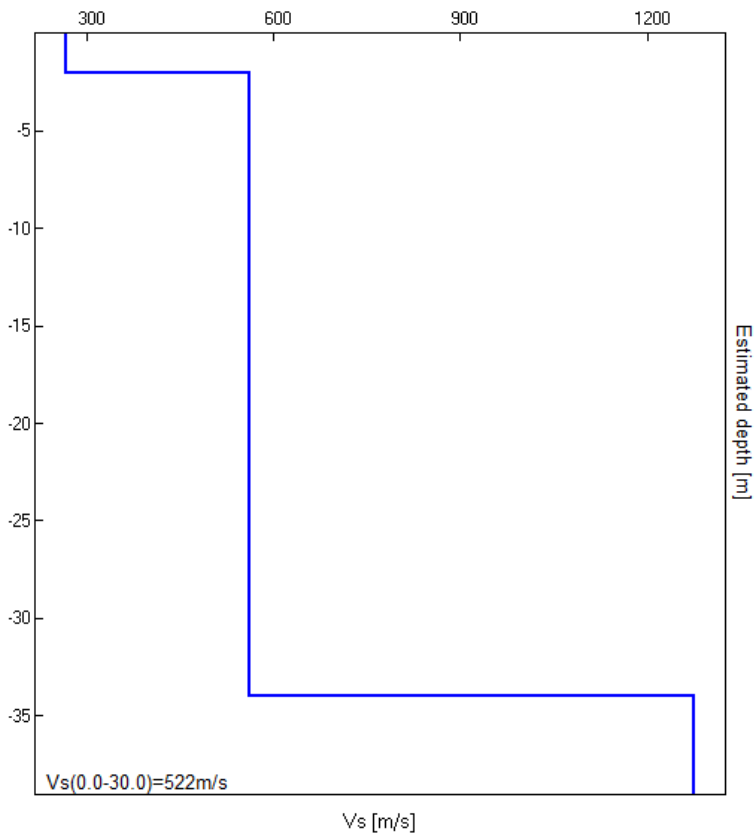
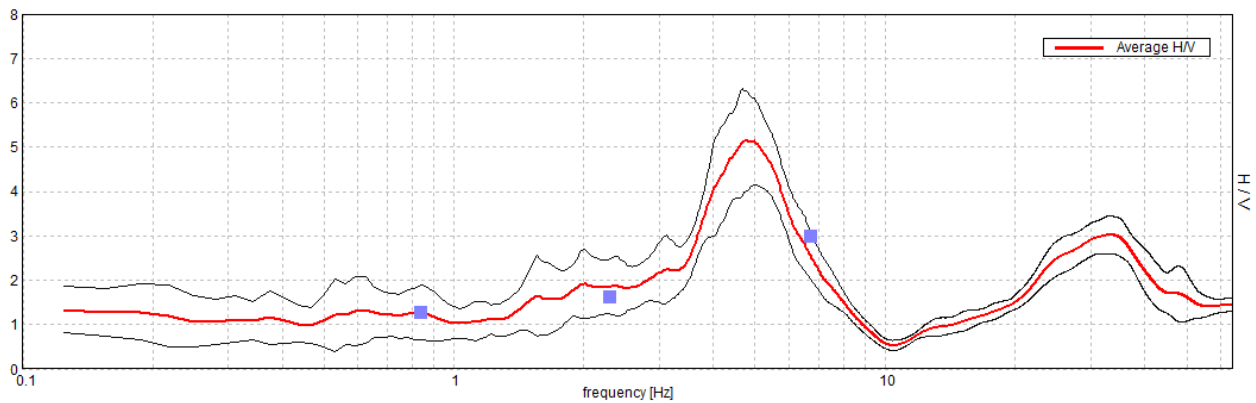
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at  $4.78 \pm 0.16$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).





## SITO 15

MAROSTICA, MARSAN 40

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 11:10:57 Fine registrazione: 20/03/13 11:22:57

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

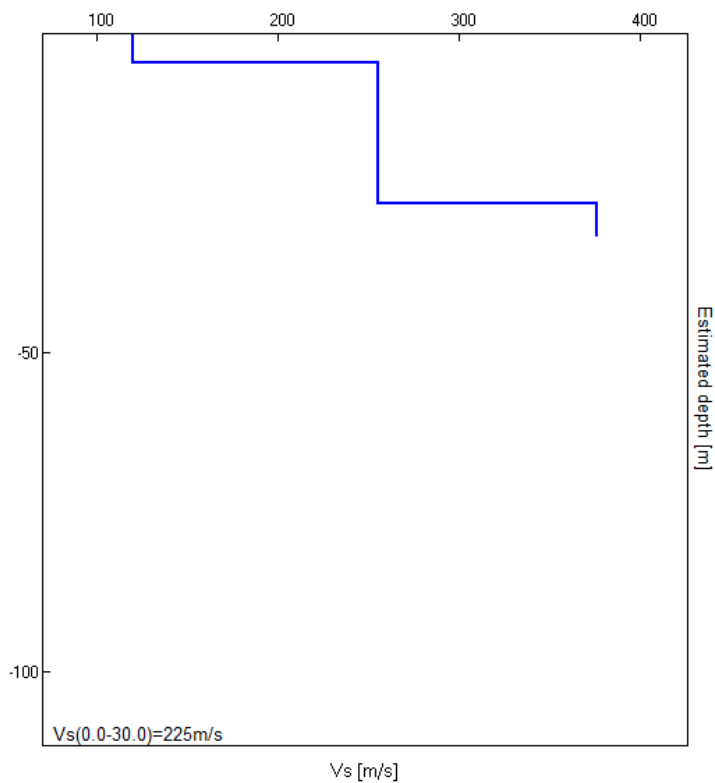
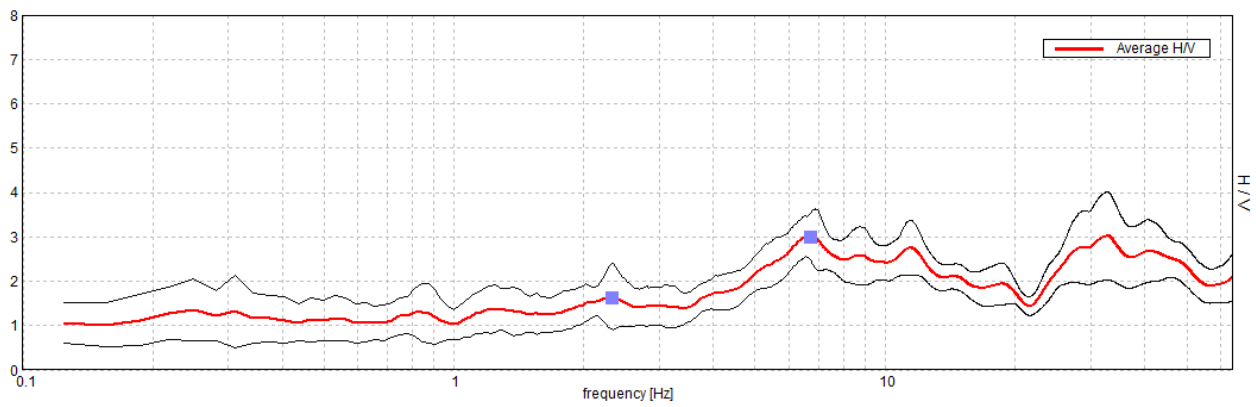
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $32.81 \pm 19.19$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 16

MAROSTICA, VIA\_BOSCAGLIA 41

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 11:42:10 Fine registrazione: 20/03/13 11:54:10

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

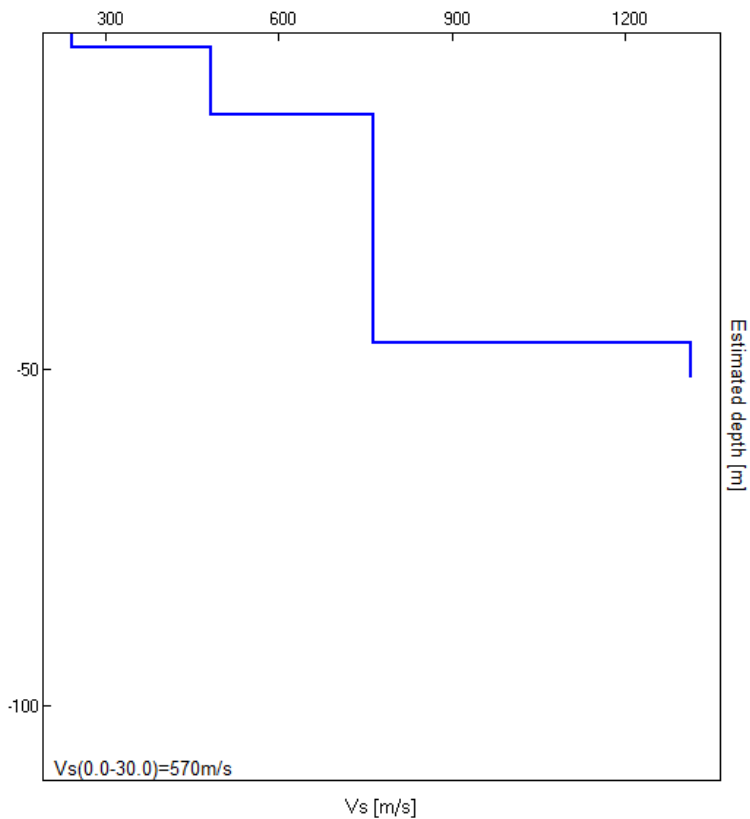
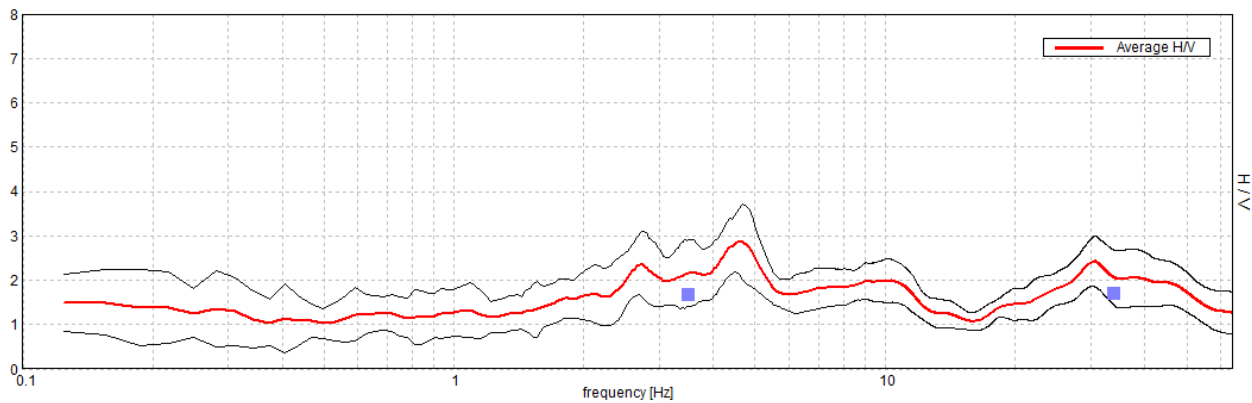
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at  $4.59 \pm 0.5$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 17

MAROSTICA, VIA\_BOSCAGLIA 42

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 12:02:57 Fine registrazione: 20/03/13 12:14:57

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

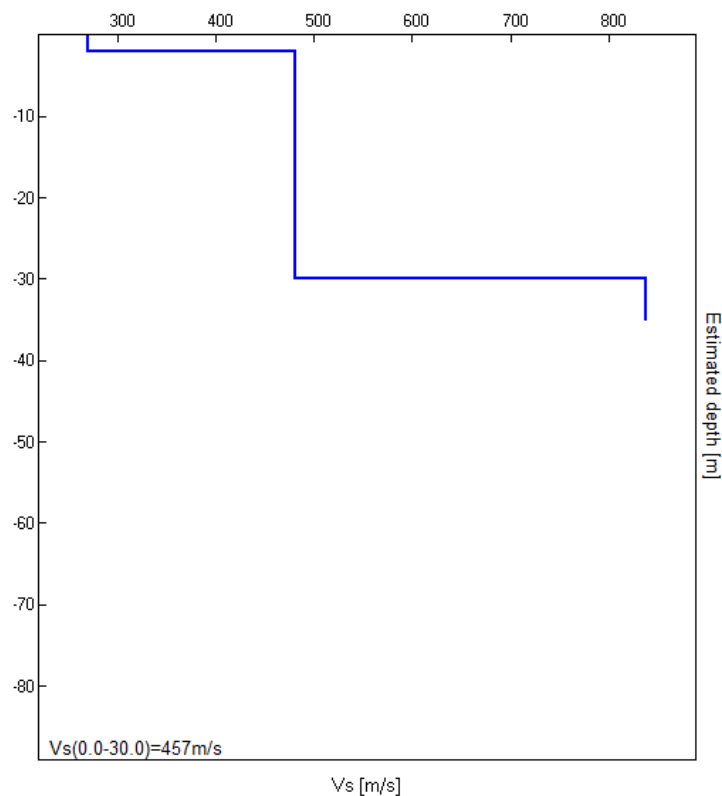
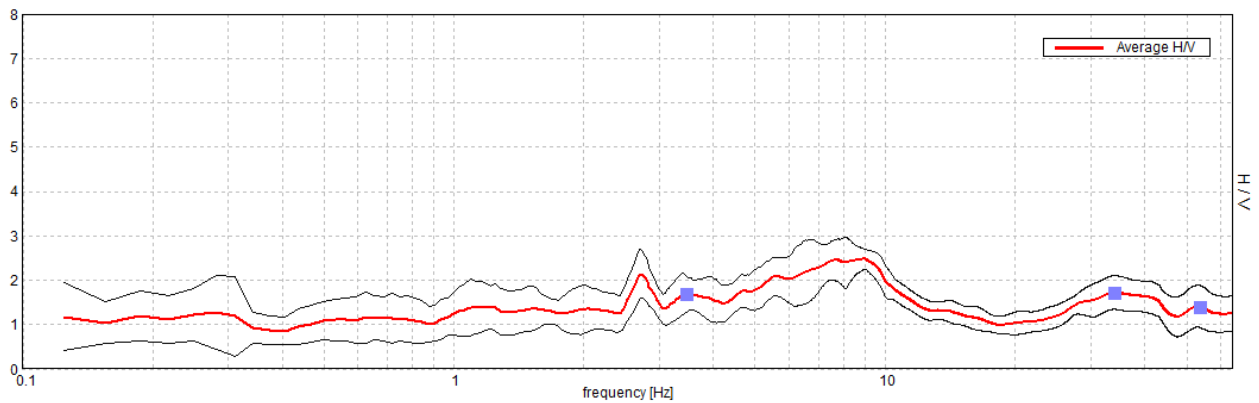
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $8.94 \pm 6.79$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 18

MAROSTICA, SANTA\_ROSA 43

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 12:28:47 Fine registrazione: 20/03/13 12:40:47

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

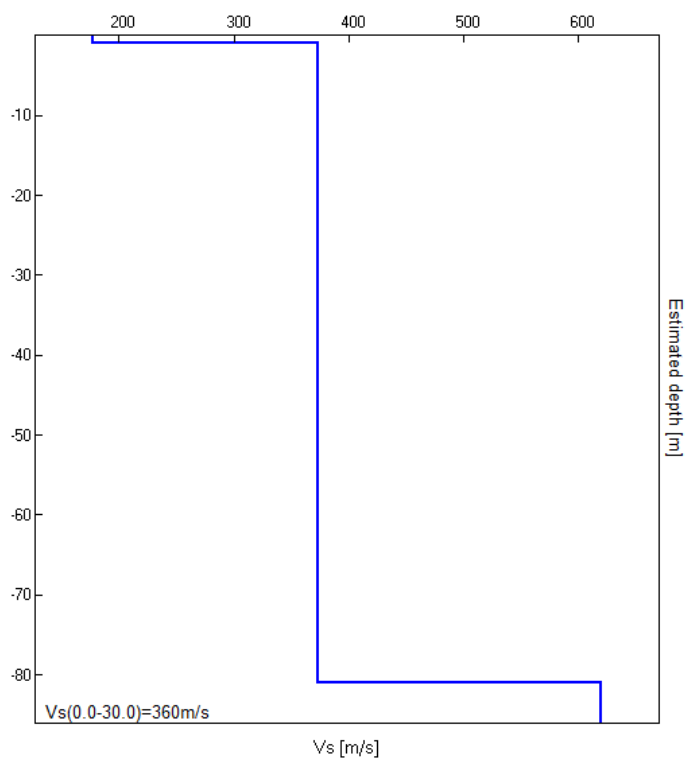
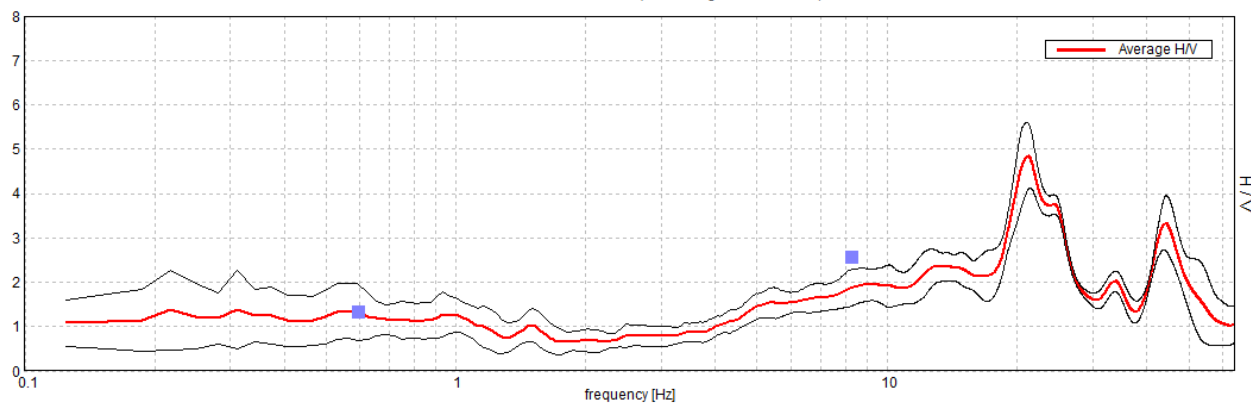
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at  $21.25 \pm 5.67$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 19

MAROSTICA, VIA\_PETRARCA 44

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 12:56:14 Fine registrazione: 20/03/13 13:08:15

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

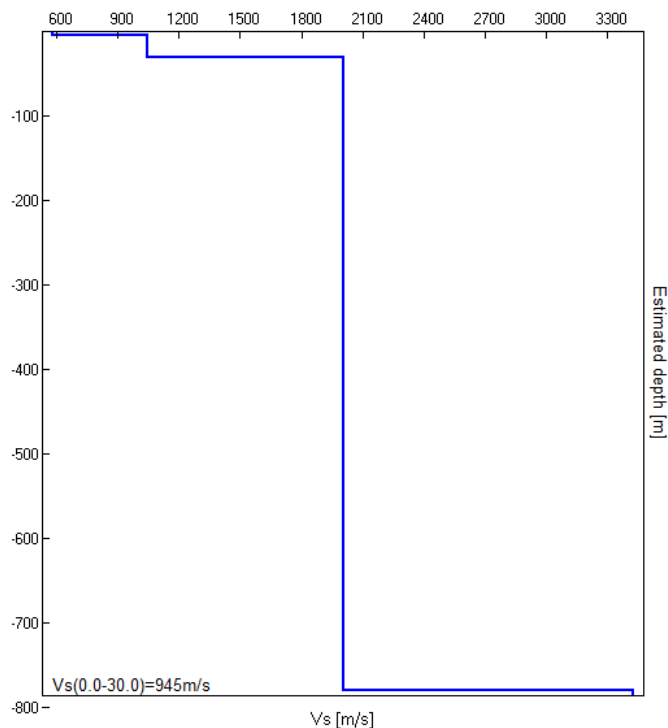
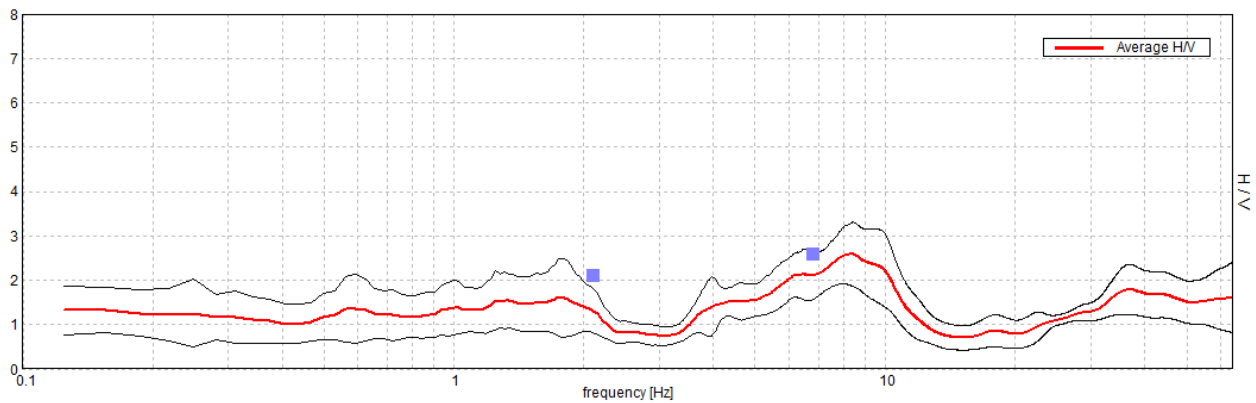
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at  $8.38 \pm 1.4$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 20

MAROSTICA, VIA\_LEVA 45

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 13:21:12 Fine registrazione: 20/03/13 13:33:12

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

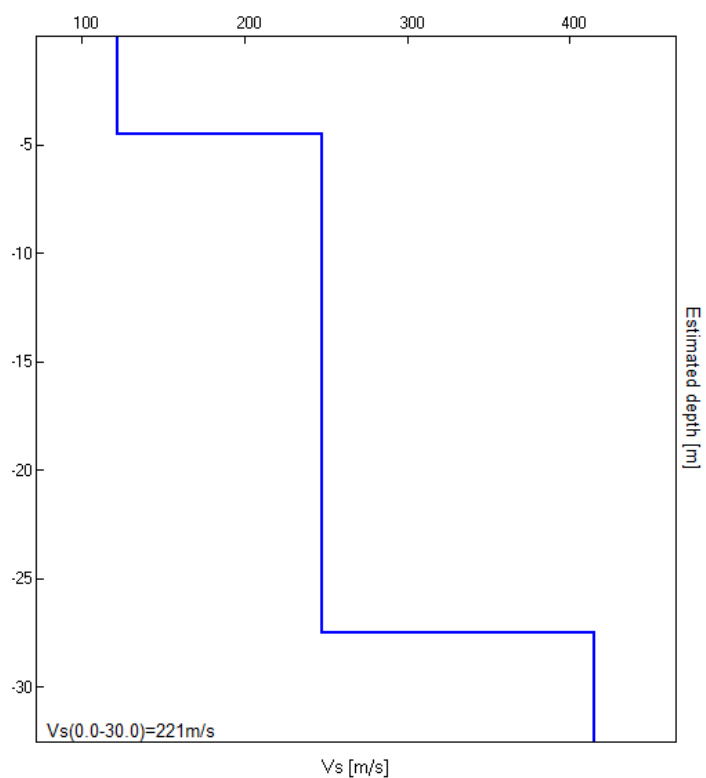
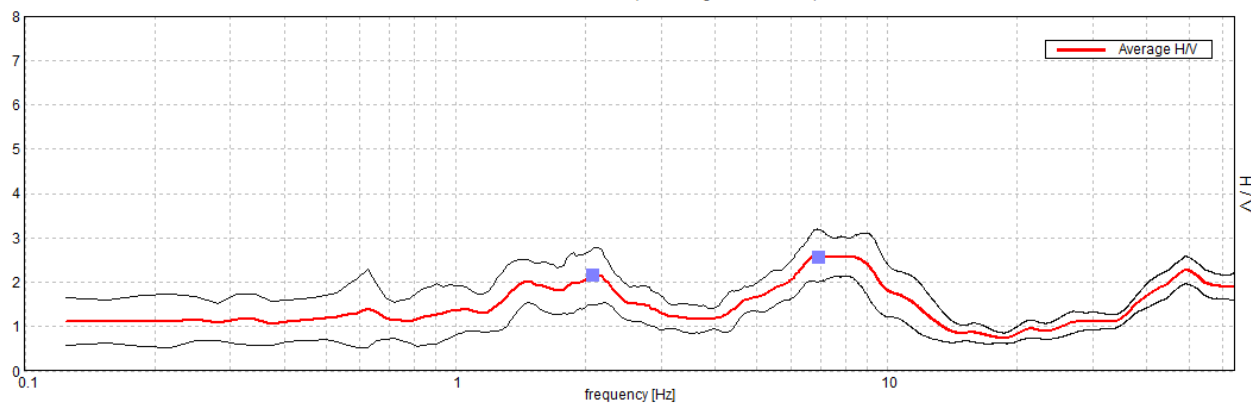
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 6.84 ± 0.49 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 21

MAROSTICA, VIA\_RAVENNE 46

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 13:50:28 Fine registrazione: 20/03/13 14:02:28

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 72% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

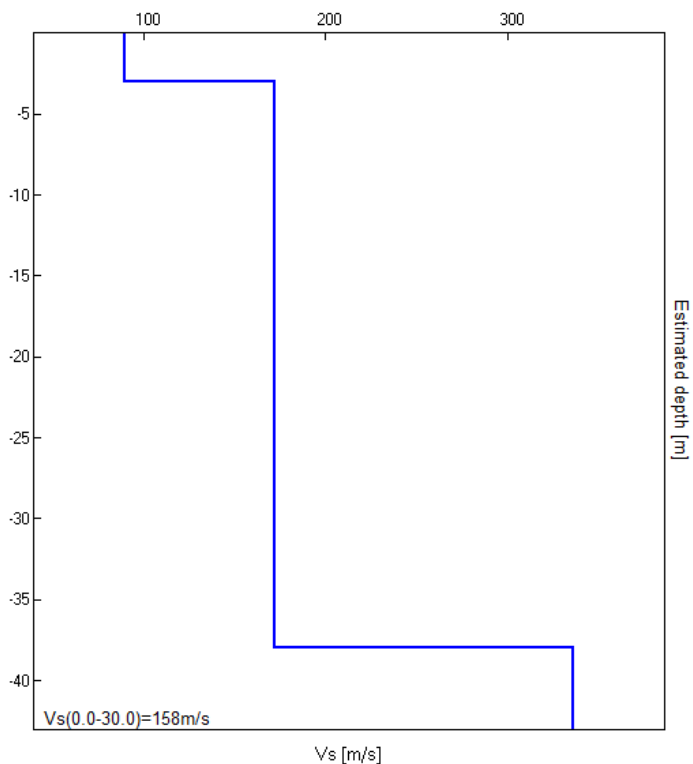
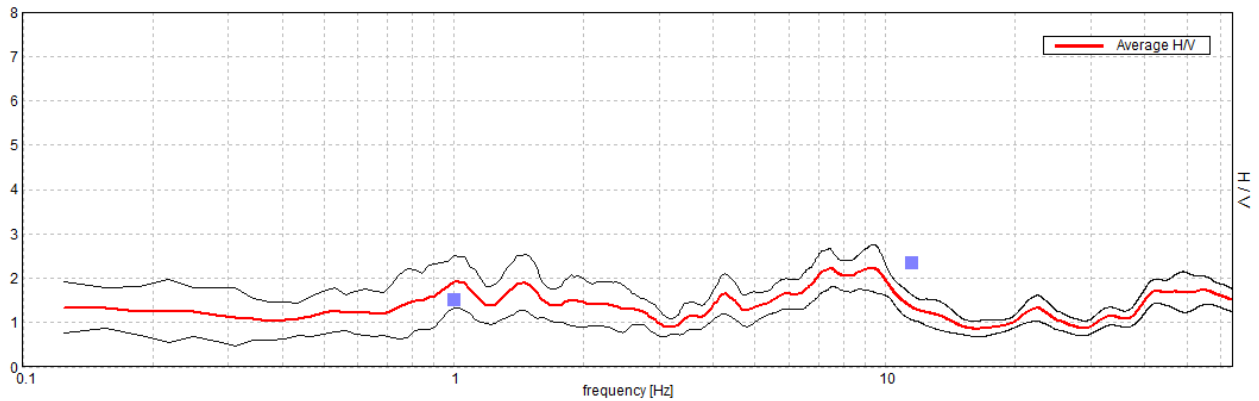
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $7.5 \pm 14.87$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).





## SITO 22

MAROSTICA, VIA\_CERAMICA 47

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 14:12:37 Fine registrazione: 20/03/13 14:24:37

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 86% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

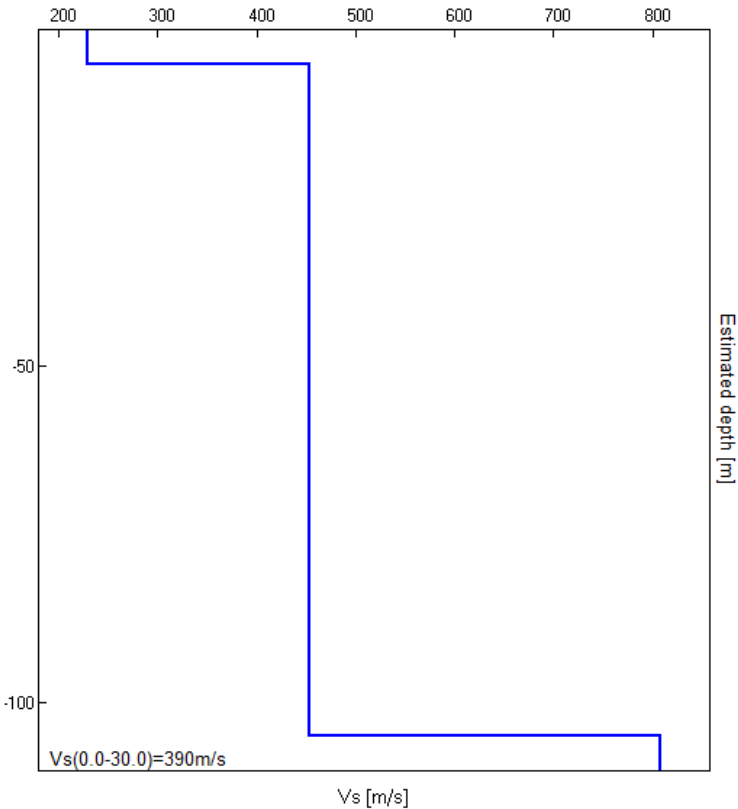
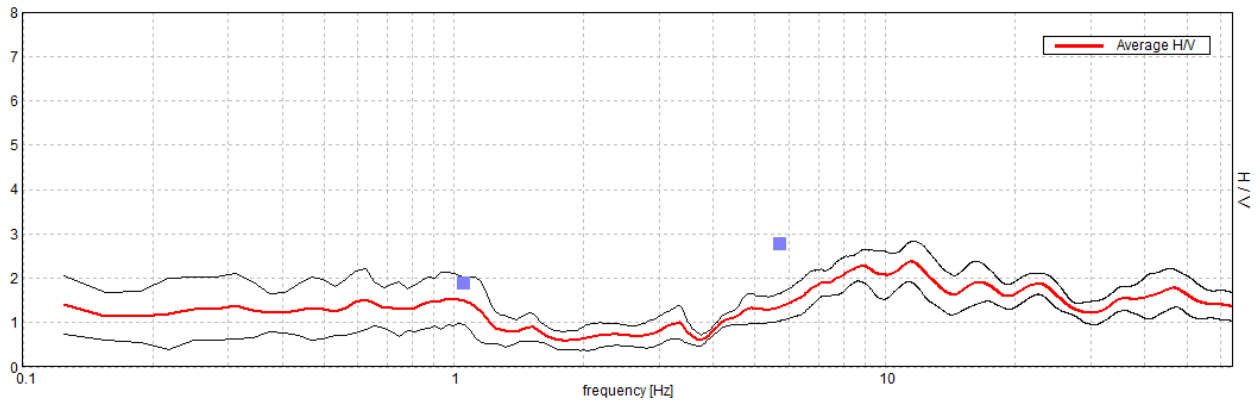
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $11.41 \pm 1.94$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 23

MAROSTICA, VIA\_FOSE 48

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 14:45:56 Fine registrazione: 20/03/13 14:57:57

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

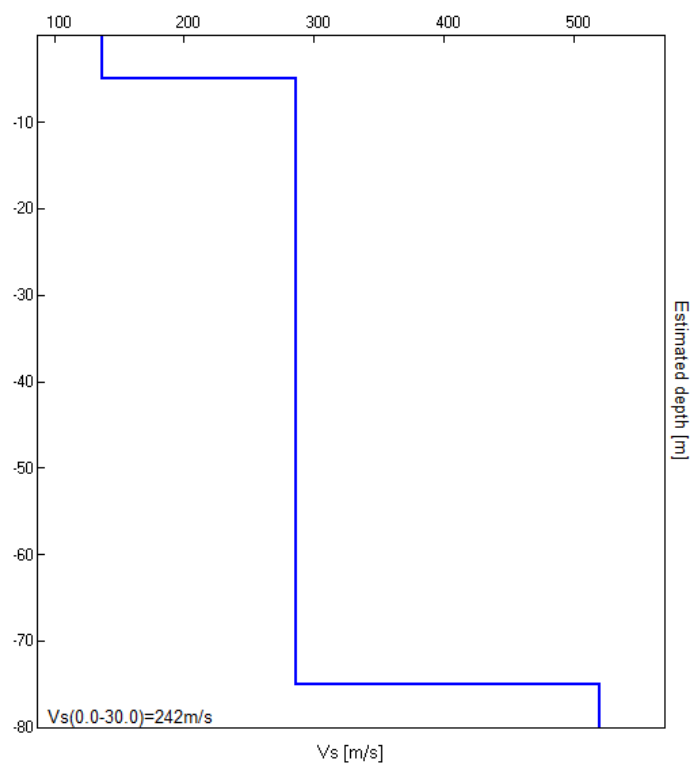
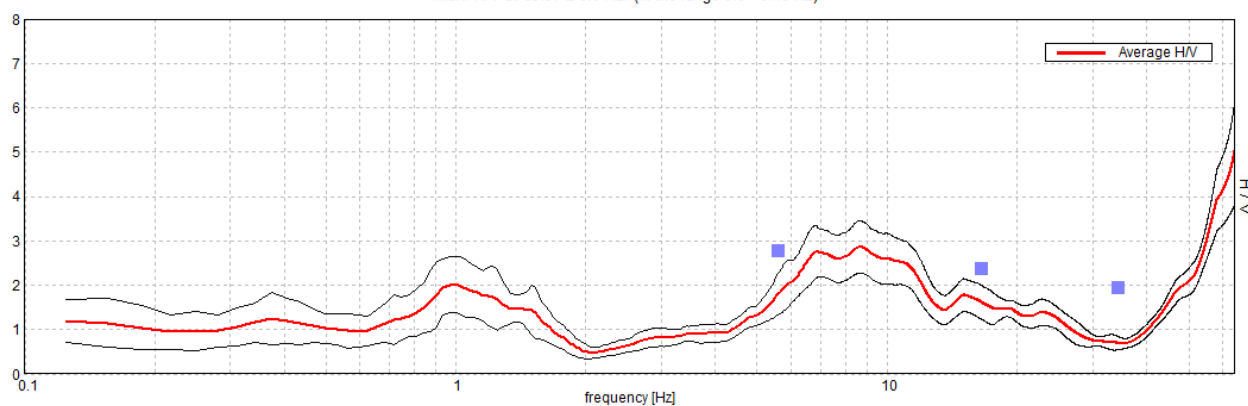
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 63.97 ± 0.0 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 24

MAROSTICA, VIA\_TORRESIN 49

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 15:11:44 Fine registrazione: 20/03/13 15:23:45

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 81% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

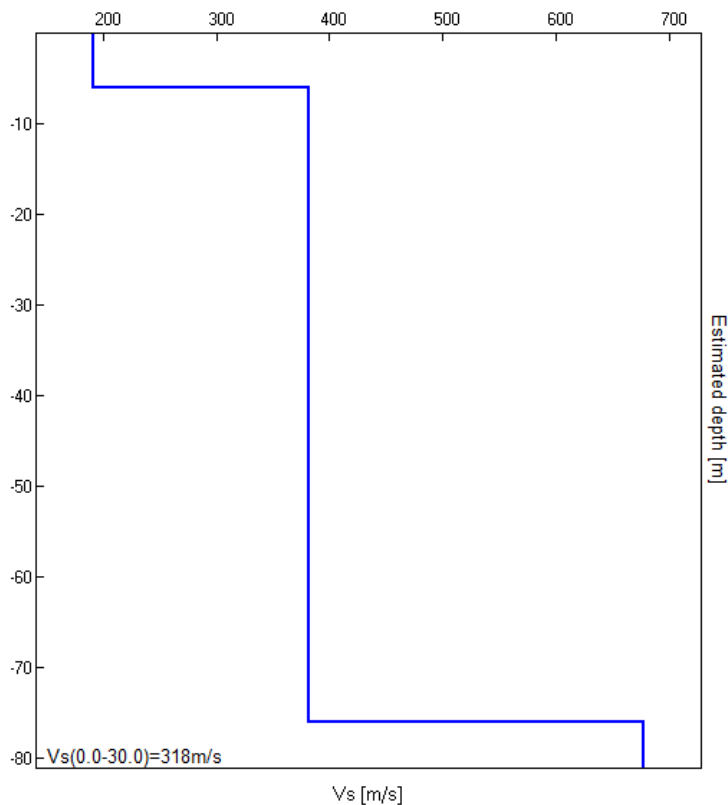
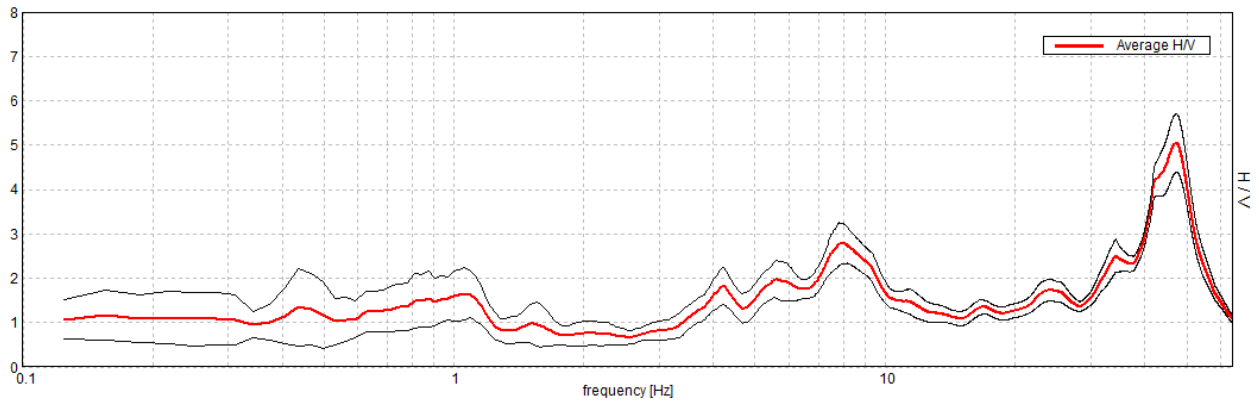
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 47.19 ± 1.67 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 25

MAROSTICA, VIA\_GOBBO 50

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 15:38:34 Fine registrazione: 20/03/13 15:50:34

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 78% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

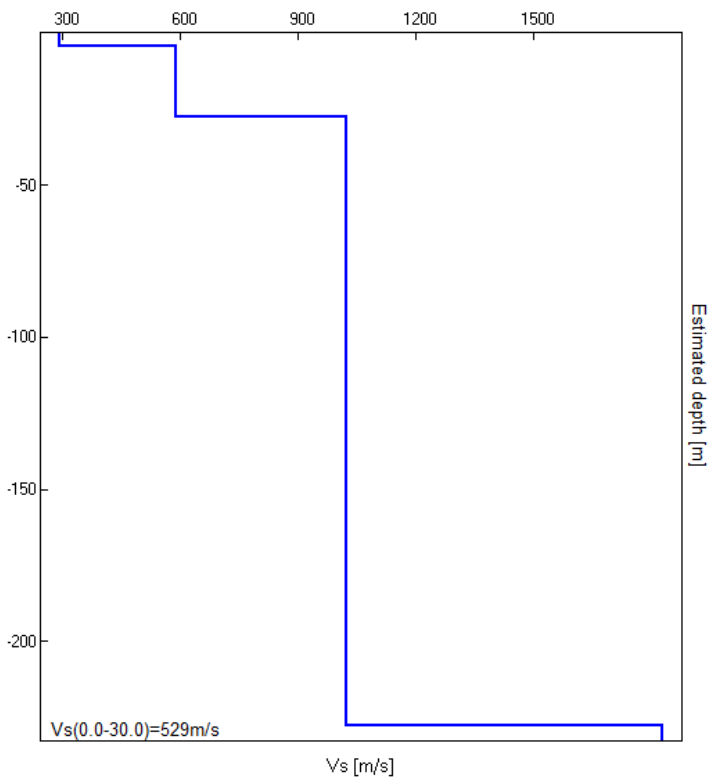
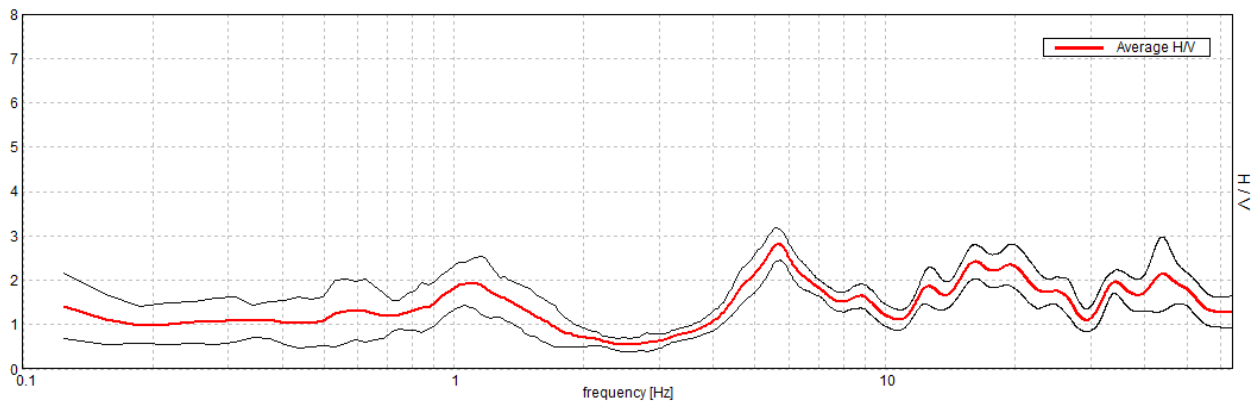
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $5.63 \pm 2.84$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 26

MAROSTICA, VIA\_ANCONETTA T01

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 16:08:28 Fine registrazione: 20/03/13 16:20:29

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

Analizzato 89% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

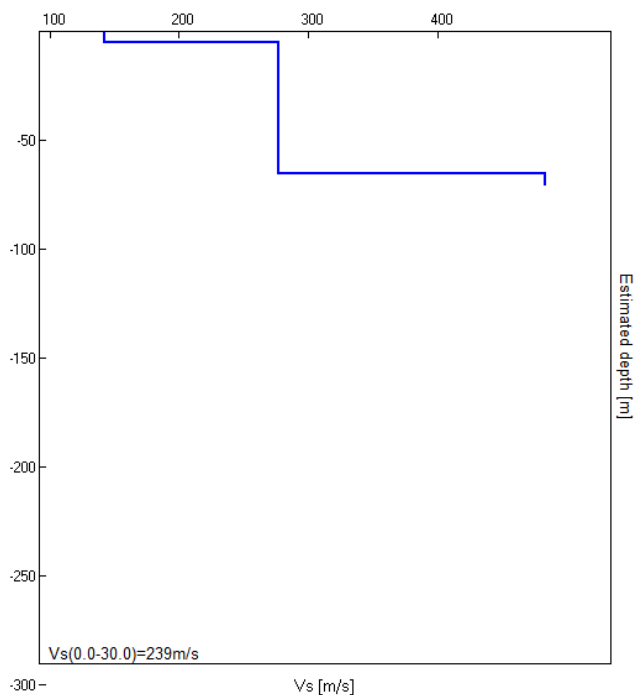
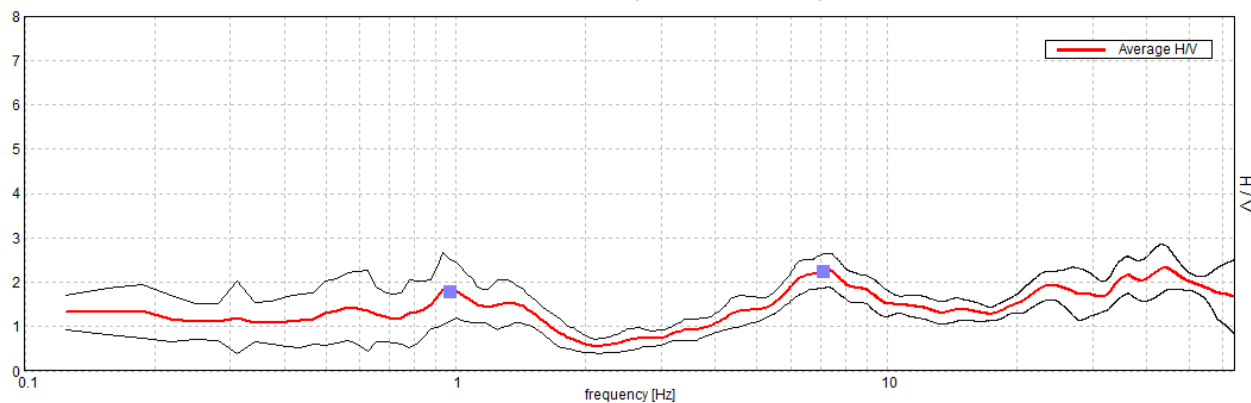
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $44.25 \pm 7.67$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 27

MAROSTICA, VIA\_MONTEFERRO 02

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 17:12:25 Fine registrazione: 20/03/13 17:24:26

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 50% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

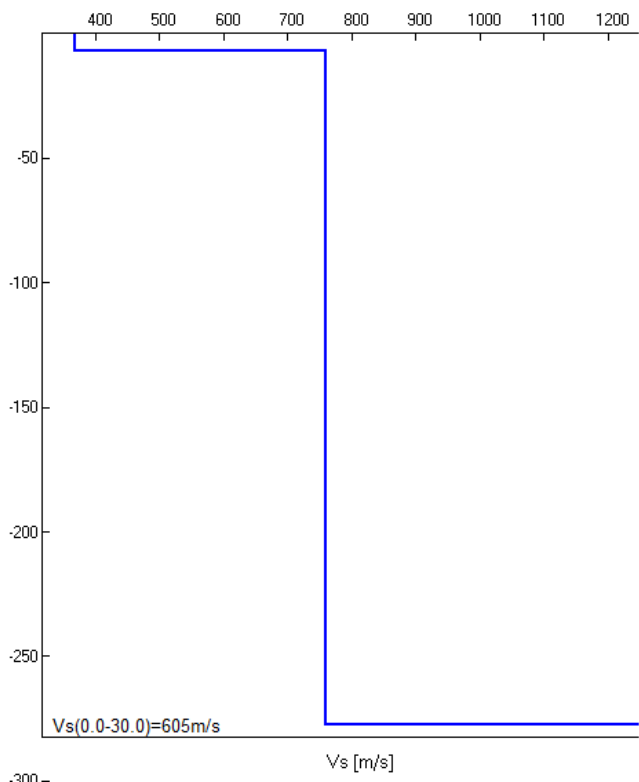
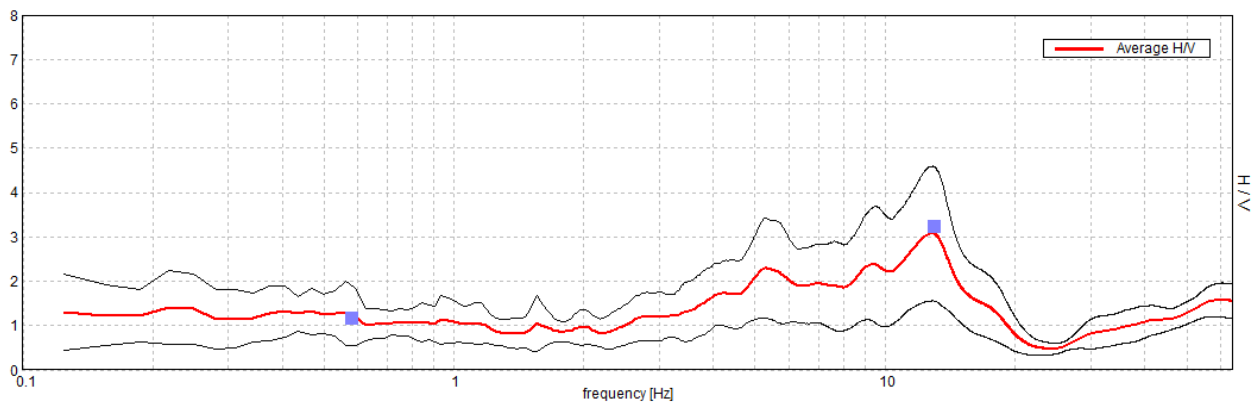
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Picco H/V a  $12.94 \pm 6.03$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



## SITO 28

MAROSTICA, VIA\_COMPLANI 03

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 17:35:40 Fine registrazione: 20/03/13 17:47:40

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 42% tracciato (selezione manuale)

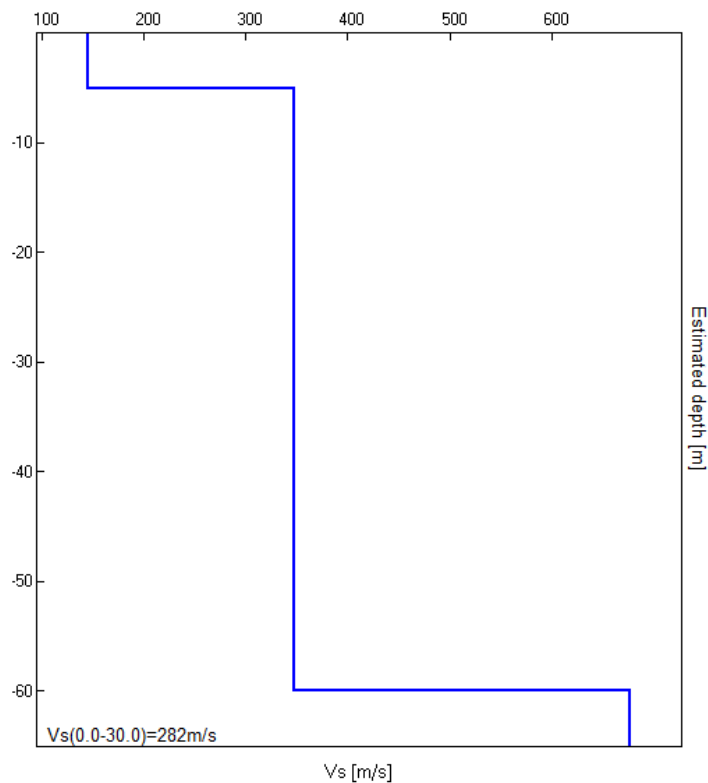
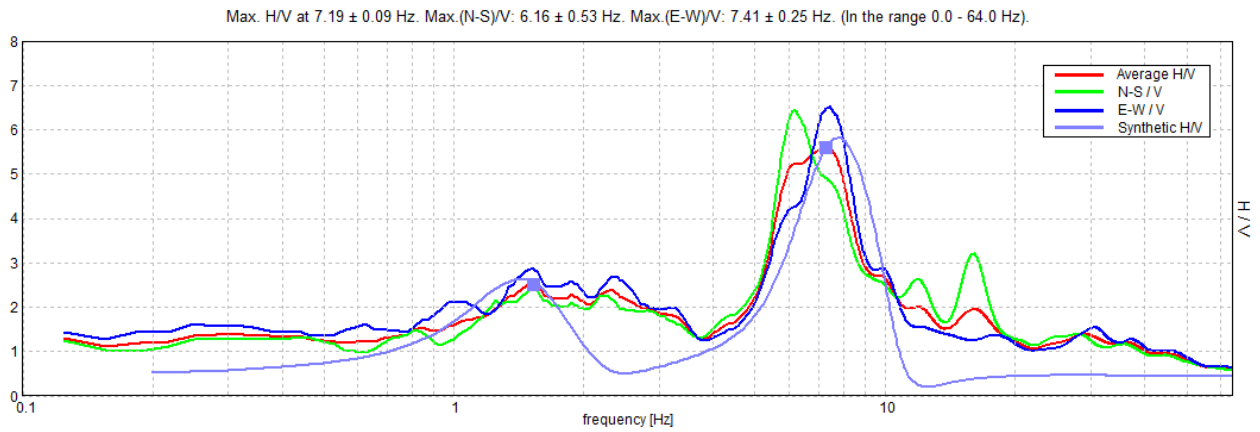
Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO





## SITO 29

MAROSTICA, VIA\_ RIALTO 04

Strumento: TRZ-0104/01-10

Inizio registrazione: 20/03/13 18:14:46 Fine registrazione: 20/03/13 18:26:46

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00". Analizzato 94% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

Lisciamento: 10%

### RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at  $4.22 \pm 0.41$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

