



REGIONE VENETO



COMUNE DI MAROSTICA



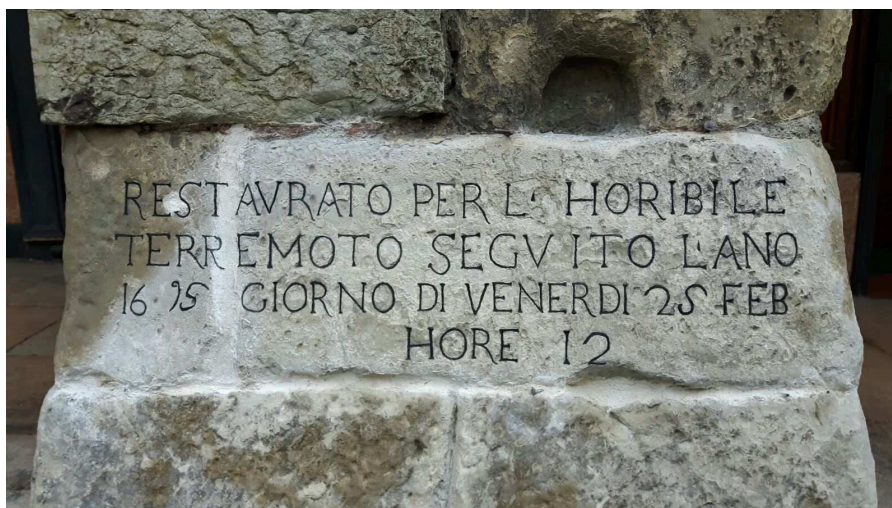
PROVINCIA DI VICENZA

# PRC - Piano Regolatore Comunale

Articolo 12 Legge Regionale 23 aprile 2004, n° 11

## PI - Piano degli Interventi

Articoli 17 e 18 Legge Regionale 23 aprile 2004, n° 11  
Articolo 7, Legge Regionale 27 aprile 2015, n.4



Lapide posta a ricordo del terremoto di Santa Costanza – 25 febbraio 1695 in Asolo



36025 NOVENTA VICENTINA (VI)  
3032 FIESSO D'ARTICO (VE)  
45021 BADIA POLESINE (RO)  
vox 0425 59.48.42  
web site: [www.hgeo.it](http://www.hgeo.it)  
email: [hgeo@hgeo.it](mailto:hgeo@hgeo.it)



Baratto Filippo  
geologo

Studio di Microzonazione sismica delle aree urbanizzate o interessate da possibile futura urbanizzazione

Data: Luglio 2022

Cod. 1094-22 E

Rev. 00



## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA E SCOPO</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>PIANIFICAZIONE COMUNALE</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>OBIETTIVI E CONTENUTI</b>	<b>2</b>
<b>SEZIONE GEOLOGICA</b>		
<b>4</b>	<b>INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO COMUNALE</b>	<b>3</b>
<b>5</b>	<b>CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI</b>	<b>4</b>
5.1	ASSETTO E LITOLOGIE PREQUATERNARIE	5
5.1.1	LITOLOGIE PRE-QUATERNARIE	6
5.2	ASSETTO E LITOLOGIE QUATERNARIE	8
5.2.1	LITOLOGIE QUATERNARIE	9
5.3	GEOMORFOLOGIA	12
5.4	IDROGEOLOGIA	13
5.4.1	RETE IDRICA SUPERFICIALE	13
5.4.2	ASSETTO IDROGEOLOGICO	15
<b>SEZIONE TETTONICO-SISMICA</b>		
<b>6</b>	<b>CARATTERI SISMO-TETTONICI DEL TERRITORIO</b>	<b>18</b>
6.1	CENNI DI TETTONICA DELL'AREA	18
6.2.1	NEOTETTONICA - SORGENTI ATTIVE	23
6.1	SORGENTI SISMOGENETICHE	24
6.2	FAGLIE ATTIVE E CAPACI	26
<b>SEZIONE MICROZONAZIONE SISMICA</b>		
<b>7</b>	<b>PROCEDURE NORMATIVE</b>	<b>36</b>
<b>8</b>	<b>SINTESI DEGLI ELABORATI APPROVATI</b>	<b>39</b>
8.1	CARTA DELLE INDAGINI	39
8.2	CARTA GEOLOGICO-TECNICA (CGT)	40
8.3	CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)	41
<b>9</b>	<b>PRECISAZIONI PRELIMINARI</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>ATTIVITA' SVOLTA IN SITU E IN STUDIO</b>	<b>42</b>
10.1	INDAGINI NUOVE	42
10.2	ANALISI DEGLI ELABORATI	43
10.3	CARTA DELLE INDAGINI AGGIORNATA (CI)	44
10.4	CARTA GEOLOGICO-TECNICA AGGIORNATA (CGT)	46
<b>11</b>	<b>"SPECIFICITA' SISMICHE" DEL TERRITORIO</b>	<b>46</b>
11.1	ZONE STABILI	46
11.1.1	ZONE STABILI NON SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA	46
11.1.2	ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA	47
11.2	ZONE INSTABILI PER AZIONE SISMICA	50
11.2.1	AREE SOGGETTE A LIQUEFAZIONE	50
11.2.1	FAGLIE ATTIVE E CAPACI	53
<b>12</b>	<b>METODOLOGIE D'ELABORAZIONE E RISULTATI</b>	<b>55</b>
12.1	AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA	55
12.2	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	60
12.2.1	VALUTAZIONI PER LE SCARPATE	61
12.2.2	VALUTAZIONI PER CRESTA ROCCIOSA O COCUZZOLO	64
12.2.3	INSTABILITA' DI VERSANTE	67
12.2.4	ZONA DI FONDOVALLE	69
<b>13</b>	<b>VALUTAZIONI DI 3° LIVELLO - RISPOSTA SISMICA LOCALE</b>	<b>71</b>
13.1.1	GENERALITA'	71
13.1.2	VALLE DI VALLONARA	73
13.1.3	VALLE TRA MIESA E COSTADOLO	75

13.1.4 ZONA CON CAVITÀ SOTTERRANEE .....	77
13.2 ESTENSIONE DELLE VALUTAZIONI DA INDAGINI IN SITU .....	78
13.3 SOTTOSUOLO E FREQUENZE .....	79
13.4 FREQUENZA E STRUTTURE .....	81
13.5 CALCOLO E MAPPATURA DELLA POSSIBILE LIQUEFAZIONE.....	82
13.5.1 INDAGINI GEOFISICHE .....	87
13.5.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	90
13.5.3 ANALISI DI LABORATORIO .....	94
13.5.4 SINTESI DEI RISULTATI.....	96
13.6 VALUTAZIONI PER LE FAGLIE CLASSIFICATE "FAC" .....	97
13.6.1 RISULTATI DELLE VERIFICHE FAC.....	98
<b>14 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE.....</b>	<b>101</b>
<b>15 CARTE TEMATICHE MS DI 2° E 3° LIVELLO .....</b>	<b>102</b>
15.1 CARTA MS - STIMA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE ICMS .....	103
<b>17 RACCOMANDAZIONI PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA .....</b>	<b>109</b>
17.1 AREE STABILI SUSCETTIBILI AD AMPLIFICAZIONE SISMICA - GENERALITA' .....	109
17.2 CLASSI D'USO EDILIZIO IN AREE STABILI (AMPLIFICABILI O MENO).....	110
17.3 AREE INSTABILI.....	112
17.3.1 ZONE D'ATTENZIONE PER FRANE SISMOINDOTTE $Z_{AFR}$ .....	113
17.3.2 ZONE D'ATTENZIONE PER CEDIMENTI DIFFERENZIALI $Z_{AID}$ .....	117
17.3.3 ZONE D'ATTENZIONE PER LIQUEFAZIONE - $Z_{ALQ}$ .....	117
17.3.4 ZONE D'ATTENZIONE PER FAGLIA ATTIVA E CAPACE - $Z_{AFAC}$ .....	121
<b>18 CONCLUSIONI .....</b>	<b>126</b>

**ALLEGATI:** **D** = Prove penetrometriche DPSH; **E** = ERT; **L** = Analisi Laboratorio; **M** = MASW; **P** = Pozzi ISPRA.  
**CARTE:** Carta Indagini aggiornata (**CI**); Carta di Microzonazione (**MS**).



## 1 PREMESSA E SCOPO

La presente Relazione viene prodotta ai sensi delle vigenti disposizioni regionali in materia di Microzonazione sismica di supporto allo strumento di pianificazione urbanistica del Comune di Marostica (VI).

In particolare, si valutano i possibili effetti sul suolo per gli interventi che prevedono modifiche d'uso del territorio e/o variazioni di carichi edilizi sul suolo. Pertanto, si analizzano e si elaborano gli effetti e le soluzioni per siti, sulla base delle indicazioni di Piano ricevute.

Le analisi tengono conto delle prescrizioni dettate dalla Delibera della Giunta n. 1572/2013.

Con la DGR 1572/2013, la Regione Veneto ha ritenuto di integrare la documentazione da allegare alla pianificazione urbanistica con lo "studio di Microzonazione sismica", il quale deve fornire un supporto sulle modalità costruttive degli interventi, in modo da garantire un'adeguata sicurezza degli insediamenti e delle infrastrutture, divenendone uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato.

A questa sono seguite ulteriori Deliberazioni regionali atte a chiarire e/o a definire le azioni da seguire negli studi di microzonazione sismica. In sintesi sono : DGR n. 1389/2018, DGR n. 950/2019, DGR n. 899/2019, DGR n. 939/2021, alle quali si rimanda per una loro esaustiva lettura.

Si rammenta, che codesto Comune ha prodotto ed approvato dagli Enti competenti lo studio di Microzonazione sismica di 1° Livello e di 2° Livello, secondo le prescrizioni allora vigenti.

## 2 PIANIFICAZIONE COMUNALE

L'Amministrazione comunale di Marostica a seguito dell'entrata in vigore della DGR n. 655/2012 finalizzata a finanziare gli studi di microzonazione sismica comunale, ma anche gli interventi strutturali di rafforzamento locale o di miglioramento sismico relativo a costruzioni pubbliche e private, come da O.P.C.M. 4007 del 29 febbraio 2012, ha prodotto lo studio di Microzonazione di 1° Livello nonché l'Analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano in territorio comunale.

Gli accordi contrattuali con il Comune avevano previsto anche una estensione al 2° Livello, seppure non completa e adeguata alle normative allora vigenti e pur non necessario per le finalità di finanziamento e di conoscenza richieste dalle citate DGR 655/2012.

Gli elaborati dello studio di Microzonazione sismica e delle Analisi CLE sono stati approvati con Delibera Commissariale n.9 del 03/05/2013

Quindi, per non ripetere pedissequamente quanto già fatto e scritto, nei lavori precedenti, si rimanda alla lettura degli stessi.

La valutazione di congruità sismica del territorio non sostituisce ulteriori studi e atti istruttori di qualunque tipo richiesti al soggetto promotore dalla normativa statale e regionale, in quanto applicabili.

*Infine, si sottolinea che codesto scritto illustra i risultati del 2° Livello e 3° Livello, ove necessario, che fa parte del contratto con l'Amministrazione comunale ed è localizzato soprattutto nelle aree dell'edificato l.s., come ampiamente indicato nella normativa regionale citata sopra.*

### **3 OBIETTIVI E CONTENUTI**

Gli interventi che verranno apportati in ambito comunale durante le azioni di piano urbanistico interesseranno l'ambito residenziale e dei servizi sia come ampliamento, sia come nuova edificazione, sia come modifica normativa di zonizzazione urbanistica. Si rimanda, comunque, alla Relazione tecnica del Pianificatore.

Le valutazioni sismiche facenti parte di codesto scritto e di seguito illustrate seguono quanto disposto dalle Delibere e Circolari regionali sopra elencate.

## SEZIONE GEOLOGIA

### 4 INQUADRAMENTO DEL TERRITORIO COMUNALE

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 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 **Figura 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.

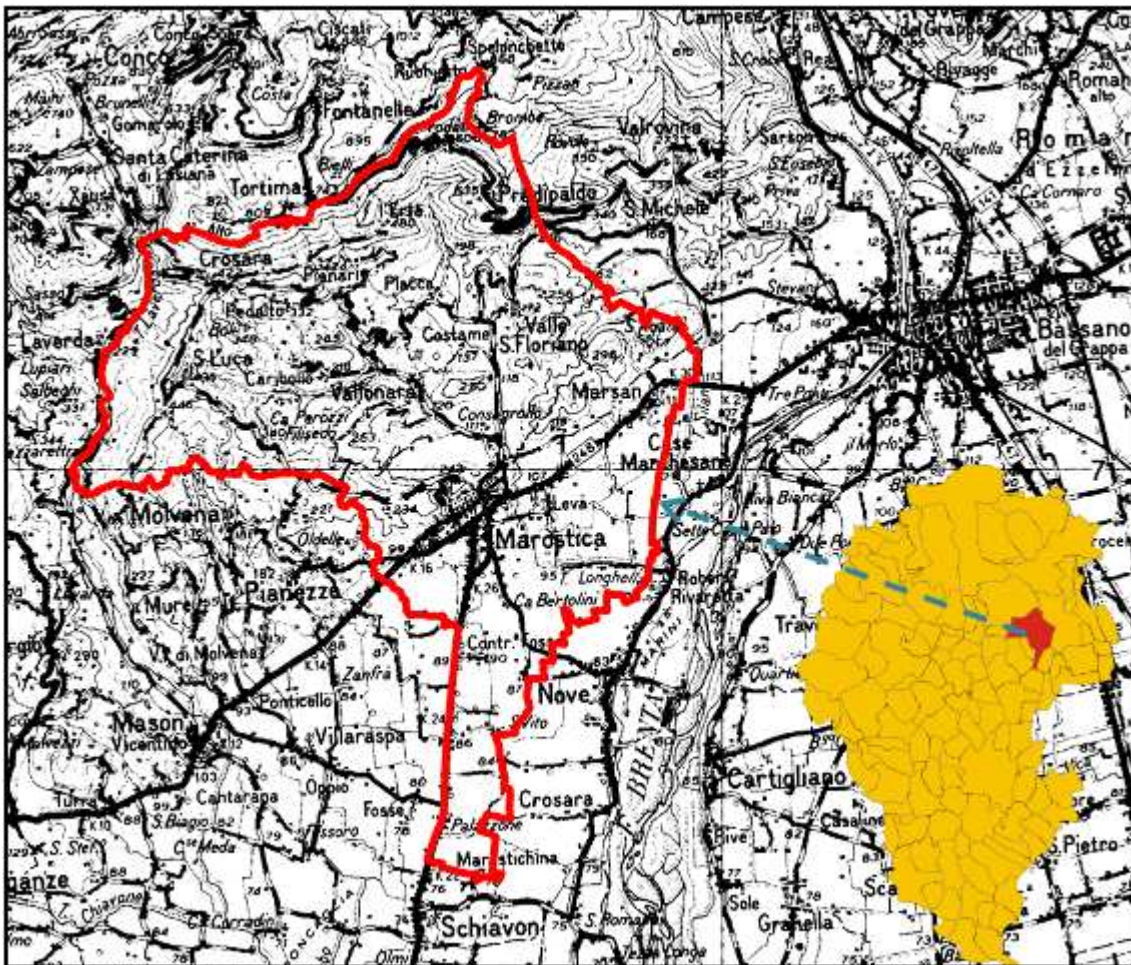


Figura 1. Territorio comunale in studio

## 5 CONDIZIONI GEOLOGICHE LOCALI

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. Si tratta di due settori morfologici ben definiti:

1. il settore montano, appartiene alle Prealpi venete ed è un'area con asse a direzione ~WSW÷ENE. Appartiene alla scarpata tettonica meridionale comprendente il tratto del versante che borda a Sud l'Altopiano dei Sette Comuni ad Est della Val Canaglia. Dal punto di vista morfo-tettonico esso corrisponde al fianco meridionale della grande anticlinale asimmetrica (piega a ginocchio Schio-Bassano), che borda a Sud l'altopiano. In particolare. Le formazioni rocciose che affiorano nell'area di Marostica 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. Si tratta delle formazioni di ambiente marino depositate nella porzione centro-orientale della struttura denominata "Piattaforma di Trento" o "Piattaforma veneta" o "Piattaforma atesina". Tale piattaforma, larga circa 80-90 Km e lunga circa 200-230 km, è delimitata a Nord dalla Linea tettonica della Pusteria e la sua prosecuzione meridionale

arriva sotto la Pianura Padana fino all'area modenese. Essa è afferente al margine continentale della Placca Adriatica.

2. il settore pianeggiante del Comune caratterizza il territorio meridionale di Marostica e fa parte della porzione orientale della Pianura Padana. Nello specifico, esso si trova tra la Pianura Veneto-Friulana formata dai megafan del Brenta, del Piave, del Tagliamento, di Cormor, del Torre, dell'Isonzo e di conoidi minori (Fontana et al., in stampa), a NE, e la Pianura Padana a Sud e ad Ovest (MURST, 1997). Lo strato più superficiale della Pianura Padano-Atesina si è formata nel corso dell'Olocene superiore grazie all'attività di sedimentazione del F. Adige, del Tartaro e del Po (Castiglioni, 1999). La configurazione del territorio attualmente osservabile fu assunta alla fine della glaciazione rissiana, ma soprattutto dopo l'ultima glaciazione (Würm), quando la linea di costa arrivava alle latitudini della città di Ancona, a partire da 11500 anni BP, il livello marino si innalzò portandosi agli attuali livelli, facendo retrogradare l'intero sistema costiero ed inducendo un'aggradazione dei vari sistemi fluviali, almeno sino a 5÷6000 anni BP.

Per una descrizione più approfondita si rimanda alla Relazione geologica del PAT, dove è ben sviluppata la cronologia geologica dell'area.

## 5.1 ASSETTO E LITOLOGIE PREQUATERNARIE

Caratterizzano l'area montuosa. Come detto si tratta di un'area con asse a direzione EstNordEst - OvestSudOvest a morfologia ondulata. Tale assetto è legato ai disturbi tettonici, che hanno condizionato le giaciture del substrato roccioso e al grado di erosione dei terreni, legata alla composizione litologica degli stessi. I rilievi marosticensi sono caratterizzati da formazioni rocciose con età compresa tra il Giurassico superiore e il Miocene, in successione rovesciata a causa del sistema anticlinale-sinclinale della Flessura pedemontana. I terreni più antichi, dal Rosso Ammonitico (Giurassico superiore) al Biancone (Cretaceo inf.) e alla Scaglia Rossa (Cretaceo sup.), affiorano a partire dal confine comunale settentrionale, zona "Spelonchette" e zona "Prialunga", procedendo verso Sud fino all'altezza degli abitati di Crosara e Pradipaldo. Essi costituiscono il fianco di monte, fortemente inclinato, della sinclinale che sta a valle del sovrascorrimento di Caltrano (Flessura pedemontana).

Procedendo verso Sud ci si sposta verso il nucleo della sinclinale e quindi si attraversano terreni sempre più recenti a partire dalle marne eoceniche, seguite da calcareniti intercalate a marne e calcari nummulitici (Calcareniti di Monte Gaggion e Formazione di Pradelgiglio) dell'Eocene medio-superiore, a cui segue un complesso di marne, arenarie, calcareniti e talora livelletti conglomeratici (Formazione di Calvene), seguito da depositi sedimentari (marne, arenarie marnose e calcari) intercalati a vulcaniti basiche (Formazione di Salcedo), ricoperti da biocalcareni arenacee e siltiti marnose (Formazione di Lonedo) - **Figura 2**.

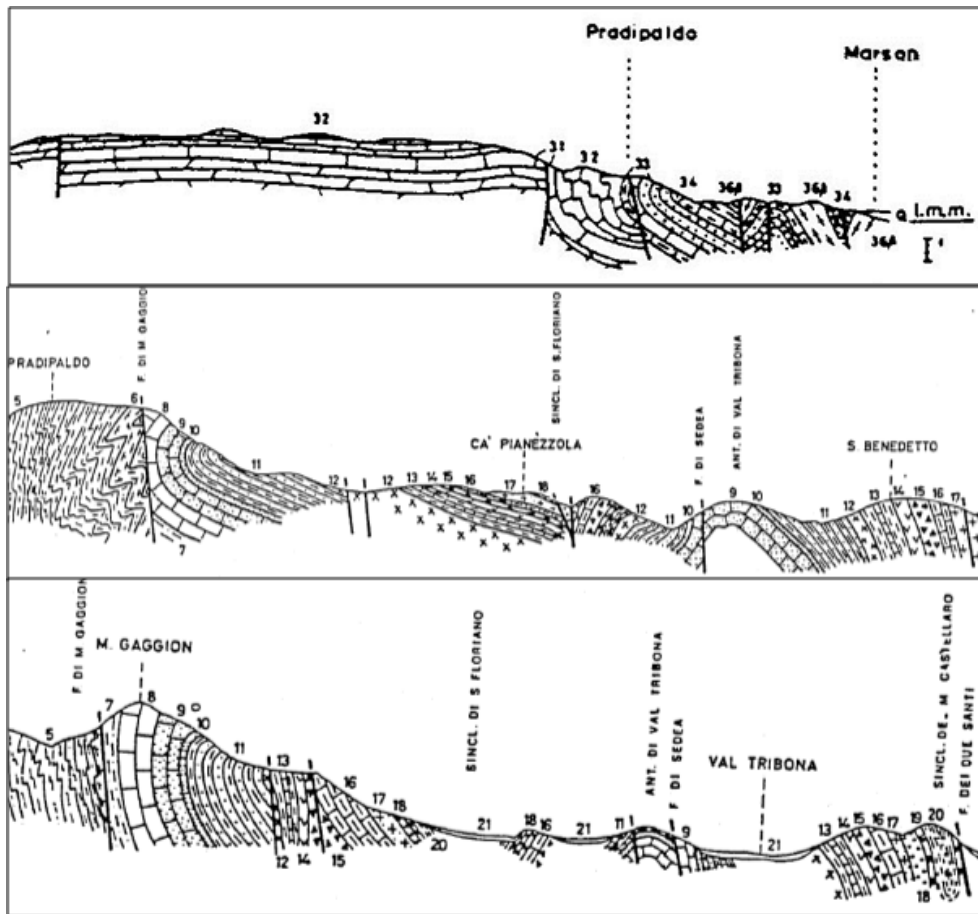


Figura 2. Sezioni geologiche dei rilievi a Marostica (da Castellarin)

Il complesso Eocenico-Miocenico affiora e subaffiora tra l'allineamento Crosara-Pradipaldo a Nord e l'allineamento Contrada Roveredo alto-Castello superiore-Contrà Tonioli a Sud. I terreni miocenici sono gli ultimi rinvenuti nella zona di Marostica poiché l'area è successivamente soggetta ad emersione e quindi si passa da ambiente marino ad ambiente continentale. Con l'emersione dell'area inizia la fase di alterazione ed erosione superficiale e la formazione di varie tipologie di depositi sciolti. Quelli che sono rinvenibili attualmente sui rilievi sono i depositi sciolti del Quaternario, in quanto quelli più antichi si conservano con difficoltà a causa dell'azione erosiva delle acque superficiali.

### 5.1.1 LITOLOGIE PRE-QUATERNARIE

Le formazioni geologiche rinvenute localmente, dalla più antica alla più recente, ossia comprese tra circa 195 Milioni di anni e 22 Milioni di anni, sono: *Calcarei 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.).

- **Calcarei 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.
- **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.
- **Calcareniti di Monte Gaggione:** 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 *Calcare 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.
- **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.

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

La consultazione di svariata bibliografia inerente le formazioni locali fa emergere, talora, una certa incertezza nel segnare i limiti formazionali data la similitudine litologica. Anche la fitta suddivisione in varie formazioni locali ha portato talora alla duplicità di nomi per la stessa formazione (vedi ad esempio Formazione di Pradelgiglio e Calcarea di Santa Giustina<sup>1</sup>).

Nella carta litologica che verrà descritta di seguito la classificazione si basa, come da direttive regionali, sui tipi litologici e quindi saranno accorpate varie formazioni.

## 5.2 ASSETTO E LITOLOGIE QUATERNARIE

I depositi quaternari che coprono i rilievi marosticani sono distinguibili in coltri eluviali-colluviali, legate all'alterazione superficiale delle litologie, in depositi alluvionali di fondovalle, legati al trasporto da parte delle acque superficiali e in materiale detritico di falda che si deposita in seguito all'alterazione delle litologie alla base dei pendii.

La porzione sud del Comune si trova allo sbocco dei rilievi marosticensi e comprende una porzione dell'*alta pianura veneta*, caratterizzata da depositi sciolti che hanno ricoperto il substrato roccioso. Tali depositi sono il risultato del progressivo colmamento nelle varie epoche del bacino padano, interposto tra la catena Alpina a Nord e la catena appenninica a Sud.

Con l'emersione in seguito alle fasi orogenetiche, l'area Alpina, tettonicamente attiva, ha cominciato a fornire grandi volumi di materiale detritico trasportato verso valle dai torrenti e dalle aste fluviali che iniziarono a incidere le terre emerse nelle varie ere glaciali. Alla base dei rilievi si formano così una serie di coni detritici, coincidenti con altrettanti corsi d'acqua. Poiché con l'alternarsi delle varie fasi glaciali e interglaciali, la portata di questi fiumi varia notevolmente, si hanno ripetute divagazioni del corso d'acqua, così che i sedimenti vengono depositati in un'area

---

<sup>1</sup> The Priabonian platform of the Venetian Prealps in the «flessura pedemontana» (southern Altopiano di Asiago and southern Monte Grappa Massif, Northern Italy): a case history of confused lithostratigraphic nomenclature



molto vasta nell'intorno dell'asta fluviale, fino ad avere l'interdigitazione tra un cono e l'altro. Nell'area vicentina il corso d'acqua principale che ha trasportato a valle i depositi sciolti è il fiume Brenta. Il Brenta ha dato luogo nel pleistocene al megafan di Bassano, ossia ad un cono caratterizzato da ghiaie e ciottoli in matrice sabbioso-limosa su cui nell'Olocene si sono imposti depositi alluvionali dello stesso Brenta con apporti del Bacchiglione.

Nell'area di Marostica i depositi del Brenta si rinvencono superficialmente nella fascia sudorientale.

Nell'area centrale, in corrispondenza dell'abitato di Marostica stesso, invece i depositi del Brenta sono sottoposti ai depositi di conoidi torrentizio e ai depositi alluvionali più recenti provenienti entrambi dai corsi d'acqua uscenti dalle colline a monte del capoluogo.

Ciò è stato possibile poiché il Brenta, terminata la fase fluvioglaciale, è migrato progressivamente verso est fino all'attuale corso.

Sin d'ora sono stati descritti gli ambienti deposizionali sia delle formazioni rocciose che dei terreni sciolti che caratterizzano l'area marosticana. Di seguito si dà una descrizione dettagliata della composizione e dell'aspetto di tali terreni.

### 5.2.1 LITOLOGIE QUATERNARIE

Le litologie quaternarie comprendono tutti i depositi sciolti presenti nel territorio comunale. I depositi più significativi per spessore ed estensione si rinvencono 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 rinvengono 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 alluvioni.

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. Depositi 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 marosticensi dato il locale carattere di erodibilità delle litologie del substrato, ma sono cartografati solo quelli più significativi.







### 5.3 GEOMORFOLOGIA

Il Comune di Marostica si estende per la sua porzione settentrionale sul fianco meridionale dei rilievi prealpini vicentini, alla base dell'Altopiano dei Sette Comuni, e per la sua porzione meridionale nell'alta pianura vicentina, delimitata ad Est dall'alveo del Brenta ed ad Ovest dalla valle dell'Astico.

Esso risulta caratterizzato, dal punto di vista morfologico, da due ambiti peculiari e nettamente distinti, non solo dal punto di vista altimetrico, ma anche sotto il profilo morfologico:

- *l'area montana e pedemontana*
- *le aree di fondovalle e della pianura alluvionale*

L'altimetria del territorio comunale oscilla tra quote minime di circa 74 m s.l.m., individuate nella porzione meridionale del Comune, e quote massime di 850 m s.l.m., coincidenti con l'angolo NE del Comune. La **Figura 4** riporta il modello digitale del terreno realizzato dalla Regione Veneto, da cui è stata estratta la zona comunale.

L'analisi di tale modello mostra la zona di pianura con quote che degradano regolarmente verso Sud. In corrispondenza dell'abitato di Marostica si nota una zona in rilievo rispetto alle aree circostanti con forma di ventaglio, che corrisponde al cono detritico del torrente Longhella che esce dalla fascia collinare. I colori più chiari ben evidenziano anche la zona di fondovalle all'interno delle colline, corrispondente agli alvei dei torrenti Longhella e La Valletta e ai numerosi solchi torrentizi affluenti, disposti a raggera, che vanno a costituire la conca marosticana delimitata dalle dorsali circostanti.

Sul lato occidentale si nota una dorsale a forma di lambda che corrisponde all'allineamento C. Salvego-San Luca-Crosara e alla sua ramificazione Colpi Pivotti-Cima d'Agù. Sul lato orientale la dorsale che sale dalla zona di San Benedetto fino a Pradipaldo è meno definita rispetto ai rilievi circostanti.

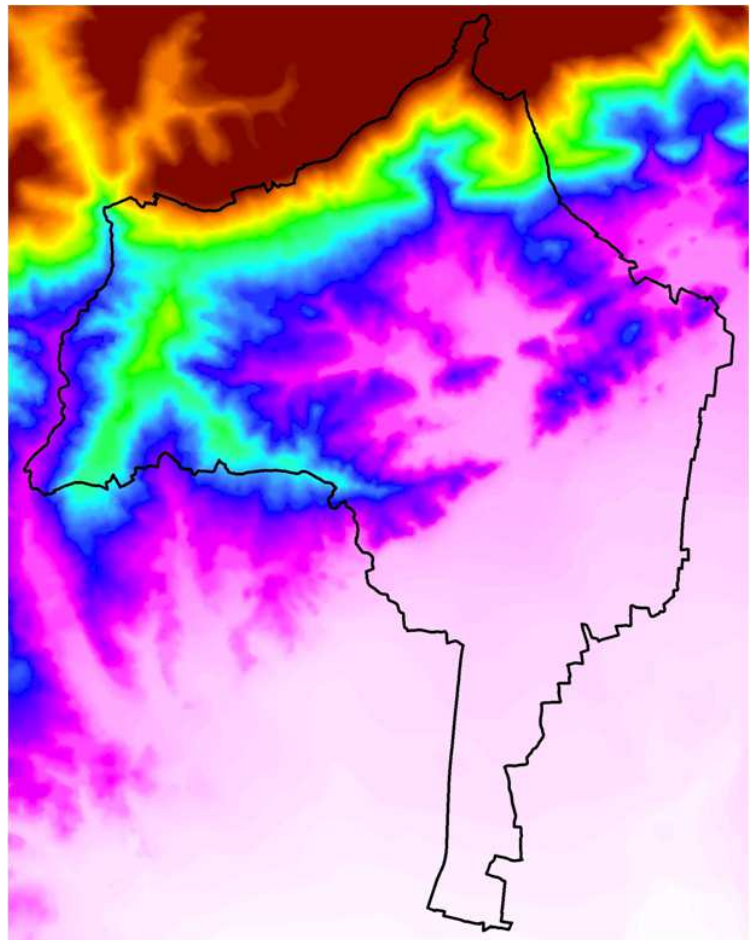


Figura 4. Modello digitale di Marostica (estratto da:  
c0103010\_DTM25 del QC del P.A.T.)

L'analisi di questo modello mette inoltre in luce l'allineamento in direzione ENE-WSW di vari elementi topografici quali il limite pianura-collina, la dorsale alle spalle dell'abitato di Marostica da Contrada Roveredo Alto a Monte Glosò, la linea di colline da Costalunga al Monte Miesa a Monte Costadolo a Sedea, l'allineamento del versante che corona a Nord il territorio comunale da loc. Cassoni a Contrà Fodati e Pozza. Questa direzione di allineamento indica come l'assetto tettonico, impresso sui terreni che costituiscono i rilievi locali e condizionando anche lo sviluppo dell'idrografia, ha svolto un ruolo fondamentale e ben visibile per la morfologia dell'area.

L'area montana e pedemontana è caratterizzata da un aspetto morfologico piuttosto articolato per la presenza di "stili morfologici" distinti, in funzione della natura litologica e del diverso grado di compattezza dei litotipi, nonché delle condizioni strutturali e tettoniche. Le forme dei rilievi, nel complesso, presentano pendii molto ripidi, talora frastagliati, solcati da un insieme di vallecòle. Più dolci sono i versanti in corrispondenza dei litotipi più teneri erodibili ed alterati (rocce arenacee e marne).

La pianura alluvionale rappresenta l'ambito meno esteso del territorio comunale. Essa non presenta particolari geomorfologici rilevanti. Essa appare, nel complesso, appiattita e priva di processi di incisione ed erosione vecchi o attuali.

Tra i due domini esiste, poi una fascia con altimetria intermedia costituita dalle conoidi e dai depositi di versante pedemontani.

## 5.4 IDROGEOLOGIA

### 5.4.1 RETE IDRICA SUPERFICIALE

Il territorio comunale di Marostica appartiene al bacino idrografico del fiume Brenta. L'area è caratterizzata da alcuni corsi d'acqua naturali e da una rete artificiale di canali e scoli consorziali.

#### **Figura 5.**

I principali corsi d'acqua hanno direzione generale da Nord verso Sud. Anche i canali artificiali principali hanno sviluppo Nord-Sud mentre i canali secondari hanno direzione Est-Ovest perché hanno il compito di derivare le acque dalla rete superiore e distribuirla in maniera più capillare sul territorio.

I torrenti che interessano il Comune sono:

1. Torrente Laverda che delimita ad Ovest il territorio di Marostica, fungendo da confine, e raccoglie le acque dei solchi torrentizi del fianco ovest della dorsale Crosara-San Luca-Guizze.
2. Torrente Lavacile che delimita la parte collinare del Comune verso Est, fungendo in parte da confine e raccoglie le acque dei solchi torrentizi che scendono dal versante orientale dell'allineamento Pradipaldo-Marchetti-Sedeà-Monte Glosò.
3. Torrente Longhella si sviluppa da Monte Casello fino a Ponte Campana con andamento NW-SE nel cuore delle colline marosticane e raccoglie le acque temporanee dei numerosi solchi torrentizi che scendono dalla Val d'Inverno e dalla Val del Costolo. A Ponte Campana riceve

anche le acque del torrente La Valletta e procede con andamento N-S verso la pianura. A sud della loc. Levà di sotto è incanalato artificialmente verso Est e mantiene la direzione E-W fino al confine orientale con il Comune di Nove

4. La Valletta, si sviluppa con direzione N-S da Valle San Floriano fino a Ponte Campana, dove si immette nel torrente Longhella. Esso raccoglie le acque temporanee dei numerosi solchi torrentizi che scendono dalla Valle dei Molini e dalla Val degli Speroni.

Oltre a questi corsi d'acqua principali il territorio è solcato da un fitto reticolo di solchi torrentizi secondari, a sviluppo limitato, che si immettono nella rete primaria. Le portate dei vari corsi d'acqua sono modeste e discontinue.

I canali principali della zona di Pianura, procedendo da Ovest verso Est sono i seguenti: Scolo Via Gobbe, Roggia Marosticana, Scolo Torresino, Bocchetto acquedotto e torrente Silanello. Essi hanno varie diramazioni che mantengono tuttavia lo stesso nome. Il loro sviluppo è Nord-Sud. Altro elemento della rete irrigua è la *condotta pluvirrigua destra alta Brenta*, che attraversa il territorio di Marostica all'altezza di Contrada Fosse con andamento ENE-WSW.

Tutti i canali principali di pianura assieme alla rete minore, ed i relativi bacini, ricadono nel Comprensorio di Bonifica Pedemontano Brenta.

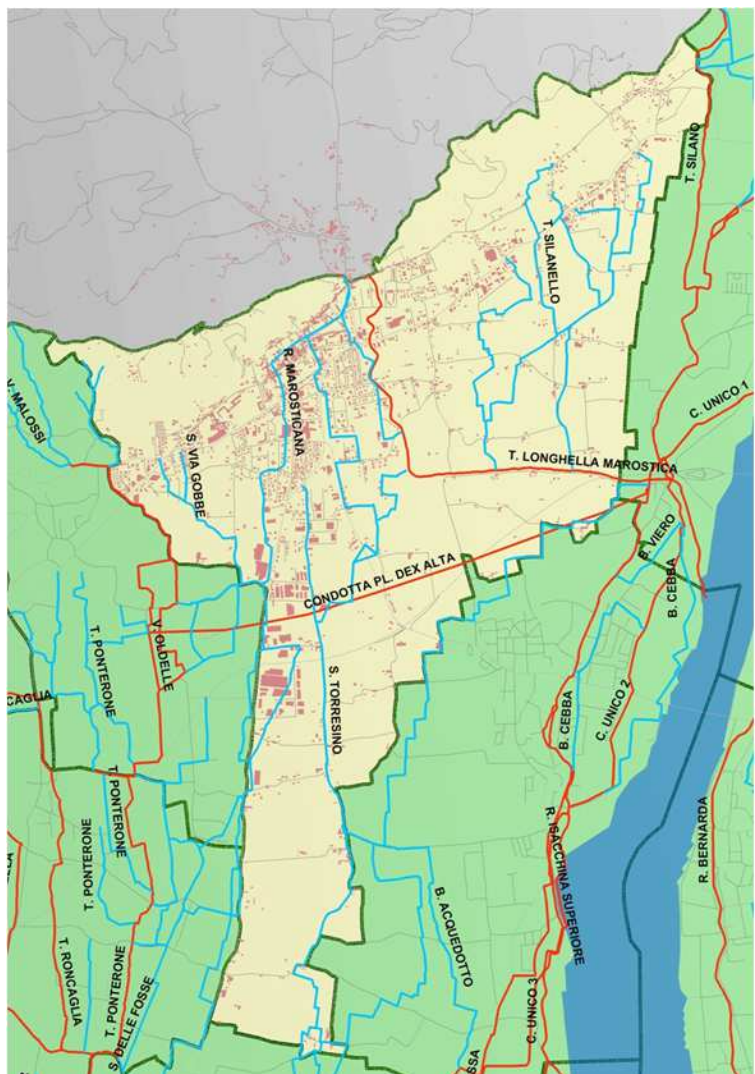


Figura 5. Rete consorziale in ambito comunale

#### 5.4.2 ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il territorio del Comune di Marostica è situato lungo il fianco meridionale dell'altopiano di Asiago. Tale altopiano è caratterizzato da un massiccio calcareo-dolomitico carsico che costituisce un vasto serbatoio acquifero i cui punti di sbocco sono tuttavia quasi esclusivamente ubicati alla base orientale, lungo l'alveo del Fiume Brenta.

Data l'elevatissima permeabilità delle rocce carsiche, le precipitazioni che cadono sull'Altopiano vengono quasi totalmente assorbite all'interno del massiccio calcareo-dolomitico e dopo un primo cammino principalmente verticale, raggiungono la zona della cosiddetta "acqua di fondo" e da qui vanno ad alimentare le emergenze idriche nella zona all'incirca tra Valstagna e Bassano del Grappa. Il carattere carsico delle rocce dell'Altopiano, che convoglia in maniera rapidissima le acque piovane in profondità, ha impedito quindi che si creasse a monte dei rilievi di Marostica un importante acquifero che avrebbe potuto alimentare un considerevole livello di emergenze idriche.

Tra le litologie che affiorano nel territorio di Marostica la frazione calcarea dei Calcari Grigi, del Rosso Ammonitico, del Biancone, della Scaglia Rossa e dei membri calcarenitici delle formazioni terziarie presenta ammassi rocciosi che, se debitamente fratturati, possono fungere da serbatoi idrici e alimentare varie emergenze sorgentifere. I terreni calcareo-marnosi e argillosi, che sono poco permeabili o impermeabili, fungono da supporto all'accumulo delle acque sotterranee di infiltrazione nei serbatoi più calcarei e quindi contribuiscono alla loro emersione come sorgenti.

La zona dei rilievi di Marostica è punteggiata da varie sorgenti di portata modesta. L'entità della portata dipende dalle dimensioni dell'acquifero che la alimenta e ciò significa che i vari serbatoi acquiferi del territorio di Marostica sono di estensione contenuta. Si parla di tanti serbatoi diversificati poiché essi dipendono dalla tipologia di litologie che si trovano di volta in volta a contatto e che svolgono il ruolo rispettivamente di acquifero e di substrato impermeabile.

Le sorgenti identificate nell'ambito dello studio per il P.AT. sono 25: si tratta di emergenze dotate di opera di captazione. Esse sono distribuite nella fascia altimetrica tra i 125 m s.l.m. e 525 m s.l.m. Sei opere di captazione si trovano nella porzione comunale in sinistra del torrente La Valletta, mentre le restanti 19 sono ubicate in destra. Al momento del rilievo di marzo 2012, legato allo studio per il PAT, gran parte delle sorgenti sono risultate asciutte.

Oltre all'acquifero della zona collinare, sono presenti nel territorio di Marostica due acquiferi nel materasso alluvionale: un acquifero nel fondovalle dei torrenti Longhella e La Valletta e il potente acquifero dell'alta pianura vicentina.

L'acquifero di fondovalle è contenuto nei depositi ghiaioso-sabbiosi, intercalati a strati argillosi, che si sono depositati lungo le aste dei torrenti che scendono dalle colline marosticane. Tale materasso alluvionale ha uno spessore che arriva almeno a 25 m (vedi stratigrafia pozzo Barbola in all. 34). Tale acquifero sembra in continuità con quello della pianura a valle.

L'acquifero dell'alta pianura vicentina viene definito indifferenziato poiché risulta costituito da un unico acquifero, alloggiato nelle alluvioni dei conii torrentizi e megafan che escono dai rilievi prealpini. Tali alluvioni sono costituite da ciottoli e ghiaie subarrotondati immersi in matrice sabbiosa con lenti limo-argillose (**Figura 6**). Lo spessore di tali alluvioni nella zona centrorientale

della pianura di Marostica, vicino località Cà Boina, è di circa 60 m e supera i 70 m nella parte centrale della pianura dove le quote sono maggiori.

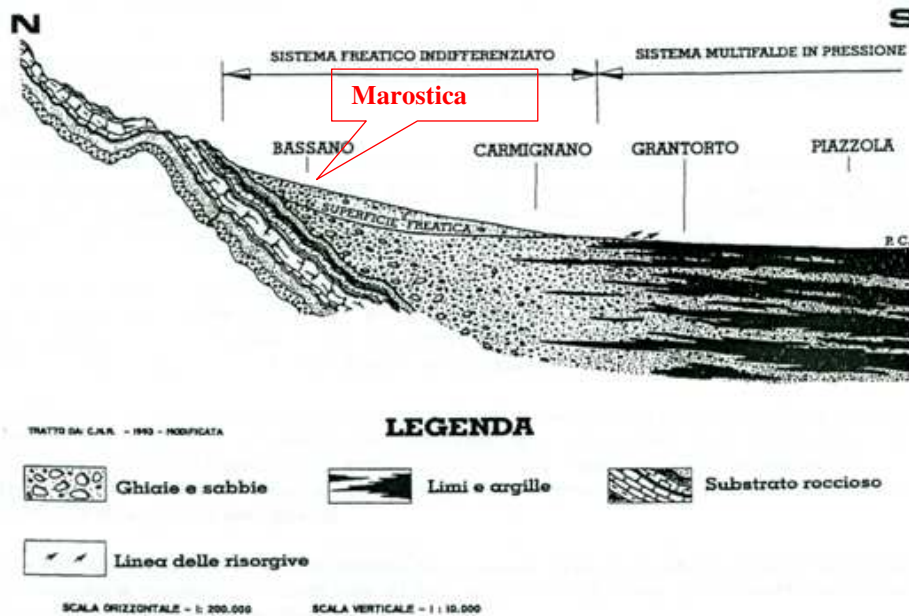


Figura 6. Sezione idrogeologica della pianura vicentina

Le alluvioni locali appartengono al megafan del fiume Brenta su cui si sono sovrapposte e/o interdigitate le alluvioni del conoide di Marostica, legato alle acque fluvioglaciali che uscivano in passato dalle attuali valli Longhella e La Valletta. L'acquifero di pianura presenta una falda libera o freatica, ossia la superficie della falda è in equilibrio con la pressione atmosferica; questo significa che le acque sotterranee non sono in pressione e che la zona satura d'acqua coincide con il livello della falda freatica misurato nei pozzi che la intercettano.

L'alimentazione del materasso alluvionale di pianura nell'area di Marostica è dovuto alle dispersioni di subalveo da parte del fiume Brenta e dei corsi d'acqua provenienti dai rilievi, all'aliquota d'infiltrazione delle precipitazioni e ai volumi irrigui. L'alimentazione da parte del Brenta è comprovata dal confronto tra le oscillazioni del livello freatico e le variazioni di portata del fiume che mostrano lo stesso regime e dalla direzione di deflusso delle acque sotterranee che è orientata sia in fase di magra che di morbida verso SudOvest. Il livello freatico locale è variabile in funzione della quota del piano campagna. Dai dati bibliografici e dai rilievi di campagna risulta che esso varia da alcuni metri di profondità fino a 10-30 m, mentre l'oscillazione stagionale è stimata in 5-6 m. Il gradiente locale medio oscilla da 2 a  $4 \times 10^{-3}$ .

Durante il rilievo del livello freatico effettuato per il PAT sono stati misurati 8 pozzi nella pianura a sud di Marostica di cui sette asciutti; il livello freatico nell'unico pozzo non asciutto giaceva ad una profondità di 16,55 m da p.c.

In Comune di Marostica sono presenti tre pozzi della rete regionale di monitoraggio della falda freatica. Si tratta dei pozzi delle stazioni con registrazione in automatico: n. 44 Casa Reginato, posto a Est dell'abitato di Marostica, in destra torrente Longhella (pozzo n. 10 della Carta Idrogeologica), con quota p.c. di 91,85 m s.l.m. e profondità di 30,4 metri; stazione n. 54



Scovazzolo, posto in loc. Marosteghina lungo il confine comunale sud (pozzo n. 6 della Carta Idrogeologica), con quota p.c. di 74.98 m s.l.m e profondità di 13.4 metri e la stazione n. 452, posta in Località Torresin a quota 82 m s.l.m. e profondità di 40 metri (pozzo n. 9 della Carta Idrogeologica ).

Di seguito si riprende la Carta Idrogeologica del PAT (**Figura 7**), utilizzata poi in “chiave sismica” per il fenomeno della Liquefazione.

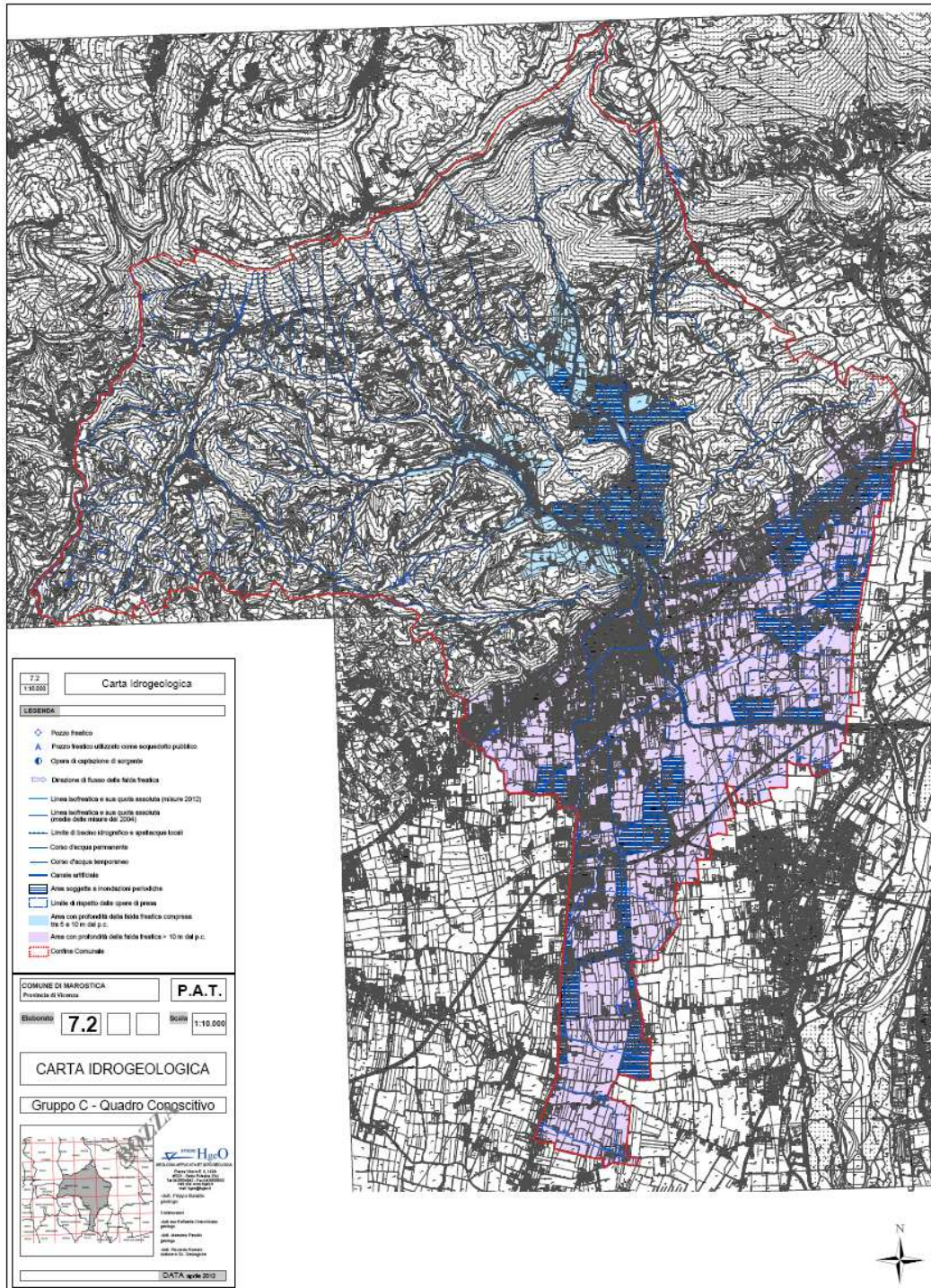


Figura 7. Carta Idrogeologica del PAT.

## SEZIONE TETTONICO-SISMICA

### 6 CARATTERI SISMO-TETTONICI DEL TERRITORIO

#### 6.1 CENNI DI TETTONICA DELL'AREA

La porzione montuosa del Comune di Marostica costituisce il fianco meridionale dell'Altopiano di Asiago. 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>2</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.

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.

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.

<sup>2</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"

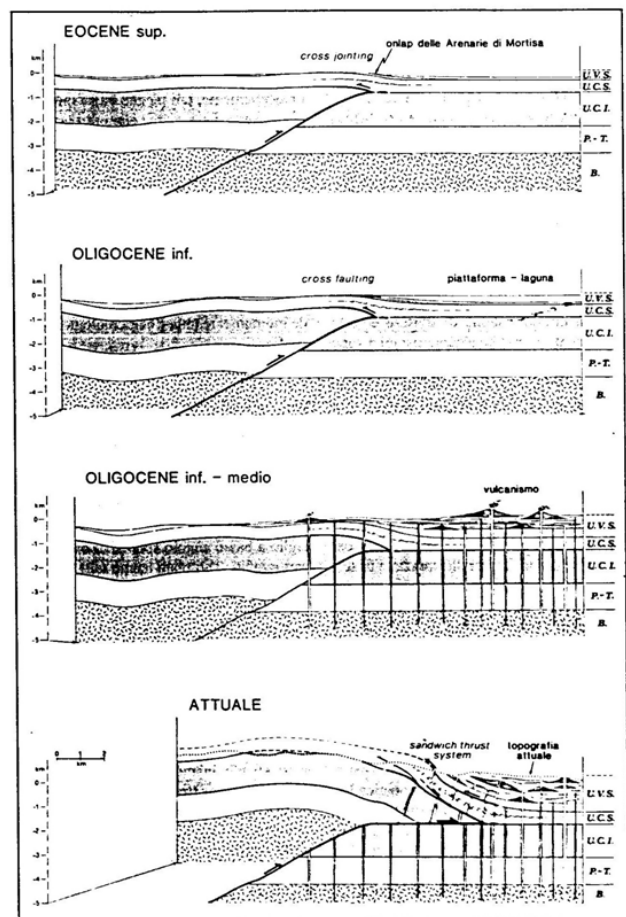
Nell'Unità carbonatica inferiore le strutture deformative sono di tipo fragile e sono quindi accompagnate da pieghe a largo raggio e intensa fratturazione. Nell'Unità carbonatica superiore invece le deformazioni sono di tipo duttile e quindi danno luogo a maggior numero di piegamenti ma a minor scala, 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 (Figura 8).

Figura 8. Evoluzione tettonica della Flessura pedemontana (tratto da *La flessura pedemontana del Veneto centrale: anticlinale di rampa a sviluppo bloccato da condotti vulcanici* - Caputo e Bosellini (1994))



Evoluzione tettonico-sedimentaria della Flessura Pedemontana dall'Eocene superiore ad oggi. Ad ogni stadio è stato verificato il bilancio areale delle sezioni. B) basamento cristallino, P-T) Permiano-Triassico, UC.I) Unità Carbonatica inferiore, UCS) Unità Carbonatica superiore, UVS) Unità Vulcano-Sedimentaria



## 6.2 DISTRETTO SISMICO

Il Veneto in un recente studio<sup>3</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. Viene definito distretto sismico “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	<i>Giudicarie (G)</i>	4	<i>Pedemontana Nord (PN)</i>	7	<i>Alto Bellunese-Dolomiti (B)</i>
2	<i>Lessini-Schio (L)</i>	5	<i>Alpago-Cansiglio (A)</i>	8	<i>Pianura Veneta Est (PVE)</i>
3	<b><i>Pedemontana Sud (PS)</i></b>	6	<i>Claut (C)</i>	9	<i>Pianura Veneta Ovest (PVO)</i>

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 (**Figura 9**).

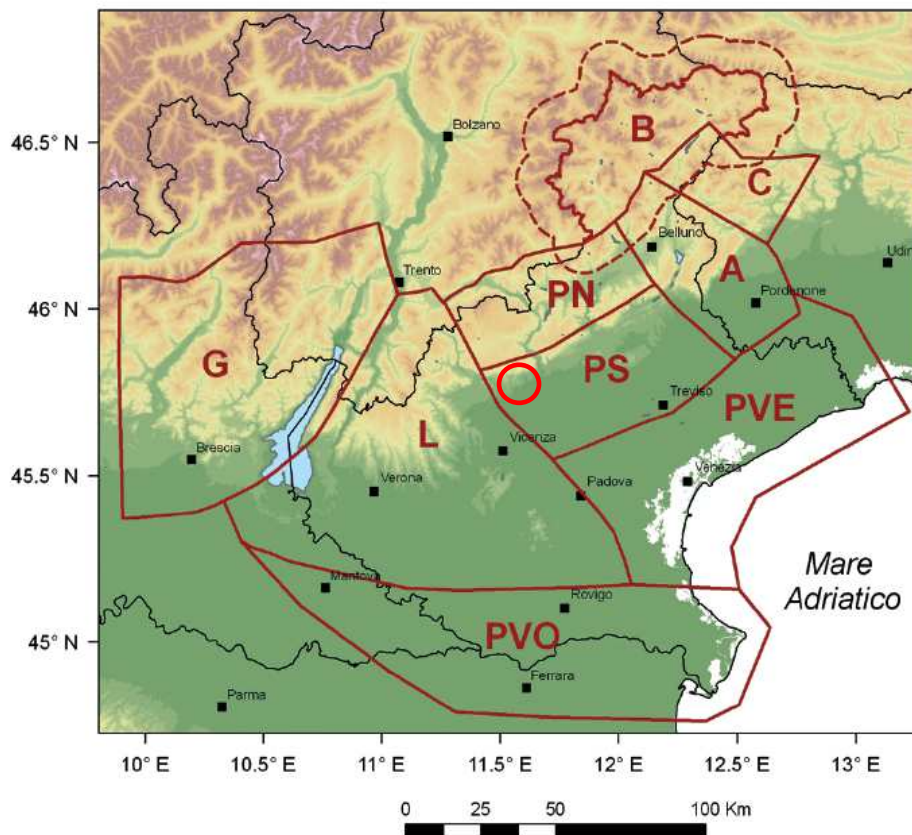


Figura 9 Distretti sismici del Veneto

<sup>3</sup> 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

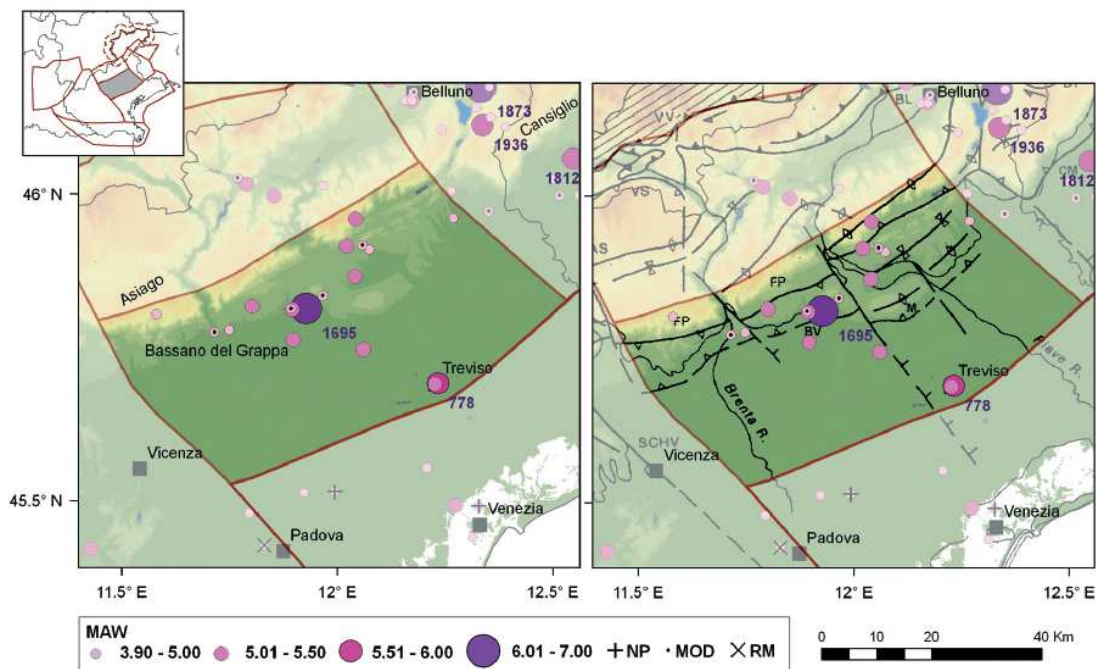
Questa regione comprende parte del fronte esterno Plio-Quaternario della Catena Sudalpina orientale, e si estende dall'altopiano di Asiago fino alla zona pedemontana del margine del Cansiglio.

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 (Poli et al., 2008); 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.

### 6.2.1 SIMICITA' STORICA DEL DISTRETTO

Il distretto Pedemontana Sud è una zona interessata storicamente da un evento distruttivo, e da numerosi eventi, che hanno superato la soglia del danno ( $I_0=VI$  MCS), documentati in modo abbastanza affidabile sin dal XIII secolo. Risale al 25 febbraio 1695 l'evento più energetico ( $I_0=IX-X$  MCS,  $MW=6,61$ ), la cui magnitudo derivata da dati macrosismici è comparabile ai massimi eventi registrati nell'area friulana a seguito del terremoto del 1976. Localizzato nell'asolano, l'evento ha raggiunto la soglia della distruzione coinvolgendo pesantemente l'area compresa tra Bassano del Grappa e Valdobbiadene.

Si veda la **Figura 10**.



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 *MW* riportata in CPTI Working Group (2004); i sovrassegni indicano eventi revisionati, rispettivamente come non parametrizzati 'NP', modificati 'MOD' o rimossi 'RM'.

Figura 10. Sismicità storica del Distretto PS

L'evento distruttivo risalente al 25 febbraio 1695 localizzato nella zona di Asolo 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  $M_w=5.37$ .

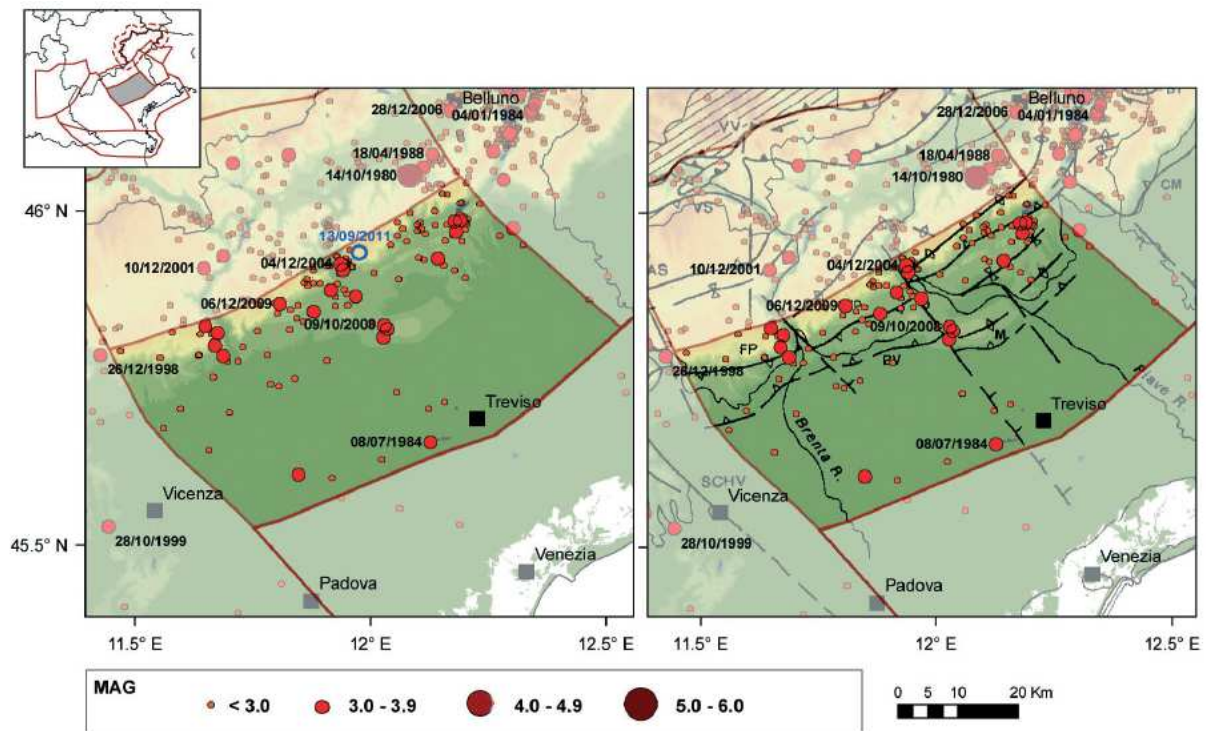
L'evento maggiore degli ultimi due secoli risale al 12 giugno 1836, con epicentro Bassano del Grappa, che ha raggiunto la soglia del danno significativo con  $I_0=VII-VIII$  MCS e  $M_w=5.48$ . Si ricordano inoltre una serie di eventi dannosi, riferiti alla seconda metà del XIX secolo.

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).

### 6.2.2 SISMICITA' STRUMENTALE DEL DISTRETTO

La sismicità registrata strumentalmente dal 1977 si presenta da bassa a moderata, con diversi eventi di magnitudo maggiore di 3, limite teorico della soglia di percezione, localizzati lungo la fascia esterna della catena alpina, nella zona della Flessura Pedemontana (FP) e del Montello (M). La magnitudo massima registrata nell'area fino al 2010 è  $MD=3,3$ .

Il 13 settembre 2011, è avvenuto un evento di  $ML=3,7$  percepito particolarmente nella località di Moriago della Battaglia. Esso risulterebbe l'evento più energetico in epoca strumentale, nonostante effetti di stazione abbiano portato ad una possibile sovrastima della magnitudo di 2-3 decimi di grado - **Figura 11**.



Mappa della sismicità strumentale del distretto Pedemontana Sud (PS); fonte dati OGS. 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 (ML=3,7).

Figura 11. Sismicità strumentale nel Distretto PS

## 6.2.1 NEOTETTONICA - SORGENTI ATTIVE

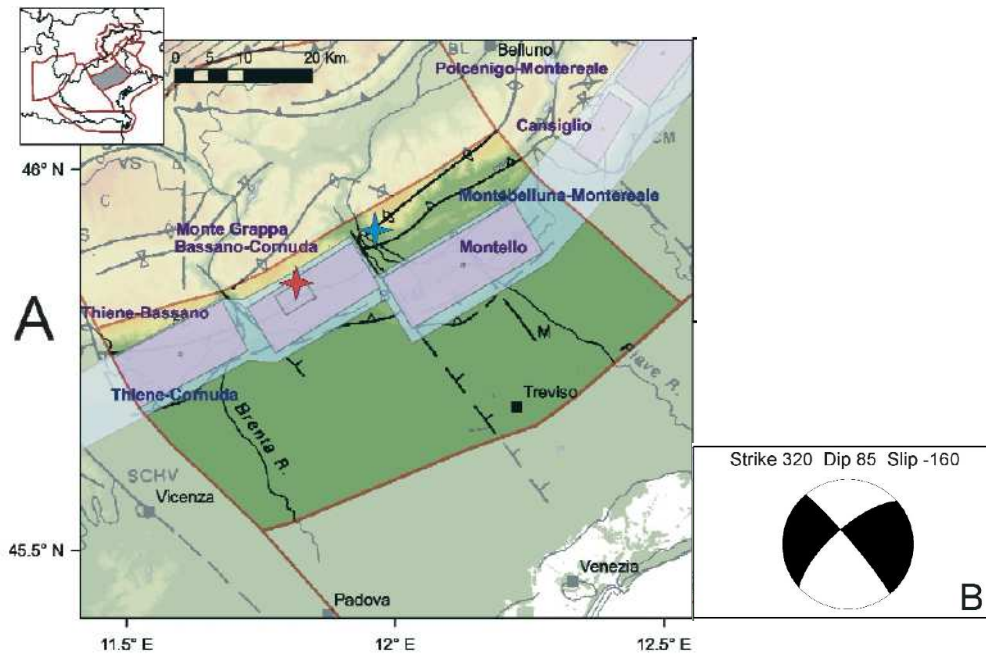
Dal punto di vista della neotettonica è in atto un processo di sollevamento causato da compressione con forte raccorciamento crostale che raggiunge valori massimi nel Friuli centrale.

Le strutture neotettoniche più importanti sono rappresentate in primo luogo dai sovrascorrimenti orientati ENE-OSO e subordinatamente da back-thrust e faglie subverticali con componenti più o meno rilevanti di trascorrenza orientate NO-SE (Zanferrari et al., 1982).

Modelli cinematici del movimento della microplacca Adria, basati su misure geodetiche, stimano una convergenza in quest'area di 2-3 mm/a (Serpelloni et al., 2005; Bechtold et al., 2009).

Sulla base di datazioni di terrazzi fluviali, Benedetti et al. (2000) attribuiscono un tasso costante di scorrimento di 1,8-2 mm/a alla sola faglia del Montello negli ultimi 300.000 anni; pur in presenza di ulteriori indicatori di movimento nell'area (ad es. Balestri et al., 1988; Mozzi, 2005) tali stime sono dibattute, e hanno motivato la realizzazione di campagne di misure specifiche (Serpelloni e Cavaliere, 2010) i cui risultati non sono ancora disponibili (**Figura 12**).





Sorgenti sismogeniche per il distretto Pedemontana Sud (PS). A) DISS versione 3.1.1 (DISS Working Group, 2010) su DEM e modello strutturale da Castellarin et al. (1998b); soluzione del meccanismo focale per l'evento del 6.12.2009 (stella rossa) da polarità del primo impulso, elaborata per questo studio. La stella azzurra indica l'epicentro dell'evento del 13 settembre 2011 il cui meccanismo è mal vincolato.

Figura 12. Sorgenti sismogenetiche nel Distretto PS

### 6.1 SORGENTI SISMOGENETICHE

La classificazione sismogenetica nazionale (ZS9) fa ricadere il Veneto nelle zone 905 e 906 (Figura 13). 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, alla quale 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 906.

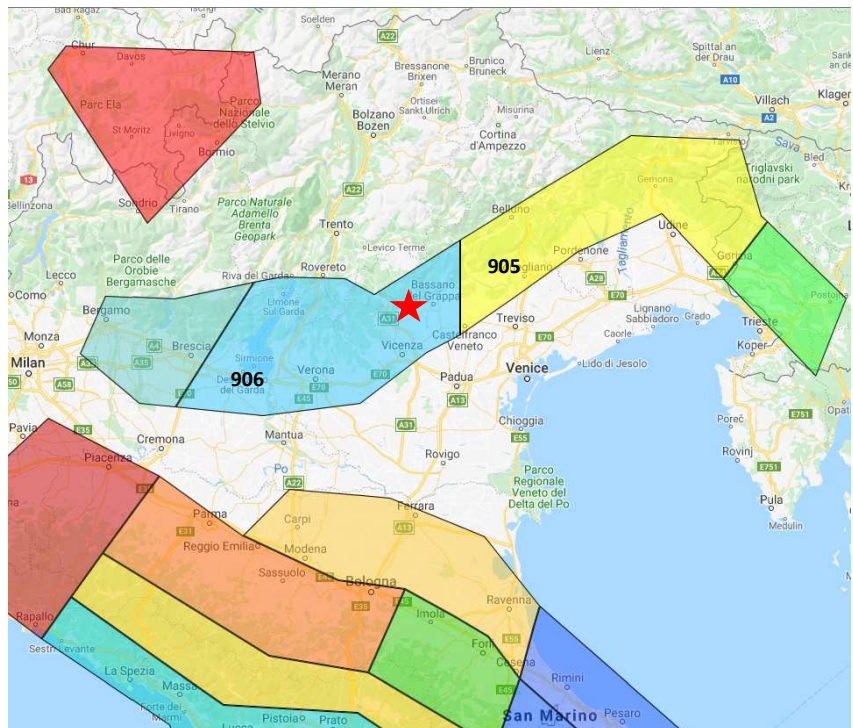


Figura 13. Zone sismogenetiche del NE d'Italia (da INGV)



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.

Il Comune in studio si colloca all'interno della fascia delle sorgente sismogenetica **ITCS007** "Schio-Vicenza" caratterizzata da una magnitudo  $M_w$  pari a 6.53 (ER = Empirical Relationship) e più in dettaglio nella **ITIS127** "Thiene-Bassano" con  $M_w=6.6$ .

Tutta l'area pedemontana è però caratterizzata da fasce sismogenetiche quali: la **ITCS105** "Bassano-Vittorio Veneto", a NE con  $M_w= 6.9$ ; la **ITIS102** "Bassano-Cornuda" che entro la stessa ITCS007 è posizionata ad Est di Marostica; la **ITCS175** "Schio-Vicenza" con  $M_w=7.3$  che tronca ad Ovest la ITCS007. Si veda la **Figura 14**.

Si ricorda, qui, che:

- 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.

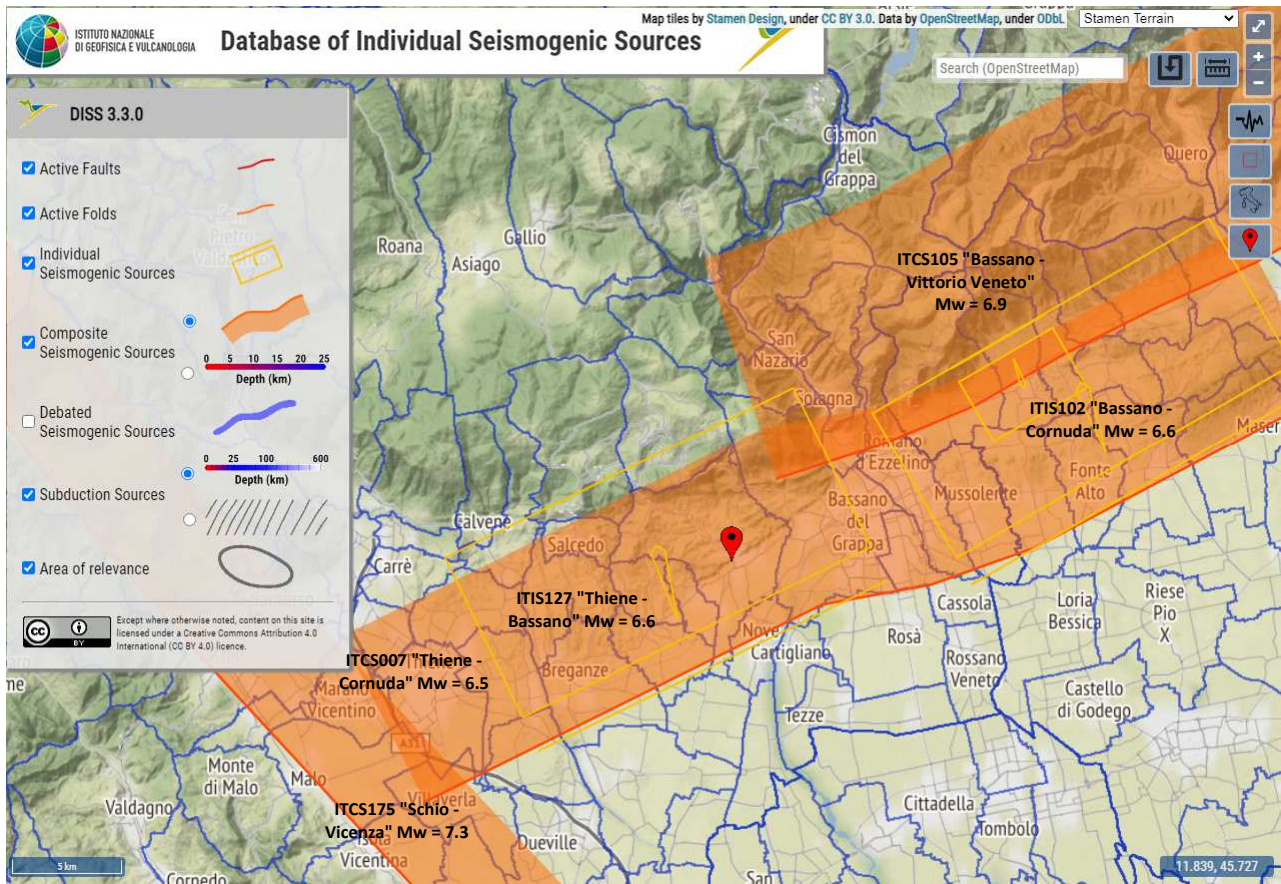


Figura 14. Zone sismogenetiche dell'area in studio (da DISS 3.3.0)

## 6.2 FAGLIE ATTIVE E CAPACI

Il Comune è interessato da due faglie classificate attive e capaci (FAC) nel catasto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) dell'ISPRA, dove una faglia è definita *<capace quando ritenuta in grado di produrre, entro un intervallo di tempo di interesse per la società, una deformazione/dislocazione della superficie del terreno, e/o in prossimità di essa. La deformazione attesa può essere sia una dislocazione ben definita lungo un piano di rottura (fault displacement/offset) che una deformazione distribuita (warping). La riattivazione attesa viene definita in funzione del regime tettonico in atto, rispetto al quale deve essere compatibile. Elementi secondari possono però mostrare rotture "anomale", ad esempio movimenti compressivi in un ambiente distensivo, a causa di geometrie locali delle strutture riattivate>*.

Una FAC, come definita sopra, può determinare un significativo pericolo di danneggiamento di strutture antropiche. La pericolosità può essere caratterizzata in termini di Probabilistic Fault Displacement Hazard o Deterministic Fault Displacement Hazard.

L'età dell'ultimo evento di attivazione di una faglia (last activity) è uno degli elementi discriminanti nella valutazione della "capacità" della struttura. L'analisi considera intervalli temporali di osservazione diversi, in funzione dell'ambiente tettonico (IAEA, 2010) e dei tassi di deformazione:

- **Interplacca** (margini di placca):
  - < 125 ka (Pleistocene Superiore) : Faglia capace.

- $125 \text{ ka} \leq$  ultimo movimento accertato  $\leq 2,58 \text{ Ma}$  : Faglia da investigare con indagini appropriate

➤ **Intraplacca** (aree cratoniche):

- $1 \leq 780 \text{ ka}$  (Pleistocene medio) :Faglia capace.
- Quaternario (2.58 Ma) : Faglia da indagare

Le definizioni sopra riportate considerano diverse finestre temporali a seconda che l'area di indagine sia in zona *Interplacca* o *Intraplacca*. L'intervallo temporale più ampio, e quindi più cautelativo, previsto per le zone Intraplacca (movimenti entro il Pleistocene medio) è applicabile, in Italia, al solo settore sardo, ritenuto un'area intraplacca (microcontinente), sebbene sia bordato da bacini in estensione (Bacini Balearico e Tirrenico) e, quindi, sia prossimo ad una situazione di interplacca.

Pertanto, nella versione ultima di ITHACA viene introdotta la distinzione tra *faglia capace* e *faglia quaternaria da indagare*:

1. **faglia capace**: faglia che sicuramente ha causato deformazione in superficie o in prossimità di essa, nell'intervallo Pleistocene superiore - Presente;
2. **faglia quaternaria da indagare**: faglia che ha causato deformazione in superficie o in prossimità di essa nel corso del Quaternario anteriormente al Pleistocene superiore (Pleistocene medio per le aree cratoniche), per la quale non si può escludere a priori una riattivazione all'interno del contesto geodinamico attuale in assenza di ulteriori indagini specifiche.

Nel Catalogo ITHACA<sup>4</sup> l'intervallo considerato per le strutture capaci è più esteso ( $< 125'000$  anni) di quello di  $40'000$  anni considerato negli *Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica* (Dipartimento Protezione Civile, 2008) redatti dal Dipartimento di Protezione Civile (DPC) e poi nelle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC).

Si veda la **Figura 15**, che riporta lo sviluppo delle FAC aggiornate al gennaio 2020.

- La prima si trova con sviluppo circa W-E sopra le Località Erta e Pradipaldo.
- La seconda, più a Sud, è stata spostata, con l'aggiornamento 2020, andando ad interessare non più il centro abitato, ma un'area ad edificazione diffusa.

---

<sup>4</sup> ITHACA Working Group (2019). *ITHACA* (ITaly HAZard from CApable faulting), A database of active capable faults of the Italian territory. Version December 2019m. SPRA Geological Survey of Italy. Web Portal <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/Mappatura.aspx>



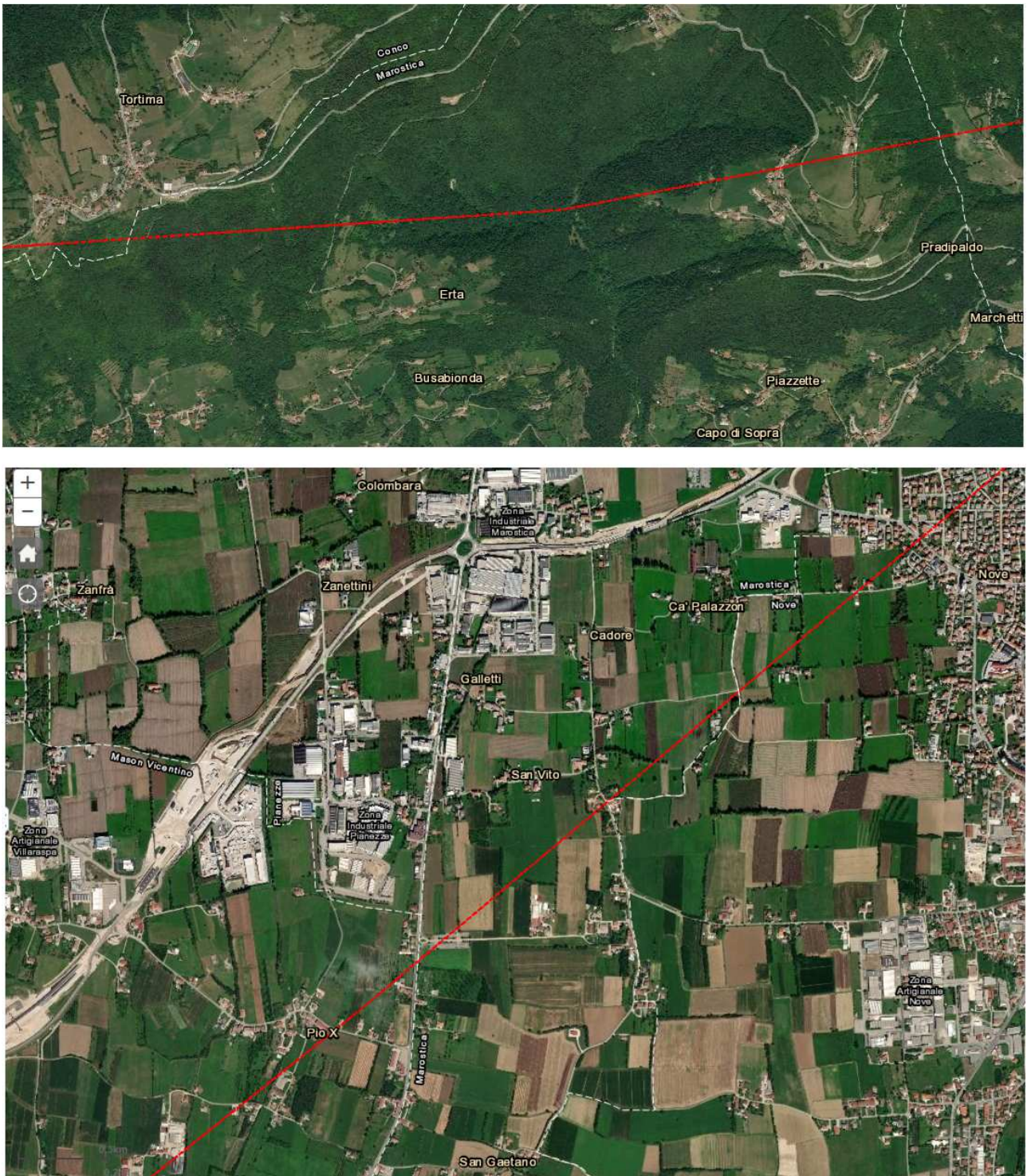


Figura 15. Faglie Attive e Capaci - FAC (da ITHACA) - agg. 2020

### 6.3 SISMICITA' STORICA DEL TERRITORIO COMUNALE

La ricostruzione storica degli eventi sismici che hanno caratterizzato il territorio comunale è stata fatta utilizzando il database macrosismico italiano DBMI15 rel. v1.5 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (a cura di M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi, DBMI15 release v.1.5 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI15>). Il DBMI15

rappresenta l'integrazione e l'aggiornamento del DBMI11, per cui è stato consultato per estrarre le seguenti informazioni.

In particolare, il Comune di Marostica è inserito nel catasto ora citato dove sono riportati **19** eventi sismici. Nella **Figura 16** sono elencati i vari eventi risentiti nel Comune con indicazione della data (Anno, Mese, Giorno, Ora, Minuto) in cui si è verificato l'evento Ax, l'intensità massima epicentrale in scala MCS (Io) e la magnitudo momento (Mw)<sup>5</sup>.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
6-7	1695	02	25	05	30		Asolano	107	10	6.40
NF	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
5	1887	03	29	08	58		Valle del Brenta	2	5	4.16
5	1887	04	14	02	15		Asolano	9	6	4.82
3	1889	12	08				Gargano	122	7	5.47
F	1891	06	07	01	06	1	Valle d'Illasi	403	8-9	5.87
4	1894	02	09	12	48	0	Valle d'Illasi	116	6	4.74
3-4	1894	11	27	05	07		Bresciano	183	6	4.89
4	1895	06	10	01	47		Prealpi Trevigiane	73	6	4.85
3	1907	04	25	04	52		Veronese	122	6	4.79
4	1909	01	13	00	45		Emilia Romagna orientale	867	6-7	5.36
F	1914	10	27	09	22		Lucchesia	660	7	5.63
2-3	1919	07	12	12	06		Asolano	7	4-5	5.03
3-4	1921	09	12	00	25		Asolano	3	3-4	4.81
NF	1948	07	19	18	11	2	Garda settentrionale	16	5	4.87
3	1951	05	15	22	54		Lodigiano	179	6-7	5.17
5-6	1976	05	06	20	00	1	Friuli	770	9-10	6.45
3-4	1989	09	13	21	54	0	Prealpi Vicentine	779	6-7	4.85
NF	2001	07	17	15	06	1	Val Venosta	657	5-6	4.78
2	2002	11	13	10	48	0	Franciacorta	768	5	4.21

Figura 16. Storia sismica di Marostica (tratto da Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani versione 2015)

## 6.4 PERICOLOSITA' SISMICA DI RIFERIMENTO

La distribuzione e la caratterizzazione delle zone sismogenetiche finora riconosciute è stata tradotta in una carta di pericolosità sismica, valida su tutto il territorio nazionale ed entrata in vigore con l'O.P.C.M. n.3519 del 28 Aprile 2006.

### 6.4.1 PERICOLOSITA' SISMICA BASE

La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e deve essere descritta con un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali. Essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad

<sup>5</sup> Locati M., Camassi R., Rovida A., Ercolani E., Bernardini F., Castelli V., Caracciolo C.H., Tertulliani A., Rossi A., Azzaro R., D'Amico S., Antonucci A. (2022). Database Macrosismico Italiano (DBMI15), versione 4.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV). <https://doi.org/10.13127/DBMI/DBMI15.4>



essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, nel periodo di riferimento VR.

Nella “Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale” redatta dall’Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia nel 2004 e recepita dall’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3519 del 28.04.2006 “*Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone*” il Comune risulta caratterizzato da un valore di  $a_g$ , con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi di Cat. A caratterizzati da  $V_s > 800$  m/s, compreso tra 0.150g e 0.175g. Si veda la **Figura 17**.

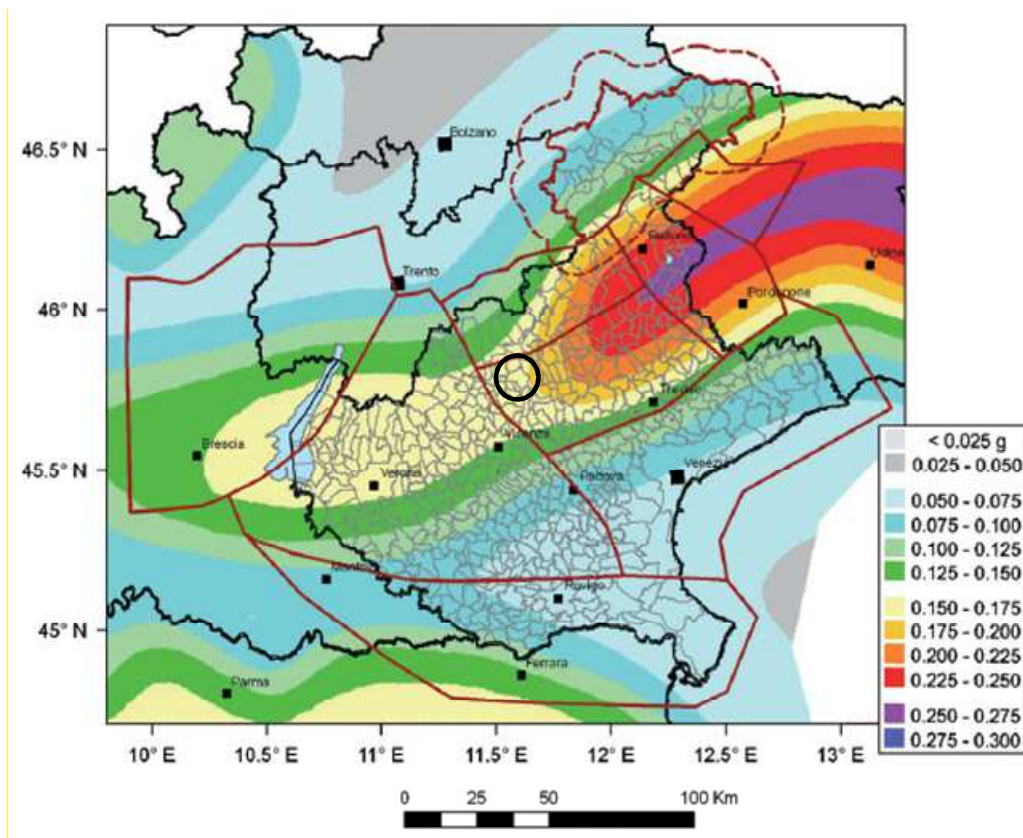


Figura 17 – Pericolosità sismica di base (tratto INGV)

In ultima, si riporta il calcolo della disaggregazione della pericolosità sismica dedotta dai dati INGV. Questa ha lo scopo di individuare il maggior contributo alla pericolosità del sito in termini di magnitudo ÷ distanza di un evento (**Figura 18**).

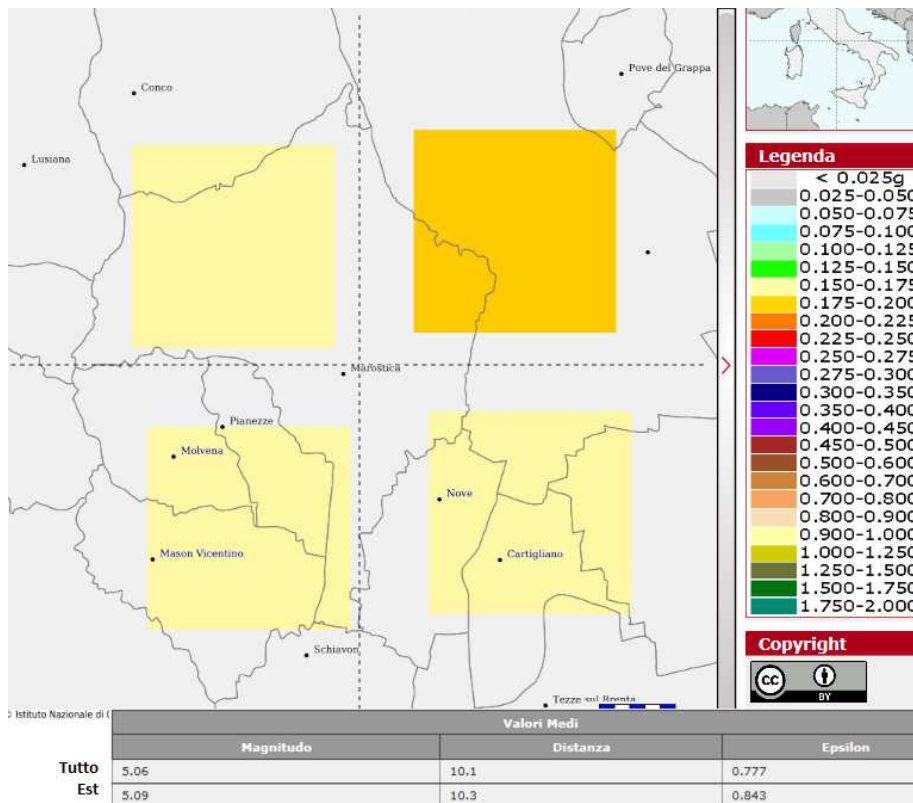


Figura 18 – Pericolosità sismica di base (tratto INGV)

I dati riportati nella **Figura 18** sono stati desunti dalle “Mappe interattive di pericolosità sismica” dell’INGV e sono relativi ai punti della griglia evidenziati. I terremoti che potranno interessare il territorio comunale con maggiore probabilità potranno avere una magnitudo (M) di ~5.01 nel settore Nord e di ~4.99 in quello Sud a distanza compresa tra 9.82 km e 10.0 Km dal concentrico del Comune, rispettivamente.

Infine, si fa presente che, come tutte le zone sismogenetiche del territorio italiano, anche quella contrassegnata al n. 906 e precedentemente descritta viene considerata omogenea ai fini della probabilità di accadimento degli eventi sismici, ovvero si ritiene che tutti i punti in essa contenuti abbiano la stessa probabilità di essere sede di eventi sismici e, in rapporto agli epicentri noti, non esiste quindi l’effetto distanza. Secondo il § 2.8 degli “Indirizzi e criteri per la Microzonazione sismica”, per alcune tipologie di verifiche si potrebbe assumere come valore di magnitudo attesa quella massima della zona sismogenetica di appartenenza, che per la Zona 906 in cui afferisce il territorio comunale vale  $M_{wmax} = 6,60$  (**Tabella 1**).

Nome ZS	Numero ZS	$M_{wmax}$
Colli Albani, Etna	922, 936	5.45
Ischia-Vesuvio	928	5.91
Altre zone	901, 902, 903, 904, 907, 908, 909, 911, 912, 913, 914, 916, 917, 920, 921, 926, 932, 933, 934	6.14
Medio-Marchigiana/Abruzzese, Appennino Umbro, Nizza Sanremo	918, 919, 910	6.37
Friuli-Veneto Orientale, Garda-Veronese, Garfagnana-Mugello, Calabria Jonica	905, 906, 915, 930	6.60
Molise-Gargano, Ofanto, Canale d’Otranto	924, 925, 931	6.83
Appennino Abruzzese, Sannio – Irpinia-Basilicata	923, 927	7.06
Calabria tirrenica, Iblei	929, 935	7.29

Tabella 1: Valori  $M_{wmax}$  per le zone sismogenetiche di ZS9 (Gruppo di lavoro 2004)

#### 6.4.2 PERICOLOSITA' SISMICA DI SITO - PRINCIPI

Partendo dalle caratteristiche sismo-tettoniche complessive della zona e delle principali manifestazioni sismiche, sia epicentrali, sia di risentimento dalle altre zone sismo-genetiche presenti nella zona, la pericolosità sismica del territorio comunale viene approfondita in relazione alle condizioni geologiche e morfologiche locali.

Le caratteristiche sismiche di un'area sono definite dalle sorgenti sismo-genetiche, dall'energia, dal tipo e dalla frequenza dei terremoti. Questi aspetti sono comunemente indicati come "pericolosità sismica di base" e sono quelli considerati per la classificazione sismica, come visto sopra.

Da queste caratteristiche deriva il moto di input atteso, per il calcolo del quale non sono considerate le caratteristiche locali ed il territorio è trattato come se fosse uniforme ed omogeneo cioè pianeggiante e costituito da suolo rigido in cui la velocità di propagazione delle onde S ( $V_s$ ) è maggiore di 800 m/s (suolo A dell'Eurocodice 8 -parte 1, EN 1998-1, 2003, dell'OPCM 3274/2003, del DM 17.01.2018 e Circ. 7/2019).

Il moto sismico può essere, però, modificato dalle condizioni geologiche e morfologiche locali. Alcuni depositi e forme del paesaggio possono amplificare il moto sismico in superficie e favorire fenomeni di instabilità dei terreni quali cedimenti, frane o fenomeni di liquefazione. Queste modificazioni dovute alle caratteristiche locali sono comunemente definite "**effetti locali**". Si veda un esempio nella **Figura 19**.

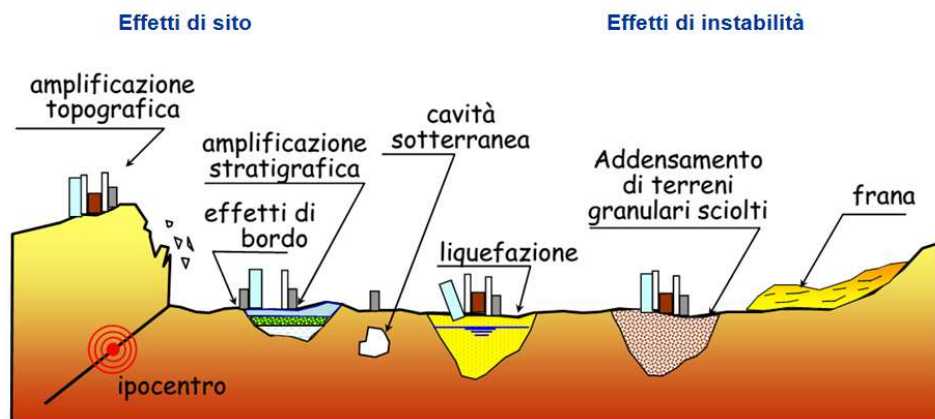
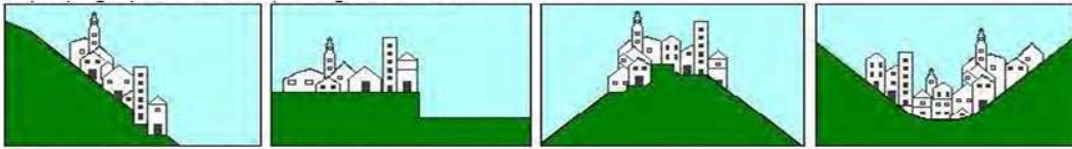


Figura 19. Possibili effetti locali prodotti da un sisma

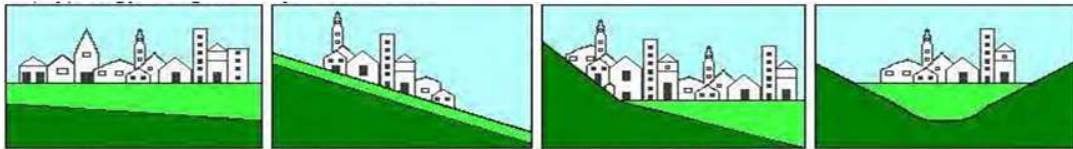
La conoscenza delle condizioni topografiche, stratigrafiche e tettoniche dei siti, come esemplificate nella **Figura 19**, permette di capire se le modificazioni che il moto sismico subisce nell'attraversare i depositi e gli ammassi rocciosi superficiali rispetto al moto, che si avrebbe su sottosuolo di categoria "A" con superficie orizzontale, possono dar luogo a **effetti stratigrafici**, prevalentemente a carattere monodimensionale 1D; effetti di valle con carattere bi-tridimensionale (2D-3D) e ad **effetti topografici** (bi-tridimensionali 2D-3D). Si veda anche la **Figura 20**.



**CONDIZIONE TOPOGRAFICA – MORFOLOGICA LOCALE**



**CONDIZIONE STRATIGRAFICA LOCALE (TIPOLOGIA E GEOMETRIA DEL TERRENO)**



**CONDIZIONI PARTICOLARI (PRESENZA D'ACQUA – FRANE – DISCONTINUITA' STRUTTURALI – CAVITA')**

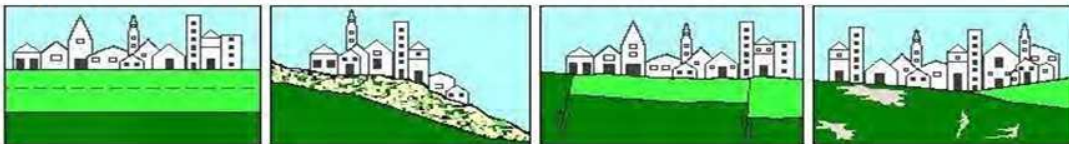


Figura 20. Condizioni locali interferenti con un sisma

Come esempio si riportano nella **Figura 21**, i differenti effetti dei siti durante la sequenza sismica umbro-marchigiana del 1997 nella Località di Cesi (Terni):

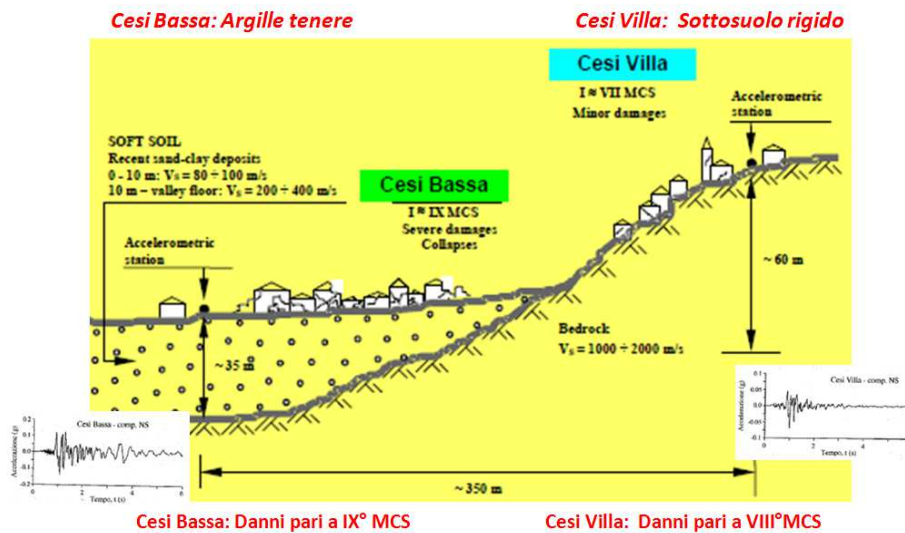


Figura 21. Effetti locali prodotti dal sisma umbro-marchigiano 1997 a Cesi

La zonazione del territorio sulla base della risposta sismica del terreno (RSL) è, perciò, uno dei più efficaci strumenti per rappresentare la pericolosità sismica e, quindi, per prevenire e ridurre il rischio sismico, poiché fornisce un contributo essenziale per l'individuazione delle aree a maggiore pericolosità sismica e agevola la scelta delle aree urbanizzabili con minor rischio e la definizione degli interventi ammissibili.

Tale studio deve essere redatto in conformità agli "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica" del Dipartimento della Protezione Civile nazionale, ripresi anche nell'Allegato "A" della DGR

1572/2013, come anche dalle successive prescrizioni: DGR 899/2019, DGR 939/2021, DGR 1381/2021, Circ. 71886/2022.

A completamento dei caratteri sismici locali, qui si sintetizza dicendo che

- La suddivisione del territorio, in sottozone a diversa pericolosità sismica locale si basa sia sulla sismicità di base cioè la distanza dalle sorgenti sismogenetiche e l'energia, frequenza e tipologia dei terremoti attesi; sia sull'amplificazione locale collegata alle caratteristiche topografiche, geomorfologiche, geolitologiche e idrogeologiche del sito.
- L'azione sismica sulle costruzioni è, di norma, valutata a partire da una "sismica di base" in condizioni teoriche di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.
- La pericolosità sismica di base costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche e deve essere descritta con un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali.
- I risultati dello studio di pericolosità sono forniti in termini di valori di accelerazione orizzontale massima  $a_g$  e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro e per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno (Tr).
- L'azione sismica definita deve tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche del sottosuolo presente nel sito di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la Risposta Sismica Locale (RSL).

#### 6.4.3 ASPETTI NORMATIVI-AMMINISTRATIVI

Per gli aspetti amministrativi con uno sguardo a fini edificatori, il Comune di Marostica rientra nell'elenco di aggiornamento della zonizzazione sismica deliberato con la DGR n. 244 del 09.03.2021.

Alla luce di tale provvedimento il Comune entra nella Zona 2 della DCR 67 del 03.12.2003, con una pericolosità sismica avente un grado di accelerazione orizzontale al suolo ( $\alpha_g$ ) compresa nell'intervallo  $0.175g \div 0.200g$ . Si veda la **Figura 22**.

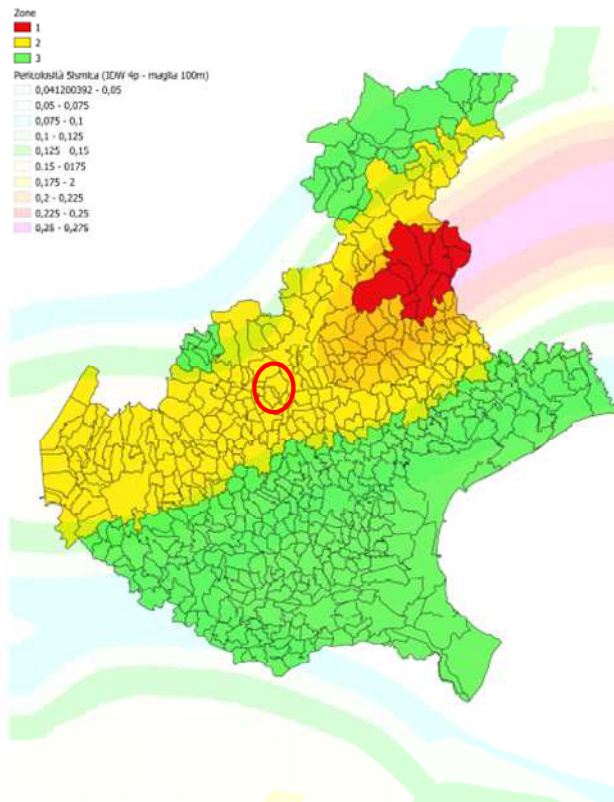


Figura 22. Classificazione sismica del Veneto (DGR 244/2021)

La DGR 1572/2013 e le successive indicate sopra hanno indicato le metodologie teoriche e sperimentali per la redazione di uno studio di microzonazione sismica di differente livello di approfondimento a supporto della pianificazione urbanistica. Come illustrato nel prossimo capitolo.

## SEZIONE MICROZONAZIONE SISMICA

### 7 PROCEDURE NORMATIVE

La microzonazione sismica (MS) permette di ottenere una suddivisione dettagliata del territorio in base al comportamento dei terreni durante un evento sismico e di valutare i possibili effetti indotti dallo scuotimento. Essa è uno strumento di prevenzione e riduzione del rischio sismico particolarmente efficace se realizzato e applicato già in fase di pianificazione territoriale l.s..

Essa costituisce, quindi, un supporto fondamentale agli strumenti di pianificazione urbanistica comunale per indirizzare le scelte urbanistiche verso quelle aree a minore pericolosità sismica.

La normativa vigente in materia prevede l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito finalizzate alla definizione dell'aspetto sismico nella pianificazione del territorio. Vengono codificate a livello procedurale secondo 3 distinti livelli, con grado di dettaglio crescente.

Di seguito, si illustrano, in sintesi, gli obiettivi dei tre livelli di studio.

**1° LIVELLO**: si applica in sede di P.A.T. consente di delineare gli scenari della pericolosità sismica ed identifica, nella carta MOPS, le parti del territorio comunale suscettibili di effetti locali: amplificazione del moto sismico, cedimenti, instabilità dei versanti, liquefazione, rottura del terreno, ecc. Questo livello è già stato eseguito.

**2° LIVELLO**: si applica in sede di redazione di studi per gli strumenti urbanistici che individuano e disciplinano gli interventi sul territorio (strumenti urbanistici comunali generali ed attuativi) in tutte le parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica, come individuate nel 1° Livello, in cui si prevedono trasformazioni urbanistico-edilizie ed incremento dei carichi urbanistici/insediativi. Il 2° Livello deve essere applicato anche a tutti gli ambiti di urbanizzazione consolidata, di edificazione diffusa, nelle zone a servizi di interesse intercomunale e in quelle oggetto di accordi di programma con previsioni insediative o infrastrutturali.

**3° LIVELLO**: si applica in concomitanza con il 2° Livello nelle aree caratterizzate da potenziali effetti di instabilità (di versante, per cedimento/liquefazione, per presenza di faglie attive e capaci) e quando le procedure semplificate per la stima dell'amplificazione sismica utilizzate nel 2° Livello (fattori di amplificazione derivati dagli abachi) si dimostrano inadeguate per l'applicazione delle norme tecniche di cui al D.M. 17/1/2018.

Nel 3° Livello, la verifica sismica può essere limitata all'area interessata dalle previsioni urbanistiche nel caso in cui il fenomeno di instabilità sia dovuto a liquefazione, densificazione di terreni insaturi e comportamenti differenziali in zone di contatto stratigrafico/tettonico tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche molto diverse.

Nel caso, invece, di fenomeni di instabilità per frana e per cedimento carsico, è necessario procedere ad uno studio esteso ad un adeguato intorno dell'area di interesse, per verificare l'interferenza con l'intero fenomeno di instabilità presente.



I primi due livelli sono obbligatori in fase di pianificazione urbanistica, mentre il terzo livello di approfondimento diviene obbligatorio per gli scenari di pericolosità sismica locale caratterizzati da potenziali effetti di instabilità, cedimenti e/o liquefazione, FAC e quando con le risultanze del 2° livello si dimostra l'inadeguatezza delle procedure semplificate per la stima dell'amplificazione previste dalle vigenti Norme Tecniche delle Costruzioni (DM 17/1/2018) .

Nel caso di opere con rilevante interesse pubblico si procederà sempre fino a raggiungere il 3° livello di approfondimento che potranno essere suddivise con il 1° e 2° livello di MS nell'ambito del progetto preliminare ed il 3° livello di approfondimento nell'ambito del progetto definitivo

Si veda la **Figura 23**.

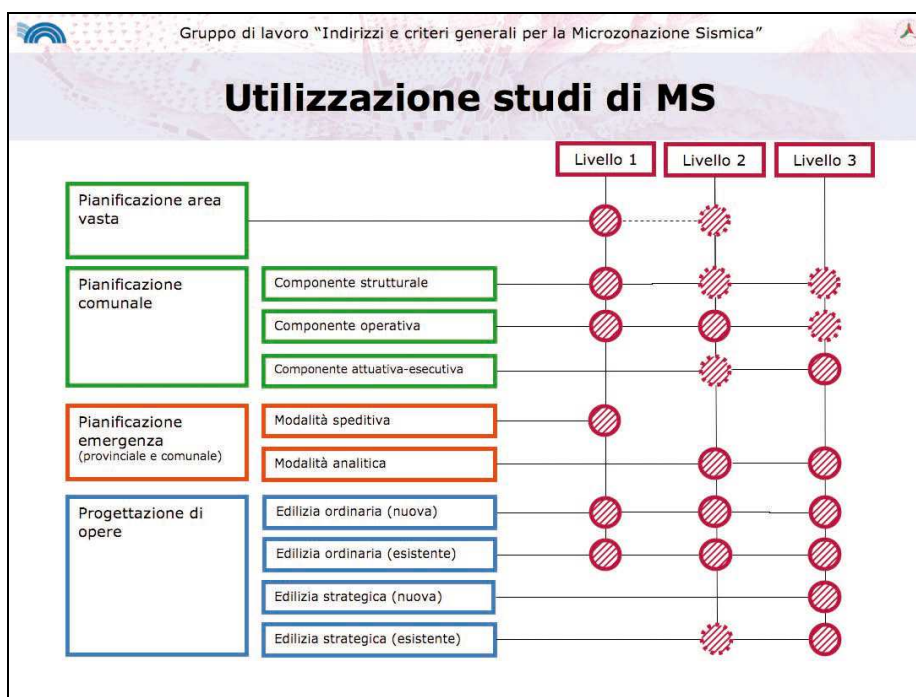


Figura 23. Tipologia ed utilizzo degli studi MS

Si veda anche la **Tabella 2**, tratta dall'Allegato A della DGR 1572/2013, che evidenzia il grado di approfondimento in relazione allo scenario di pericolosità sismica locale.

PROCEDURA DI MICROZONAZIONE SISMICA								
SIGLA	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	Verifica di assoggettabilità	(soglia)	1°livello	(soglia)	2°livello	(soglia)	3°livello
P1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi				cartografia			Analisi stabilità
P1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti				cartografia			Analisi stabilità
P1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana				cartografia	Analisi di stabilità	Fs prossimo a 1	Analisi stabilità
P2a	Zona con terreni di fondazione particolarmente scadenti quali depositi altamente compressibili, ecc.	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga<0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI* PREV.URBAN.* Cedimenti Eventuale verifica	PREV.URBAN.*	Cedimenti
P2b	Zona con depositi granulari fini saturi	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga<0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI* PREV.URBAN.* Liquefazione Eventuale verifica	PREV.URBAN.*	Liquefazione
P2c	Zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che hanno subito riempimenti antropici	zona 4 pga>0,100 zona 3 pga<0,100	pga di sito >0,125		raccolta dati - cartografia	ABITATI* PREV.URBAN.* Cedimenti	PREV.URBAN.*	Cedimenti
P3a	Linea di ciglio H>10 m (scarpata, bordo di cava, nicchia di cava, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc...)				H=10 m; a>15°	Effetti topografici		
P3b	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntita - arrotondata				h=1/3H; a e a2>15°	Effetti topografici		
P4a	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi				Vs30<800m/s; C<0,25 Vs30<800m/s; C<0,25	Effetti litologici	h/l>0,65/√Cv-1	Effetti lito-geometrici
P4b	Zona di fondovalle stretta (C>0,25) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale				Vs30<800m/s- C>0,25			Effetti lito-geometrici
P4c	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P4d	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P4e	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale				Vs30<800m/s	Effetti litologici		
P5a	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse				cartografia	Comportamenti differenziali		
P5b	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole				cartografia			Comportamenti differenziali

ABITATI\* = centri abitati esistenti  
PREV.URBAN.\* = esistenza di previsioni urbanistiche espansive

Tabella 2: Schema procedurale associato ai 3 livelli di studio di microzonazione per differenti scenari di pericolosità sismica locale. (tratta da Allegato A DGR 1572/2013 Regione Veneto).

## MICROZONAZIONE SISMICA DI 1° LIVELLO

### 8 SINTESI DEGLI ELABORATI APPROVATI

Come anticipato, in questo capitolo si riportano le Tavole redatte con il 1° Livello MS, rimandando la loro illustrazione agli elaborati consegnati dal professionista e poi approvati dagli enti preposti. *Nel capitolo riguardante il 2° e 3° livello, oggetto di codesto lavoro, sarà eventualmente accennato se e quanto è stato modificato di queste Tavole.*

#### 8.1 CARTA DELLE INDAGINI

Le indagini geologiche ubicate nella *Carta delle indagini* sono in totale 66, suddivise come di seguito riportato (**Figura 24**):

- nr. 28 prove penetrometriche suddivise tra statiche e dinamiche;
- nr. 8 sondaggi geognostici a carotaggio continuo (S);
- nr. 1 indagini geofisiche (sismica a rifrazione SR);
- nr. 29 indagini geofisiche tomografiche a stazione singola (HVSR).

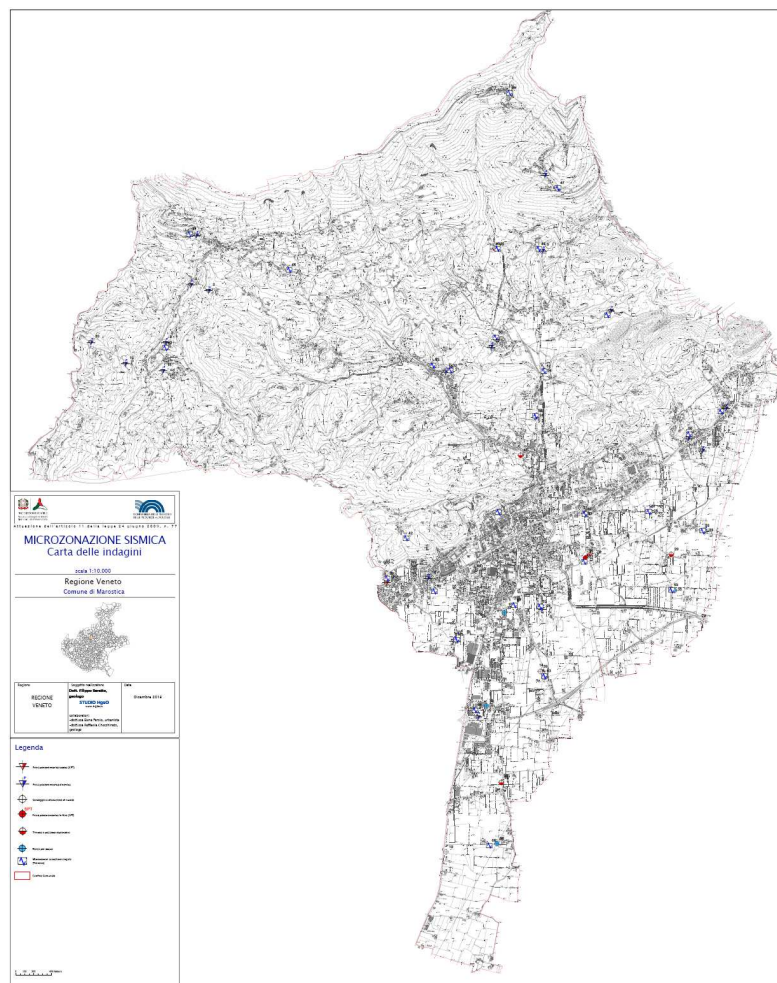


Figura 24 – Carta delle indagini di 1° Livello MS (2013)

## 8.2 CARTA GEOLOGICO-TECNICA (CGT)

I contenuti della Carta Geologico Tecnica sono, normalmente:

- Terreni di copertura (spessore > 3 m) e/o Substrato geologico;
- Forme di superficie e sepolte (conoide alluvionale, falda detritica, cavità sepolte, scarpate con  $h \geq 10$  m, scarpate sepolte, orli di terrazzo, dorsali o creste, assi vallivi sepolti, cavità o picchi isolati);
- Elementi tettonico strutturali (faglie, assi di pieghe), tracce delle sezioni geologiche o topografiche;
- Elementi geologici e idrogeologici (sondaggi o pozzi che hanno raggiunto o non raggiunto il substrato geologico; profondità falda in sabbie /ghiaie).

Nella **Figura 25**, si riporta la Carta CGT approvata dagli Enti preposti.

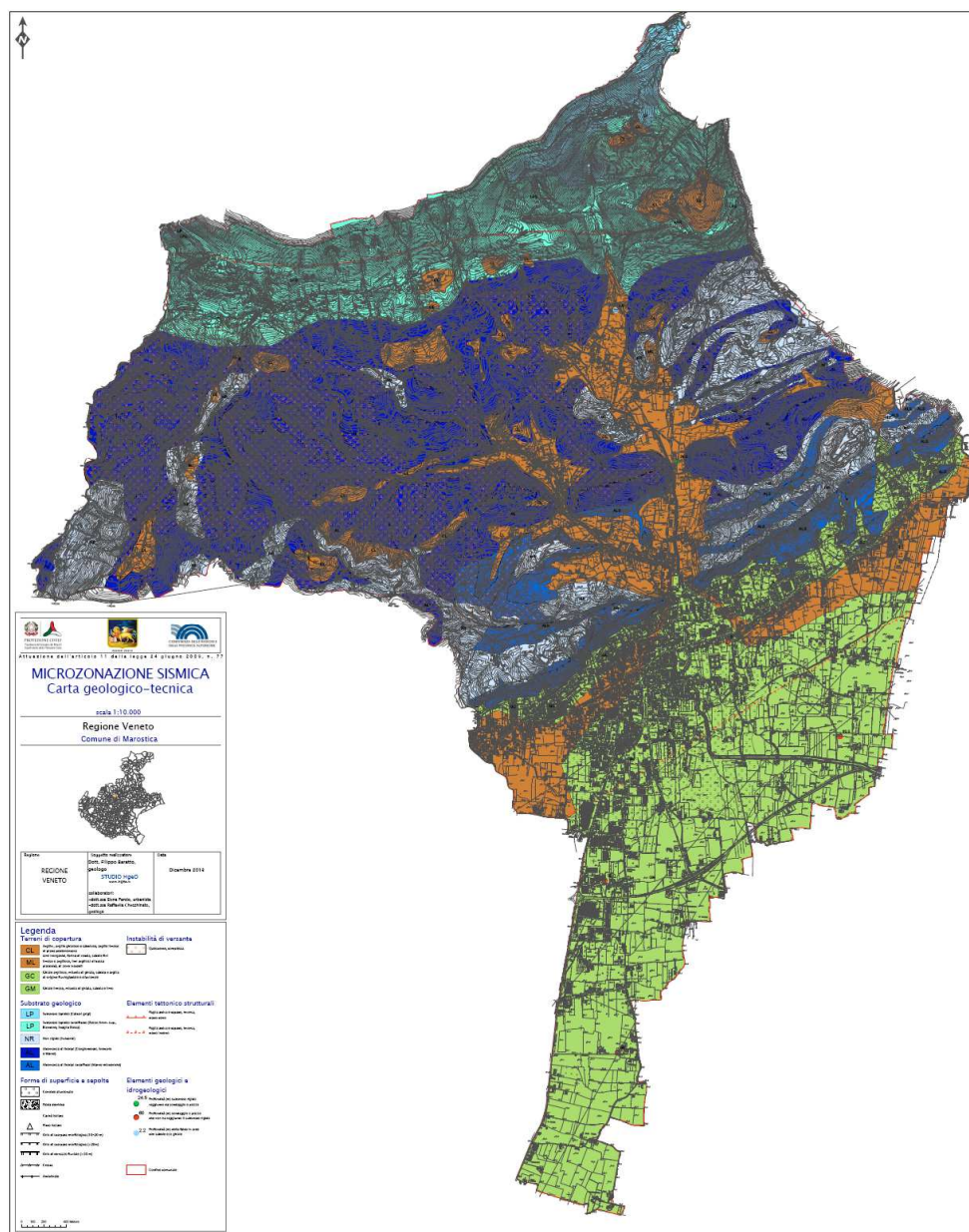


Figura 25 – Carta Geologico-technica (da MS1- 2013)



### 8.3 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)

La Carta MOPS approvata contiene le seguenti aree, classificate in base alla suscettibilità delle singole condizioni stratigrafiche del territorio:

- aree stabili non suscettibili di amplificazione sismica;
- aree stabili suscettibili di amplificazione sismica;
- aree instabili per azione sismica.

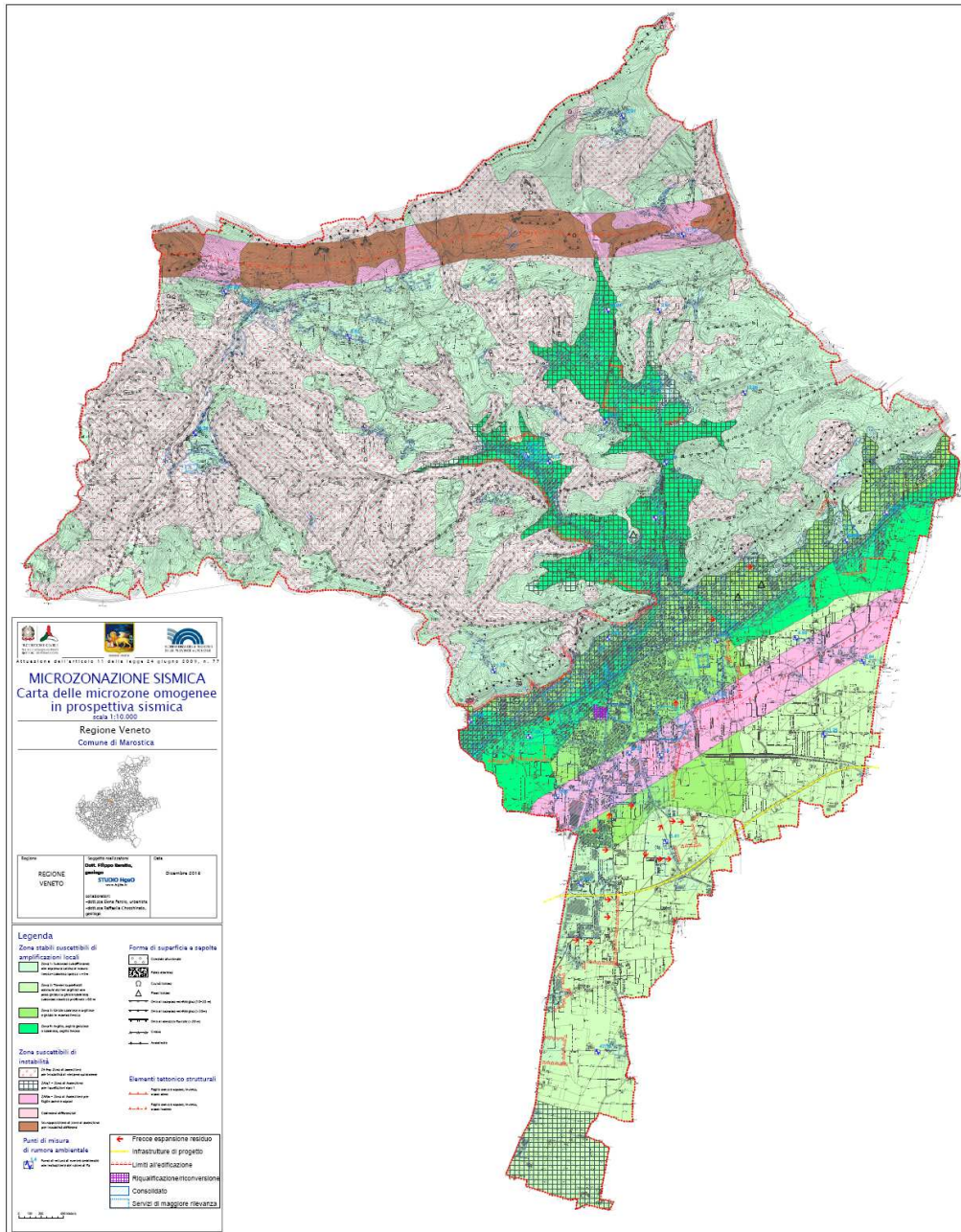


Figura 26 – Carta MOPS (2013)

Da notare lo sviluppo delle FAC antecedenti all'aggiornamento del 2020 e l'area suscettibile al pericolo di liquefazione della zona di pianura.

Elementi investigati e aggiornati con codesto lavoro.

## MICROZONAZIONE SISMICA 2° E 3° LIVELLO

### 9 PRECISAZIONI PRELIMINARI

L'incarico ricevuto dall'Amministrazione comunale di Marostica riguarda le analisi e le valutazioni in chiave sismica di approfondimento di 2° e 3° livello del territorio comunale. Lo studio è di supporto all'azione di urbanizzazione e deve, comunque, tener conto delle disposizioni emanate a livello regionale con le deliberazioni che vanno dal 2013 ad oggi 2022.

In precedenza, si sono elencate e spiegate le fasi dei differenti livelli di studio ed il loro contenuto finalizzate a conoscere la risposta che un territorio come quello in oggetto può avere in occasione di un terremoto.

Il territorio comunale è caratterizzato da due elementi delicati a livello sismico e cioè:

- Presenza di aree con pericolo di Liquefazione.
- Presenza di una Faglia Attiva e Capace (FAC), come definita dal Progetto ITHACA e la medesimo cartografata con l'aggiornamento del proprio DataBase nel 2020.

### 10 ATTIVITA' SVOLTA IN SITU E IN STUDIO

Le azioni intraprese per arrivare ad una adeguata caratterizzazione sismica del territorio si è basata sia azioni di tipo analitico in studio, sia con attività sperimentale in situ.

Inizialmente, si sono analizzati i dati del 1° Livello per le aree destinate all'urbanizzazione dal PAT al fine di ottenere un quadro delle condizioni di pericolo sismico deducibile dagli elaborati stessi approvati dagli Organi competenti.

Si è partiti dalla cartografia geologico-tecnica (CGT), basata sui risultati della Carta Litologica prodotta con il PAT.

La rilettura delle indagini pregresse eseguite a diverso titolo geologico e presenti nell'archivio comunale, aggiornate anche con l'ultima trasmissione da parte dell'Ufficio tecnico comunale, hanno permesso di modificare, seppure parzialmente, la Carta CGT permettendo così di integrare tali dati.

#### 10.1 INDAGINI NUOVE

Le indagini pregresse sono state incrementate dalle seguenti nuove indagini e azioni:

- **nr. 25 misurazioni sismiche tipo MASW.** Queste sono state distribuite sul territorio edificato come nucleo abitativo/produttivo e come edificazione consolidata e diffusa, come indicato dalla normativa recente. Vedasi l'**Allegato "M"**.
- **nr. 10 prove penetrometriche dinamiche pesanti (DPSH).** Esse sono state eseguite nelle

aree precedentemente valutate soggette al fenomeno di liquefazione. Vedasi l'**Allegato "D"**.

- **nr. 10 analisi di laboratorio (L)**. Esse sono state eseguite nel laboratorio geotecnico al fine di definire il fuso dei sedimenti campionati per la liquefazione. Vedasi l'**Allegato "L"**.
- **nr. 3 misurazioni geofisiche tipo ERT**. Queste tomografie geoelettriche in corrente continua hanno permesso di ricostruire le sezioni bidimensionali di resistività del sottosuolo lungo dei transetti ortogonali alla FAC tracciata da ITHACA. Vedasi l'**Allegato "E"**.

## 10.2 ANALISI DEGLI ELABORATI

Si sono analizzate:

- Le **stratigrafie di pozzi** nel territorio: nr.5 in Marostica e nr.4 nella fascia perimetrale in altri Comuni, ricavate dal DB ISPRA (**Allegato "P"**).
- Rielaborazione e ri-controllo delle **indagini geologiche** s.l. pregresse.
- **Fotografie aeree** di differenti annate al fine di valutare i caratteri morfologici ed urbanistici del territorio e le sue modificazione negli anni. Esse sono:
  - 1981 Reven
  - 2001 Vicenza
  - 2013 Asiago.
- Si sono utilizzate le immagini del *Modello digitale del terreno (DTM)* derivante da scansione **LiDAR** di proprietà della Regione Veneto per meglio descrivere la morfologia del terreno con tutte le sue variazioni e particolarità locali, rapportandole, nel caso della FAC alla loro coesistenza attuale e passata.
- Si sottolinea solo che l'esecuzione delle **MASW** ha permesso di definire la classe di sottosuolo come da NTC 2018 (**CL**), la velocità delle onde secondarie nei primi 30 metri di profondità (**V<sub>seq</sub>**), la profondità del substrato sismico (**Ss**), il valore di frequenza di risonanza del sottosuolo (**Fo**), i fattori di amplificazione **Fa** ed **Fv**. Tutti parametri utili per indirizzare l'urbanizzazione verso scelte adeguate per il "minor rischio sismico".  
Essendo presenti aree potenzialmente liquefacibili nel territorio, si sono usate le misure tratte dalle MASW per definire tale grado, utilizzando appropriati codici di calcolo, come sarà detto più avanti.
- Relativamente all'area potenzialmente liquefacibile, l'esecuzione delle **DPSH** ha permesso di conoscere la stratigrafia locale del sottosuolo, i parametri geotecnici dei singoli strati di terreno ed il loro grado di addensamento, utile per definire il grado di pericolosità per la liquefazione.
- Parimenti, l'aver eseguito le **Analisi in un laboratorio geotecnico (L)** certificato ha permesso di ottenere i parametri indice di ciascun campione prelevato e di confrontarli con i limiti imposti dalla normativa per il pericolo di liquefazione.
- Parimenti, per la presenza delle **FAC** con il segnalato loro sviluppo planimetrico da ITHACA, si sono seguite le indicazioni contenute nelle Linee Guida redatte dal Dipartimento di Protezione Civile. Quindi, seguendo le prescrizioni indicate nelle L.G. e sintetizzate nella

loro Tabella A2, qui ripresa (**Figura 27**):

ID	GRUPPO INDAGINI	INDAGINI
Ind_1	Analisi aereofotogrammetrica	Foto aeree, Ortofoto, Immagini LiDAR, Immagini da satellite
Ind_2	Rilievi geologici e geomorfologici	Rilevamenti di campagna e relativa cartografia
Ind_3	Indagini geofisiche e geognostiche	ERT, sismica a riflessione e rifrazione, GPR, sondaggi e saggi
Ind_4	Paleosismologia	Trincee paleosismologiche e datazioni cronometriche dei terreni fagliati

Figura 27 – Indagini per lo studio di una FAC, raggruppate per tipologia e significatività [Gruppo Ind\_4 massima significatività] - da L.G. D.P.C.

*Chiaramente per arrivare al Livello Ind\_4, il più "corposo" e "costoso", dovranno essere soddisfatte le precedenti 3 fasi ID, che fanno parte di questo studio, mentre l'ultimo sarà da valutare sulla base delle volontà e disponibilità anche economiche del Comune. L'illustrazione delle indagini per la FAC sono descritte più avanti.*

Non si illustrano, qui le metodiche esecutive e/o di analisi delle indagini e delle analisi eseguite per non gravare il testo di notizie facilmente reperibili nella bibliografia scientifico-tecnica.

### 10.3 CARTA DELLE INDAGINI AGGIORNATA (CI)

Oltre alla rielaborazione delle indagini pregresse di differente tipologia, si sono eseguite:

- Nr. **25** indagini geosismiche di tipo **MASW** posizionate nelle aree e fasce edificate e/o edificabili a prescindere dal loro uso (residenziale, produttivo, etc). Si è scelta questa tipologia sia perché relativamente economica per il Committente, sia perché le prove MASW sono utili per determinare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs nel sottosuolo permettendo, poi, di stimare:
  - il tipo di suolo sismico (A, B, C, D, E), come da NTC2018;
  - la frequenza caratteristica di risonanza del sito, che rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici in termini di risposta sismica locale.
  - la velocità media delle onde di taglio Vs calcolata tramite un apposito codice numerico. È necessario, per l'affidabilità del risultato, conoscere la profondità di un riflettore noto dalla stratigrafia (prova penetrometrica, sondaggio, ecc.) e riconoscibile nella curva H/V;
  - la stratigrafia del sottosuolo con un range di indagine compreso tra 0,5 e 700 m di profondità anche se il dettaglio maggiore si ha nei primi 100 metri.
  
- A ciò si aggiungano nr. **3** stendimenti **ERT** a cavallo degli allineamenti FAC di ITHACA eseguite con Georesistivimetro Mangusta System mc 128/E con Multichannel Electrical System della ditta Ambrogeo Instruments, numero elettrodi: 59-64 per i profili, tipologia degli stendimenti: tutti con tecnica Wenner in resistività, distanza inter-elettrodi: 3.00 metri, lunghezza totale stendimenti: 537 metri e profondità massima di indagine: 20-35 metri dal p.c. E ciò ha permesso di valutare l'esistenza o meno dell'allineamento del disturbo ipotizzato da ITHACA.





#### **10.4 CARTA GEOLOGICO-TECNICA AGGIORNATA (CGT)**

I nuovi dati tecnici emersi con codesto studio sono legato alle FAC e sono riportati nella Carta di Microzonazione sismica MS2-3.

#### **10.5 CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (MOPS)**

I nuovi dati tecnici emersi con codesto studio sono legato alle FAC e sono riportati nella Carta di Microzonazione sismica MS2-3.

### **11 “SPECIFICITA’ SISMICHE” DEL TERRITORIO**

L’aggiornamento, la revisione e l’implementazione degli elaborati utili e necessari, per lo studio di livello superiore al 1° si sono basati sulle peculiarità territoriali e sulla loro possibile risposta in caso di terremoto.

In particolare, qui si illustra il contenuto della cartografia redatta “amplificazione stratigrafica” e di “amplificazione morfologica” del territorio. Successivamente, si discuterà degli elementi generatori di instabilità nel territorio.

#### **11.1 ZONE STABILI**

Queste zone, che suddividono il territorio in base alla suscettività intrinseca quando avviene un terremoto possono essere:

- *Zone stabili non suscettibili di amplificazione sismica;*
- *Zone stabili suscettibili di amplificazione sismica;*

##### **11.1.1 ZONE STABILI NON SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA**

Si tratta di zone caratterizzate da morfologia sub-pianeggiante (<15°) o, comunque, con pendenza regolare; sono suoli di tipo A, cioè non amplificabili ( $V_{seq} > 800$  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 zone 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.

*Nel territorio considerato mancano.*

### 11.1.2 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA

Queste zone non sono soggette a fenomeni di instabilità quali: frane di vario tipo, cedimenti legati a collasso di cavità sotterranee e/o a densificazione di terreni insaturi; oppure a liquefazione di terreni saturi. Parimenti, non sono soggette a rischio di rotture della superficie topografica per riattivazione di faglie capaci.

*Tali zone, 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.).*

La suscettibilità locale del territorio legata all'evento sismico può essere associata alle caratteristiche **1)** stratigrafiche; a quelle **2)** topografiche; **3)** oppure ad entrambe. Gli effetti possono essere di Amplificazione o di Instabilità.

Per il territorio si possono indicare le seguenti tipologie:

#### **AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA:**

Essa 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 e alla presenza di acqua nei terreni sotto forma di falda freatica o artesianiana. Tali amplificazioni si verificano quando le condizioni locali sono rappresentate da morfologie sepolte e da particolari profili stratigrafici costituiti da litologie caratterizzate da differente risposta sismica. Queste condizioni possono generare esaltazione locale delle azioni sismiche trasmesse, fenomeni di risonanza e di doppia risonanza.

Gli elementi che possono comportare o meno amplificazione sismica di tipo "stratigrafico" sono:

**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.

*Per i siti interessati dallo studio, sulla base delle analisi dei dati acquisiti, si evidenzia che nella classe di aree stabili suscettibili di amplificazione sismica si sono inseriti anche quelli posti sui rilievi a Nord perché pur ricadendo su superfici con substrato litoide e magari con spessori di terre sciolte minori di 3 metri, i risultati delle indagini geofisiche hanno dato, generalmente, valori di  $V_{s_{eq}}$  inferiori a 800 m/s.*

**Forme di superficie e sepolte:** Si considerano le morfologie che in presenza di scosse sismiche danno luogo ad amplificazione per concentrazione delle onde sismiche stesse in corrispondenza delle superfici di tali forme. Esse possono dare effetti amplificativi sia di tipo litologico sia geometrico.

Codeste tipologie costituiscono la classe **P4 (a÷e)** nell'Allegato A della DGR 1572/2013 per quanto riguarda la pericolosità sismica locale ed i suoi effetti.

<b>P4a</b>	Zona di fondovalle ampie e di pianura con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi.	<i>Amplificazioni litologiche e geometriche</i>
<b>P4b</b>	Zona di fondovalle stretta ( $C > 0.25$ ) od in presenza di forme geometriche sepolte tali da non permettere di considerare il modello geologico monodimensionale	
<b>P4c</b>	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio - lacustre	
<b>P4d</b>	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loess )	
<b>P4e</b>	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	

*Nel territorio comunale tali elementi sono presenti tutti. La norma prescrive che per le aree individuate come P4c, P4d, P4e si procederà con il 2° livello di approfondimento. Per le aree P4a, dopo aver verificato le condizioni, e per le aree Pb si dovrà procedere con il 3° livello.*

**Cedimenti differenziali e Cavità sepolte:** 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 indicazioni sulla granulometria e lo stato di addensamento dei terreni è necessario avere almeno dati di indagini in situ (es. prove penetrometriche, SPT, etc) o in laboratorio. Codeste tipologie costituiscono le classi **P5a** e **P5b** per quanto riguarda la pericolosità sismica locale ed i suoi effetti:

<b>P5a</b>	Linea di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	<i>Comportamenti differenziali</i>
<b>P5b</b>	Zona ove sono presenti o potenzialmente presenti cavità sotterranee o sinkhole	

*Nel Comune sono presenti cavità sotterranee naturali sepolte nel complesso carbonatico settentrionale, che possono dare cedimenti differenziali e crolli. I cedimenti differenziali legati alla liquefazione sono trattati oltre, parlando del 3° livello per area instabile. La densificazione di terreni insaturi presente solitamente sulle aree di riporto, non citate nello studio MS1 non vengono trattate poiché anche dal punto di vista geotecnico non destinate a carichi edilizi.*

*Per la zona P5a si potrà effettuare lo studio di 2° livello in quanto non è necessaria la valutazione quantitativa a livelli di approfondimento maggiore dello scenario inerente le zone di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisicomeccaniche molto diverse.*



### **AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA:**

Essa 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. Tale amplificazione è condizionata dalle caratteristiche geometriche del rilievo che devono essere tali per cui la lunghezza d'onda incidente  $l$  sia comparabile con la semilarghezza  $L/2$  della base dell'irregolarità. Lungo i fianchi del rilievo l'interazione tra onde incidenti e onde diffratte produce rapide variazioni in ampiezza e frequenza delle onde sismiche generando un campo di spostamenti complessi con alternanza di amplificazioni ed attenuazioni che possono dare luogo a marcati movimenti differenziali quando vi sia la presenza di terreno al di sopra del bedrock.

Qui si sono considerati i seguenti elementi:

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, per scopi sismici, se hanno altezza superiore a 10 m e pendenza superiore a  $15^\circ$ . Inoltre, sono considerate sia le scarpate superficiali che quelle sepolte.

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

Per quanto riguarda le **Creste** e le **Dorsali**, per essere significative ai fini dell'amplificazione devono avere larghezza della sommità sensibilmente inferiore rispetto alla base.

Si evidenzia che la stima di amplificazione deducibile 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.

Codeste tipologie costituiscono le classi **P3a** e **P3b** per quanto riguarda la pericolosità sismica locale ed i suoi effetti:

<b>P3a</b>	Linea di ciglio $H > 10$ m (scarpata, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica, ecc..)	Amplificazioni topografiche
<b>P3b</b>	Zona di cresta e/o cocuzzolo: appuntita – arrotondata	

*Per il Comune di Marostica tali elementi, oggetto di amplificazione sismica, sono segnalati già sia nella Carta CGT, sia nella Carta MOPS consegnate nel 2013. Tali elementi saranno, pertanto, ripresi qui e ciò permetterà la caratterizzazione semiquantitativa degli effetti di amplificazione sismica, che andrà poi a sommarsi al fattore amplificativo stratigrafico.*

## 11.2 ZONE INSTABILI PER AZIONE SISMICA

Le zone 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 liquefazione di terreni saturi o per densificazione di terreni insaturi; **3)** cedimenti per crollo di cavità sotterranee; **4)** rotture in superficie per riattivazione di faglie attive e capaci.

Di seguito si definiscono, come indicato dalle Normative vigenti in materia e dalle Linee Guida nazionali e regionali, le zone significative che caratterizzano il territorio in relazione alla pericolosità o meno di suscettibilità sismica.

### 11.2.1 AREE SOGGETTE A LIQUEFAZIONE

Per liquefazione si intende l'annullamento di resistenza al taglio di terreni granulari saturi sotto sollecitazioni di taglio cicliche. In queste condizioni il terreno raggiunge uno stato di fluidità pari a quella di un liquido viscoso.

Durante lo scuotimento sismico ed immediatamente dopo il terremoto, si verificano degli effetti molto vistosi e, spesso, più devastanti dell'onda sismica, che sono tra le cause più importanti di vittime e danni. Sono gli effetti locali, che possono amplificare notevolmente le sollecitazioni nelle strutture (di entità tale da portarle fino al collasso) od essere rappresentati da rotture del terreno, movimenti franosi, elevati cedimenti nei terreni soffici, liquefazione dei terreni incoerenti saturi. La **Figura 29** mostra un esempio del fenomeno avvenuto nel 2012 in Emilia.



*Figura 29. Frattura nel suolo a causa di liquefazione*

Come già emerso nel corso dello studio precedente esistono delle aree soggette a tale fenomeno concentrate nella fascia di pianura meridionale. Codesto studio di livello superiore ha valutato, anche con ulteriori e specifiche indagini, l'esistenza del fenomeno e la sua mappatura.

Seguendo lo schema della **Figura 30**, tratto dalle Linee Guida<sup>6</sup> nazionali e che sintetizza le attività di studio, si arriva a definire tre tipi delle zone suscettibili di instabilità:

1. Zone di Attenzione (ZA) negli studi per la Carta delle MOPS
2. Zone di Suscettibilità (ZS) negli studi per la Carta di MS
3. Zone di Rispetto (ZR) negli studi per la Carta di MS.

Dove la raccolta dati e le analisi permettono di ridurre le incertezze dal livello 1 al livello 3.

La differenza tra Zona di Suscettibilità e Zona di Rispetto, al termine dello studio, è data, oltre che dall'applicazione dei metodi diversi di analisi ("avanzati" in ZR), dal diverso livello di pericolosità (più elevato nella ZR), espresso attraverso uno specifico parametro descrittivo dell'instabilità considerata (faglia attiva e capace, liquefazione, fenomeno franoso).

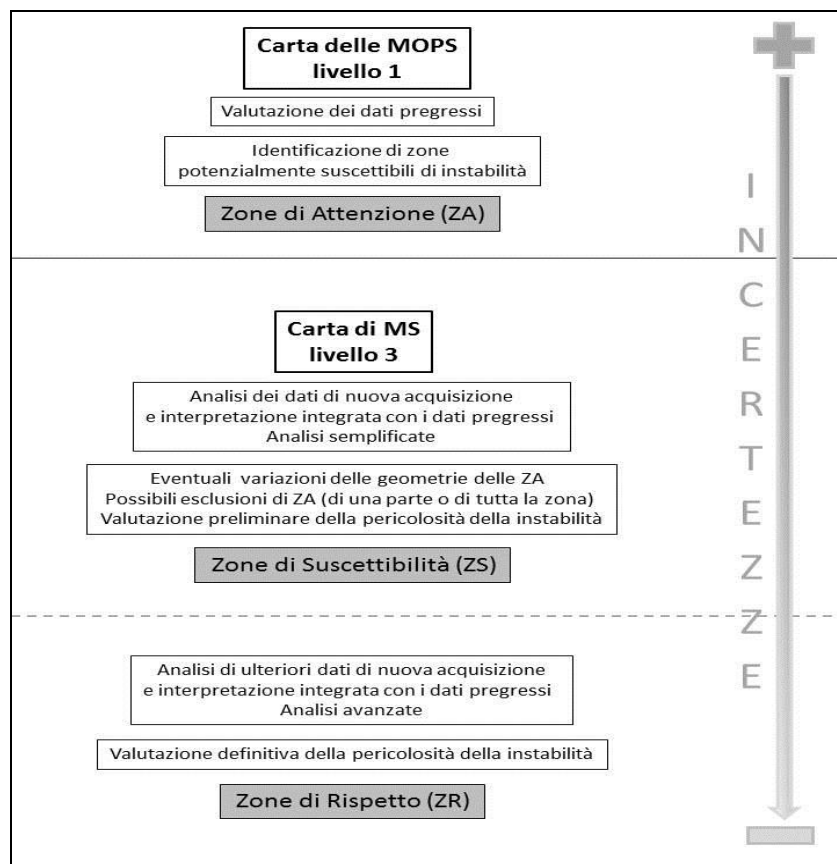


Figura 30: Diagramma di flusso per l'approfondimento degli studi (da L.G. 2017)

Come detto e riprendendo le Linee Guida citate, i livelli di approfondimento per l'individuazione delle zone potenzialmente interessate da liquefazione, descritti nel presente documento, sono:

- **livello 1** (Carta delle MOPS) per l'individuazione di Zone di Attenzione per la liquefazione ( $ZA_{LQ}$ ), nel quale vengono utilizzati elementi informativi minimi (litostratigrafia, profondità della falda, elementi paleogeografici, ecc.);

<sup>6</sup> Commissione tecnica per la microzonazione sismica, *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ)*. Versione 1.0, Roma 2017

- **livello 3** (Carta di MS) nel quale vengono distinte due modalità di approfondimento delle analisi in funzione di due tipologie di zone previste:
  - Zone Suscettibili di liquefazione ( $ZS_{LQ}$ ), da identificare con elementi informativi specifici e metodi di calcolo semplificati;
  - Zone di Rispetto per la liquefazione ( $ZR_{LQ}$ ), da identificare con elementi informativi specifici e metodi di calcolo avanzati.

Dalle L.G. nazionali: "le stime dell'Indice del potenziale di Liquefazione medio della zona ( $IL$ ) si svilupperanno nel Livello 3. Questo parametro richiede, infatti, specifiche analisi e indagini più approfondite. I risultati degli studi con approfondimenti di livello 2 (abachi), in particolari condizioni di assetto geologico del sottosuolo, possono invece essere utilizzati limitatamente al calcolo dell'accelerazione massima in superficie ( $a_{max}$ ) e saranno utilizzati nelle Carte di MS per la caratterizzazione delle  $ZS_{LQ}$  e delle  $ZR_{LQ}$ . Come si può notare, i diversi tipi di zona di liquefazione sono propri di diversi livelli di approfondimento. A ciascun tipo di zona corrispondono indicazioni per la pianificazione urbanistica e per gli interventi di trasformazione".

Si veda la **Figura 31**.

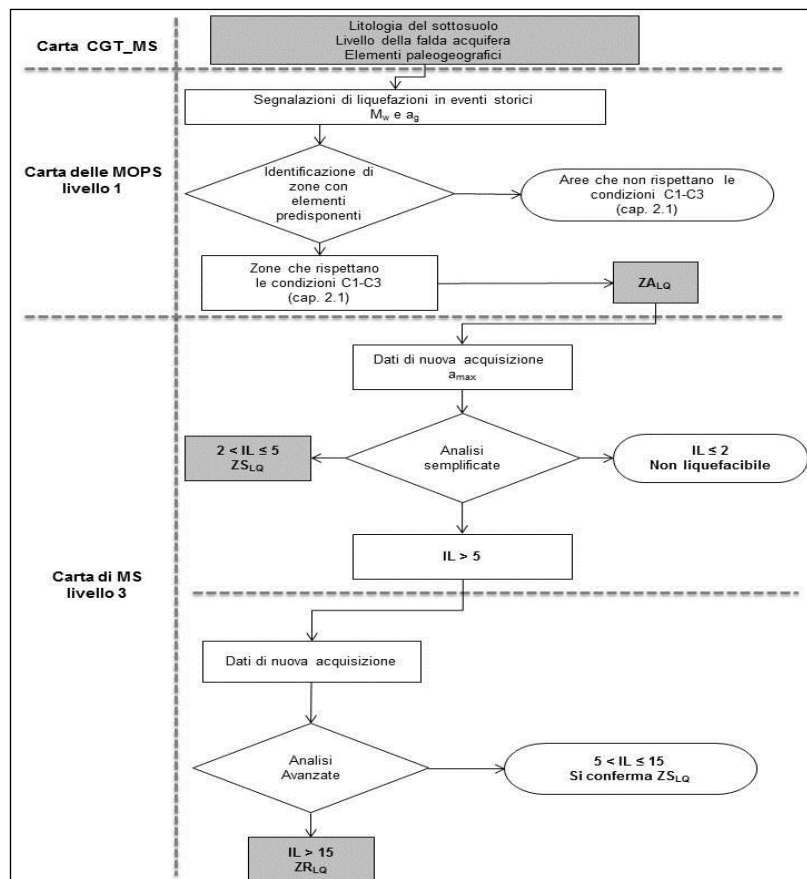


Figura 31: Diagramma di flusso che illustra il percorso metodologico (attraverso i livelli di MS) per la definizione delle zone di liquefazione.



### 11.2.1 FAGLIE ATTIVE E CAPACI

E' considerata attiva una faglia che si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni (parte alta del Pleistocene superiore-Olocene), ed è considerata capace una faglia attiva che raggiunge la superficie topografica, producendo una frattura/dislocazione del terreno<sup>7</sup>.

*Il Comune è interessato direttamente da due faglie attive e capaci (FAC), come classificate da ISPRA - Progetto ITHACA. Si tratterà più avanti delle azioni investigative attuate e dei risultati ottenuti per tale elemento.*

Di seguito, si riporta quanto descritto per questo elemento nelle Linee Guida nazionali.

#### **"ZONA DI ATTENZIONE (ZAFAC NEL LIVELLO 1)**

*“La microzona omogenea sarà costruita in modo da comprendere la supposta traccia del piano di rottura principale e i probabili fenomeni deformativi del terreno correlati al piano di rottura principale.*

*Questa zona sarà denominata ZAFAC (Zona di Attenzione) e rimanderà obbligatoriamente a livelli di approfondimento specifici, propri del livello 3.*

*Si considerano elementi informativi minimi per l'identificazione di una ZAFAC nel livello 1:*

- *segnalazioni e studi geologici eseguiti da esperti del settore e riportati nella letteratura scientifica, ma non sufficientemente approfonditi (ad esempio in termini di scala di rappresentazione delle informazioni) per poter essere classificati come “elementi informativi specifici”;*
- *elementi geologici e/o geomorfologici rilevati sul campo da geologi, durante i rilievi geologico tecnici per la stesura delle carte di MS. Tali elementi dovranno comunque essere validati da esperti nel campo della tettonica attiva.*

*Per l'identificazione di una ZAFAC almeno uno degli elementi informativi minimi deve essere verificato”.*

#### **ZONA DI SUSCETTIBILITÀ E ZONA DI RISPETTO (ZSFAC E ZRFAC NEL LIVELLO 3)**

*Le microzone omogenee delle FAC possono essere di due tipi:*

➤ **Zona di Suscettibilità di una FAC x (ZSFAC)**

*Area nella quale sono localizzate la traccia del piano di rottura principale della faglia attiva e capace e altre possibili strutture tettoniche secondarie associate al piano di rottura principale, e le zone di trasferimento tra segmenti distinti della faglia. Occorre precisare che tale zona dovrà essere definita per quelle faglie attive e capaci le cui informazioni disponibili, sia pregresse che acquisite appositamente, non permettano di definire con chiarezza la traccia principale della faglia e gli elementi secondari ad essa associati. La ZSFAC sarà*

<sup>7</sup> Commissione tecnica per la microzonazione sismica, *Linee guida per la gestione del territorio in aree interessate da Faglie Attive e Capaci (FAC)*, vers. 1, Roma 2016

tracciata sia per la FAC\_a che per la FAC\_b. L'area può essere asimmetrica rispetto alla traccia (footwall e hanging wall della faglia).

➤ **Zona di Rispetto di una FAC x ( $ZR_{FAC}$ )**

Area individuata intorno alla traccia del piano di rottura principale della faglia attiva e capace, identificata con certezza; la  $ZR_{FAC}$  può essere quindi tracciata esclusivamente per la FAC\_a. L'area può essere asimmetrica rispetto alla traccia (footwall e hanging wall della faglia). La  $ZR_{FAC}$  è contenuta nella  $ZSFAC$ , ma tra le due zone non c'è sovrapposizione. L'assunzione iniziale, imprescindibile, è che le future rotture ricorreranno su FAC preesistenti. Si definiscono 4 gruppi di indagini necessarie per questo livello di approfondimento (Tab. A2). Queste indagini, nel corso degli studi, hanno una sequenzialità temporale. I gruppi di indagini hanno una significatività crescente passando dal primo al quarto. Idealmente la sequenza completa fornisce il quadro più dettagliato e certo dell'assetto geologico, strutturale e geometrico della FAC\_x. Per le faglie potenzialmente attive e capaci è indispensabile arrivare ad espletare le indagini del gruppo Ind\_4". Vedasi la **Figura 32**.

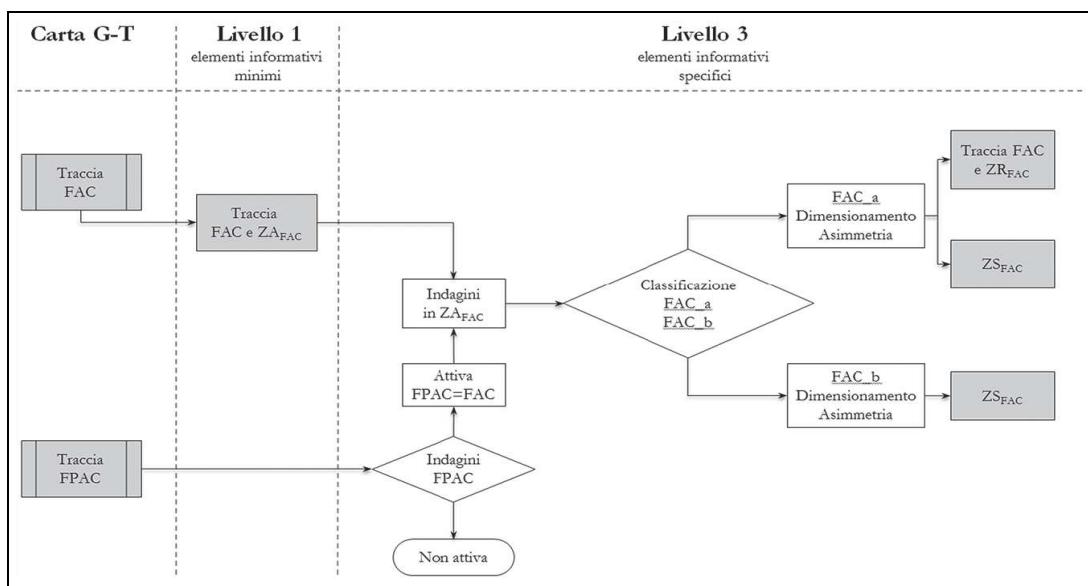


Figura 32: Diagramma di flusso che illustra il percorso metodologico (attraverso i livelli di MS) per la definizione delle zone di faglia.

Dalle L.G. per le FAC:

“In funzione della tipologia, del numero e della ubicazione sul terreno (rispetto alla traccia della faglia) delle indagini, realizzate nel corso degli studi di livello 3, la  $ZS_{FAC}$  può essere ridotta rispetto alle dimensioni raccomandate definite nei punti precedenti fino ad un valore minimo ammissibile pari a 160 m nel caso di FAC\_b e pari a 0 nel caso di FAC\_a;

La  $ZS_{FAC}$  può essere asimmetrica rispetto alla traccia del piano principale di rottura della faglia attiva e capace, ovvero la  $ZS_{FAC}$  può “coprire” in maniera differenziata FW e HW..... (omissis) Solo per le FAC\_a, a cavallo del piano di rottura principale, si costruisce obbligatoriamente la Zona di Rispetto ( $ZR_{FAC}$ ) con una larghezza di 30 m. La  $ZR_{FAC}$  può essere contenuta nella

$ZS_{FAC}$ , ma tra le due zone non c'è sovrapposizione. La  $ZR_{FAC}$ , inoltre, può essere asimmetrica secondo gli stessi principi della  $ZS_{FAC}$ . Nella Tabella A4 (**Figura 33**) viene riportata una sintesi delle dimensioni delle zone”.

LIVELLI DI MS	LIVELLO 1	LIVELLO 3		
CATEGORIA (FAC_x)	$Z_{FAC}$	$ZS_{FACRACC}$	$ZS_{FACIII}$	$ZR_{FAC}$
FAC_a	400	160	0	30
FAC_b	400	300	160	n.d.

Tabella A4: Dimensioni raccomandate e minime in metri per le zone di faglia negli studi di MS ( $ZS_{FACRACC}$ = Valore raccomandato; n.d. = non definita).

Figura 33: Dimensione delle zone per le differenti FAC e livelli di approfondimento.

## 12 METODOLOGIE D'ELABORAZIONE E RISULTATI

### 12.1 AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA

Relativamente alle 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 (**Fa**). Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e geometriche e sono utilizzati per "zonizzare" l'area di studio in funzione del valore di Fa.

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 Vs 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 Vs 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.

Questa procedura semplificata prevede l'impiego di abachi di riferimento formulati dal Dipartimento di Protezione Civile - ICMS 2008 - reperibili nel Volume III degli "Indirizzi ....".

Gli ICMS (2008) definiscono, nell'ambito degli studi di Livello 2, una serie di abachi finalizzati all'individuazione di un valore che caratterizzi le microzone stabili suscettibili di amplificazioni locali in termini di fattori di amplificazione.

A differenza degli aspetti morfologici dove la procedura di 2° Livello fornisce valori di Fa solo per l'intervallo  $0.1 < T_0 < 0.5s$ , a causa codici di calcolo bidimensionale che sono influenzabili da moto di input nel periodo  $0.5 < T_0 < 1.1s$ ; per gli effetti litologici la procedura dà valori di Fa per entrambi gli intervalli di periodo considerati.

Le amplificazioni dovute ad effetti litostratigrafici sono espresse con due fattori numerici ( $F_a$  e  $F_v$ ) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo ( $F_a$ ) e alto periodo ( $F_v$ ).

L'uso degli abachi, vista la localizzazione delle indagini e la litostratigrafia locale desunta da dati in situ permette di supporre la loro compatibilità per la definizione degli indici di amplificazione sismica locale.<sup>8</sup>

Gli abachi forniscono due valori di amplificazione sismica **F<sub>a</sub>** ed **F<sub>v</sub>** così definiti

- **F<sub>a</sub>**: fattore di amplificazione a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione);
- **F<sub>v</sub>**: fattore di amplificazione a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudovelocità).

Per la valutazione di  $F_a$  ed  $F_v$  è necessario conoscere la litologia prevalente del sottosuolo nel sito considerato, l'andamento della velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) con la profondità e la profondità del bedrock sismico. Gli abachi sono costruiti per tre diversi profili di velocità nel sottosuolo:

- Profilo 1: velocità costante (VSH) lungo tutto lo spessore del deposito
- Profilo 2: velocità crescente con la profondità con il gradiente massimo
- Profilo 3: profilo di velocità crescente con la profondità con gradiente intermedio tra i due precedenti

Sulla base delle conoscenze geologiche e geofisiche dell'area si deve scegliere quale profilo è più idoneo a rappresentare la situazione in esame. Per il territorio studiato in questo studio è stato utilizzato il profilo con gradiente medio ed accelerazione al bedrock di classe  $\alpha_g$  pari a quella ricavata in ogni punto investigato..

Come detto, si sono utilizzati gli abachi degli ICMS (2008) mancando quelli definiti a scala regionale, che dovrebbero rappresentare la situazione sismotettonica regionale a seconda delle caratteristiche peculiari degli ambienti che le caratterizzano.

Pertanto, l'attribuzione di  $F_a$  e  $F_v$  è stata raggiunta utilizzando il software "SICodes" della Ditta Programgeo<sup>®</sup>, secondo il metodo ICMS2008.

Tutte le elaborazioni effettuate prevedono, da norma, la presenza di un bedrock sismico avente  $V_s = 800$  m/s al di sotto della profondità  $H$ . Si sottolinea, qui, che la condizione  $V_s \geq 800$  m/s è alquanto ottimistica per gran parte delle rocce del substrato roccioso italiano. Infatti, generalmente, i litotipi italiani pur avendo un comportamento classificabile come suolo di classe A, presentano una  $V_s < 800$  m/s. L'applicazione rigida della norma porterebbe a non classificare in classe A buona parte del territorio italiano, sia con rocce sedimentarie ma anche ignee e metamorfiche. Su tale base si è considerato bedrock sismico anche i terreni che presentassero  $V_s$  leggermente inferiori a 800 m/s (da 700 m/s in su).

Le Tabelle ICMS 2008 contenute nelle Linee Guida nazionali sono ordinate per litotipo (Argille, Sabbie e Ghiaie) e, all'interno di ciascun litotipo, per tipo di profilo di velocità assunto (costante,

---

<sup>8</sup> Vedasi: Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida pubblicato nella Rivista GNGTS 2015 - Sessione 2.2, dal titolo "Applicabilità degli abachi per la microzonazione sismica di livello 2", redatto dal Gruppo di Lavoro "Abachi".



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 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

Il valore di  $F_a$  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.

Si precisa che la scelta dei dati stratigrafici, geotecnici e geofisici, in termini di valori di  $V_s$ , utilizzati nella procedura di 2° Livello è stata motivata ed a ciascun parametro utilizzato è stato assegnato un grado di attendibilità, secondo il seguente schema (**Tabella 3**):

Dati	Attendibilità	Tipologia
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 ( $V_s$ )	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 3: Livelli di attendibilità da assegnare ai risultati

Si ribadisce, come riportato nel paragrafo 2.4.1 degli ICMS (2008), che le geometrie delle zone stabili e stabili suscettibili di amplificazioni locali, definite nel Livello 1, nella stesura delle Carte di microzonazione sismica di Livello 2 e 3, possono essere modificate.

Di seguito si riportano in forma tabellare i valori di  $V_{s_{eq}}$  ricavati dalle 25 misure in situ MASW distribuite nel territorio e visibili nella Carta delle Indagini aggiornata (**CI**).

I valori di  $V_s$  dei singoli strati che caratterizzano ciascuna verticale sono allegati alla fine di codesta Relazione.

La **Tabella 4** mostra i valori di  $V_{s_{eq}}$ , il Periodo  $T_0$  (sec) e la Frequenza di risonanza ( $F_0$ ), la categoria di suolo (NTC2018), la profondità del bedrock, ottenuti con l'elaborazione delle MASW.

Nr° MASW	To (s)	Fo (Hz)	Bedrock (m)	Vseq (m/s)	Classe Ntc 18	Nr° MASW	To (s)	Fo (Hz)	Bedrock (m)	Vseq (m/s)	Classe Ntc 18
1	0.23	4.30	27	421	B	14	0.24	4.10	27	410	B
2	0.32	3.10	37	376	B	15	0.17	6.00	22	520	B
3	0.22	4.60	26	434	B	16	0.20	5.10	24	444	B
4	0.21	4.70	27	467	B	17	0.33	3.10	37	366	B
5	0.20	4.90	26	476	B	18	0.17	5.80	24	549	B
6	0.56	1.80	52	255	C	19	0.18	5.70	26	579	B
7	0.23	4.30	27	402	B	20	0.16	6.20	24	598	B
8	0.21	4.70	26	440	B	21	0.20	5.00	24	447	B
9	0.30	3.40	33	341	C	22	0.42	2.40	44	297	C
10	0.17	6.00	20	473	B	23	0.22	4.50	30	499	B
11	0.29	3.40	32	379	B	24	0.30	3.40	36	405	B
12	0.24	4.10	30	436	B	25	0.16	6.30	22	544	B
13	1.00	1.00	81	229	C						

Tabella 4: Valori di Vs registrati con le MASW eseguite.

La **Figura 34** evidenzia in grafico i dati Vs di ogni verticale elencati nella Tabella ed il valore medio.

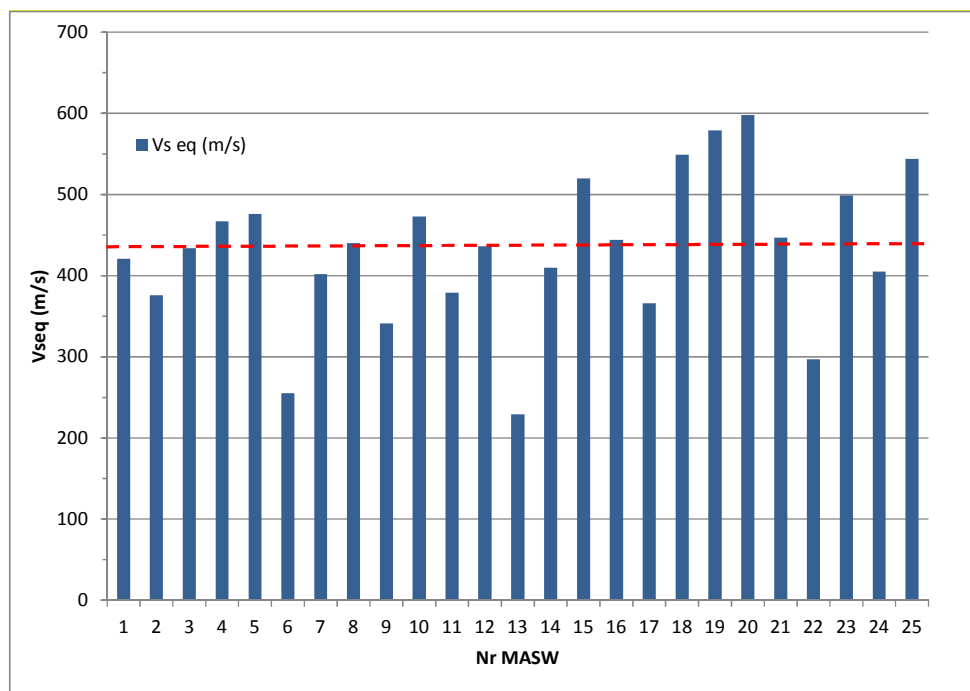


Figura 34: Grafico delle Vseq delle 25 MASW e loro media (tratteggio)

Dai valori  $V_{seq}$  misurati emerge che il 84% dei siti investigati appartiene alla Classe "B", secondo la normativa NTC2018 (**Tabella 5**); mentre il restante 16% alla Classe "C" ubicati soprattutto nella fascia meridionale del territorio.

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, 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	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 5: Categorie di suolo (NTC 2018)

Sulla base delle frequenze di risonanza è possibile avere una stima degli spessori (h) delle coperture responsabili dei possibili fenomeni di risonanza provocati dal contatto bedrock-copertura (Tabella 6):

$F_0$ (Hz)	h (m)
<1	>100
1 - 2	50 - 100
2 - 3	30 - 50
3 - 5	20 - 30
5 - 8	10 - 20
8 - 20	5 - 10
>20	<5

Tabella 6: Stima dello spessore delle coperture (h) vs frequenza di risonanza ( $F_0$ ) (Albarello e Castellaro 2011)

Dal confronto tra le Tabelle 4 e 6 si evince che per il 56% il  $F_0$  induce a spessori di materiale di copertura tra 10 e 20 metri; mentre per il 36 % gli spessori ricavabili dai  $F_0$  rientrano nella classe 5-10 (m). I valori maggiori di  $F_0$ , quindi minore profondità h, sono posizionati nella fascia settentrionale del territorio dove sorgono i rilievi. Gli spessori del materasso quaternario crescono, invece scendendo verso Sud.

Da evidenziare che la definizione di “bedrock sismico” può variare a seconda del contesto ambientale e geodinamico analizzato. In ogni caso si può definire:

**Copertura:** la successione litostratigrafica è costituita da rocce alterate e/o sedimenti sciolti o poco addensati, quali detriti di versante non cementati, alluvioni recenti (es.<1M.a.), colluvium, etc. Generalmente questi terreni sono caratterizzati da bassi valori di  $V_s$  (<400m/s).

**Substrato geologico:** è la successione litostratigrafica generalmente costituita da rocce compatte (diagenizzate/consolidate) non alterate/fratturate, che costituisce la base dei terreni di copertura; può essere affiorante o sub-affiorante (spessore di copertura <3m).

**Bedrock sismico:** è la successione litostratigrafica caratterizzata da comportamento rigido, ovvero da valori di  $V_s$  significativamente maggiori di quelli delle coperture localmente presenti. Nella letteratura tecnica e scientifica internazionale il bedrock sismico è generalmente considerato la

roccia caratterizzata da  $V_s > 800$  m/s. Tuttavia, il substrato può manifestare comportamento da bedrock sismico anche in caso di  $V_s < 800$  m/s purché il contrasto di impedenza sismica tra substrato e copertura sia significativo ( $> 2$ ).

Come detto sopra, le amplificazioni sono date da due fattori numerici ( $F_a$  e  $F_v$ ) da applicare alle ordinate spettrali a basso periodo ( $F_a$ ) e alto periodo ( $F_v$ ).

La **Tabella 7** sintetizza i risultati ottenuti elaborando, con il codice SICodes della Programgeo®, le registrazioni MASW, ma, qui, si mettono in evidenza oltre ai parametri citati nelle precedenti illustrazioni i valori  $F_a$  e  $F_v$ .

Nr° MASW	Cod. MASW	Coordinate WGS84		Dati da MASW			Calcoli con SICodes software								
		Lat	Long	$T_0$ (s)	$F_0$ (Hz)	Bedrock (m)	Acc. Suolo (ag)	$F_0$	Acc max (amax)	Vseq (m/s)	Classe Ntc 18	Ss Ntc 18	$F_a$ (SsxSt)	$F_v$ (SsxSt)	Nota
1	024057L1	45.7070183	11.6500462	0.23	4.30	27	0.1725	2.40	0.2070	421	B	1.20	1.54	1.47	
2	024057L2	45.7219259	11.6578568	0.32	3.10	37	0.1750	2.40	0.2100	376	B	1.20	1.61	1.62	
3	024057L3	45.7304641	11.6648520	0.22	4.60	26	0.1748	2.40	0.2098	434	B	1.20	1.52	1.43	
4	024057L4	45.7375933	11.6620196	0.21	4.70	27	0.1748	2.40	0.2098	467	B	1.20	1.44	1.32	
5	024057L5	45.7351671	11.6504325	0.20	4.90	26	0.1750	2.40	0.2100	476	B	1.20	1.44	1.31	
6	024057L6	45.7418464	11.6417206	0.56	1.80	52	0.1751	2.40	0.2535	255	C	1.45	1.67	2.45	
7	024057L7	45.7430556	11.6521383	0.23	4.30	27	0.1750	2.40	0.2099	402	B	1.20	1.57	1.52	
8	024057L8	45.7424641	11.6641224	0.21	4.70	26	0.1748	2.40	0.2097	440	B	1.20	1.51	1.41	
9	024057L9	45.7460280	11.6765894	0.30	3.40	33	0.1746	2.40	0.2529	341	C	1.45	1.66	1.85	
10	024057L10	45.7598024	11.6894210	0.17	6.00	20	0.1746	2.40	0.2095	473	B	1.20	1.44	1.32	
11	024057L11	45.7529157	11.6695083	0.29	3.40	32	0.1747	2.40	0.2097	379	B	1.20	1.61	1.65	
12	024057L12	45.7485430	11.6598953	0.24	4.10	30	0.1748	2.40	0.2098	436	B	1.20	1.52	1.43	
13	024057L13	45.7559400	11.6541446	1.00	1.00	81	0.1749	2.40	0.2533	229	C	1.45	1.86	2.61	
14	024057L14	45.7656855	11.6560329	0.24	4.10	27	0.1749	2.40	0.2099	410	B	1.20	1.57	1.51	
15	024057L15	45.7706848	11.6480506	0.17	6.00	22	0.1735	2.40	0.2082	520	B	1.20	1.35	1.22	
16	024057L16	45.7642484	11.6266788	0.20	5.10	24	0.1693	2.40	0.2032	444	B	1.20	1.51	1.40	
17	024057L17	45.7616737	11.6071523	0.33	3.10	37	0.1693	2.40	0.2032	366	B	1.60	1.64	1.75	
18	024057L18	45.7535744	11.5995134	0.17	5.80	24	0.1693	2.42	0.2032	549	B	1.60	1.30	1.18	VALLE
19	024057L19	45.7740075	11.6127260	0.18	5.70	26	0.1638	2.42	0.2359	579	B	1.20	1.51	1.39	T2
20	024057L20	45.7719233	11.6224892	0.16	6.20	24	0.1623	2.40	0.2537	598	B	1.51	1.51	1.38	T2
21	024057L21	45.7764507	11.6324348	0.20	5.00	24	0.1741	2.40	0.2507	447	B	1.80	1.80	1.66	T2
22	024057L22	45.7736071	11.6382284	0.42	2.40	44	0.1740	2.40	0.2506	297	C	2.03	2.03	2.52	T2
23	024057L23	45.7804015	11.6423912	0.22	4.50	30	0.1739	2.40	0.2504	499	B	1.66	1.66	1.49	T2
24	024057L24	45.7828707	11.6597163	0.30	3.40	36	0.1734	2.40	0.2497	405	B	1.90	1.90	1.84	T2
25	024057L25	45.7906739	11.6530342	0.16	6.30	22	0.1736	2.40	0.2500	544	B	1.58	1.58	1.43	T2

Tabella 7: Parametri sismici dalle MASW

Conoscendo i valori  $F_a$  ottenuti sul territorio emerge la necessità che gli interventi progettuali futuri ne tengano conto nel calcolo strutturale.

Si ribadisce che il fattore di amplificazione è il prodotto della *fattore stratigrafico* misurato in situ moltiplicato con il *fattore topografico* caratteristico per la morfologia dell'area studiata. Si veda oltre.

## 12.2 AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Il territorio comunale è suddiviso in due macro aree. La prima che occupa la fascia meridionale, è sub-pianeggiante con pendenze minori di  $15^\circ$ , il fattore di amplificazione topografica "**St**" risulta generalmente pari a 1.0, come da norma. La seconda, che comprende i rilievi settentrionali è caratterizzata, invece, da morfologie dotate di acclività maggiori di  $15^\circ$ , oltre che di elementi topografici che inducono fattori di amplificazione maggiori.



La normativa prevede che le possibili zone di amplificazione morfologica vengano valutate per mezzo di procedure semplificate con l'impiego di abachi o schede che si riferiscono a diverse situazioni tipo.

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.

La valutazione del grado di protezione per le situazioni morfologiche (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 8**.

**Tabella 3.2.VI – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$**

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

*Tabella 8: Categorie topografiche (da NTC 2018)*

Il valore  $S_T$  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.

### 12.2.1 VALUTAZIONI PER LE SCARPATE

Il territorio montano di Marostica si presenta, come ampiamente già detto, molto frastagliato morfologicamente parlando e ciò sia per cause naturali (lito-strutturali), sia per azioni antropiche che hanno rimodellato i versanti per renderli "più abitabili", ma talora più a rischio.

Le forme ascrivibili a questa tipologia morfologica (scarpate) sono numerosissime. Pertanto, ai fini anche dello scopo di codesto studio MS, che deve in via prioritaria valutare la suscettibilità sismica territoriale in funzione dei dati acquisiti con le varie tipologie d'indagine, considerando sia la normativa vigente in materia, sia i risultati emersi con lo studio di 1° livello.

Si sono considerati 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, di norma:

- 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.

Si riporta lo schema delle situazioni di scarpata (**Figura 35**):

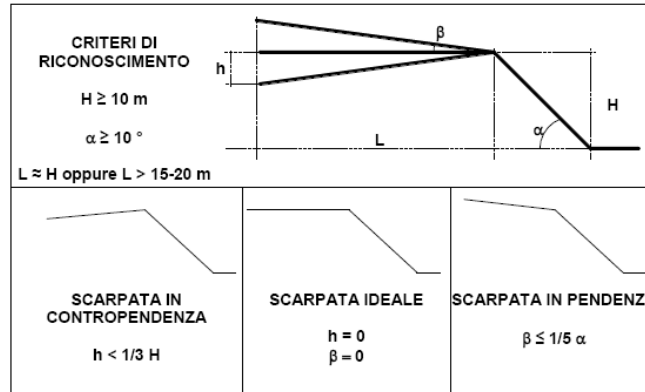


Figura 35: Schemi di riferimento per la scarpata e criteri di riconoscimento

La misura dell'altezza  $H$  è la distanza verticale dal piede sino 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 metri;
- 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 sono, poi, assunte le classi altimetriche della **Tabella 9** dove viene definito il valore di  $Fa$  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 $Fa_{0.1-0.5}$	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 9: - Scenari di pericolosità sismica locale

Il valore di Fa 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 36** esemplifica quanto detto.

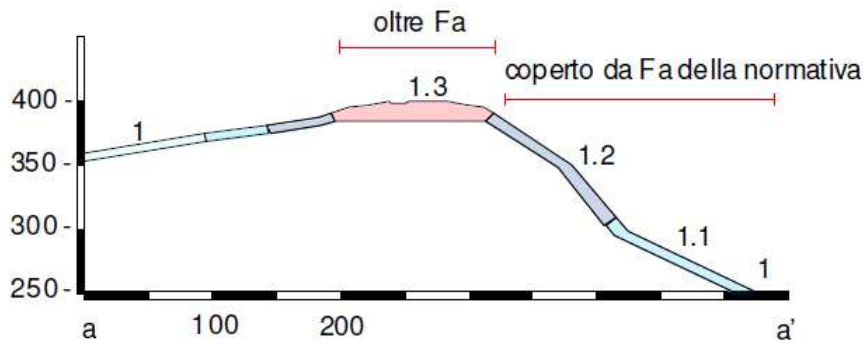


Figura 36: relazione orientativa tra intensità macrosismica, effetti e magnitudo strumentali

Definiti tali parametri, per la metodologia di calcolo si utilizzano gli abachi messi a disposizione nell'Allegato A della DGR1572/2013 che riprendono quelli delle Linee Guida del Dipartimento di Protezione Civile nazionale. Per le scarpate si è utilizzato l'abaco di **Figura 37**, tratto sempre dalle Linee Guida nazionali.

**ABACO SCARPATA**  
VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI MORFOLOGICI

CRITERI DI RICONOSCIMENTO

$H \geq 10 \text{ m}$   
 $\alpha > 15^\circ$   
 $L = H$  oppure  $L > 15-20 \text{ m}$

Fattore di amplificazione per effetto morfologico			
Classe altimetrica	Classe di inclinazione	Fa 0.1-0.5	Area di influenza
$10 \text{ m} < H < 20 \text{ m}$	$15^\circ < \alpha < 90^\circ$	1.1	$Ai = H$
$20 \text{ m} < H < 40 \text{ m}$	$15^\circ < \alpha < 90^\circ$	1.2	$Ai = 3/4 H$
$H > 40 \text{ m}$	$15^\circ < \alpha < 20^\circ$	1.1	$Ai = 2/3 H$
	$20^\circ < \alpha < 40^\circ$	1.2	
	$40^\circ < \alpha < 60^\circ$	1.3	
	$60^\circ < \alpha < 70^\circ$	1.2	
	$\alpha > 70^\circ$	1.1	

Il valore di Fa determinato andrà assegnato al ciglio superiore della scarpata.

Sul fronte superiore il valore va scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario.  
 Lungo la scarpata principale va scalato in modo lineare fino al raggiungimento del valore unitario alla base del fronte stesso.

SULLA BASE DEL VALORE DEL VS30 SI DISTINGUERANNO

SCARPATE IN ROCCIA	SCARPATE IN TERRE
Valutazione degli effetti morfologici	Valutazione degli effetti morfologici + Valutazione degli effetti litologici Fa = Fa morfologico * Fa litologico

Figura 37: Abaco per la definizione di Fa (0.1-0.5s) per scarpate - da LG DGR 1572/13

Alla luce di tutto ciò detto, si sono valutato la scarpata strutturale di Marostica poiché risulta significativa come dimensioni e perché interessa il Capoluogo, zona molto edificata.

<b>SCARPATA STRUTTURALE MAROSTICA:</b>	
Geomorfologia:	Versante
Litologia:	Detrito su Marne
Tipo di Amplificazione:	Topografica
Altezza (H) m:	>100
Angolo alfa:	38°-40° (vedi figura 35)
Angolo beta:	<1/5a (vedi figura 35)
St fattore di amplificazione topografica:	1.3
Fa	1.4 (necessita di procedura di 3° Livello)
Area di influenza dal ciglio (m):	~70 (A=2/3H)

La caratterizzazione di ques'area tiene conto, come detto di quanto indicato dalla normativa.

### 12.2.2 VALUTAZIONI PER CRESTA ROCCIOSA O COCUZZOLO

Si sono considerate zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo quelle formate da pendii con inclinazione maggiore o uguale ai 15°. Il rilievo è stato fatto basandosi sulla base di cartografie (CTRN) e sulle classi di pendenza definite con lo studio di 1° Livello. La larghezza alla base è scelta in corrispondenza di evidenti rotture morfologiche.

La normativa (vedasi Linee Guida del Dipartimento di Protezione Civile e quelle regionali) 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).

Per quanto riguarda le 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° (cresta arrotondata).

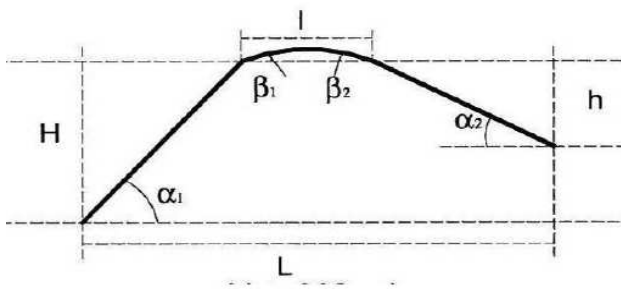
Inoltre, è necessari conoscere la larghezza alla base del rilievo (L); la larghezza in cresta del rilievo (l); dislivello altimetrico massimo (H); il dislivello altimetrico minimo (h) dei versanti ed il coefficiente di forma (H/L).

Definiti tali parametri, per la metodologia di calcolo si sono utilizzati gli abachi messi a disposizione nell'Allegato A della DGR1572/2013 che riprendono quelli delle Linee Guida del Dipartimento di Protezione Civile nazionale.

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.

Sotto è riportato lo schema (**Figura 38**) per la valutazione dei parametri morfologici di riconoscimento di un cocuzzolo e/o cresta suscettibili di amplificazione topografica.





Altezza H	Valori di l
H fino a 20 m	1,5 H
H tra 20 e 40 m	1,2 H
H oltre 40 m	1,0 H

$$h \geq 1/3H$$

$$\alpha \text{ e } \alpha_2 \geq 15^\circ$$

Figura 38: Abaco per la definizione di Fa (0.1-0.5s) da LG DGR 1572/13

In funzione della tipologia di cresta (appuntita o arrotondata) e della larghezza alla base del rilievo, solo per le creste appuntite, si sceglie 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 (**Tabella 10**).

	L > 350	250 < L < 350	150 < L < 250	L < 150
<b>Creste 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>Creste Arrotondate</b>	$Fa_{0.1-0.5} = e^{0.47H/L}$			

Tabella 10: Formule per il calcolo di Fa per diverse tipologie di cresta

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

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 11**.

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 11: Categorie topografiche (da NTC 2018)

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  $F_a$  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.

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 12**. La sigla in lettere si riferisce alla morfologia analizzata e individuabile nella **Figura 39** (estratto da Tav. 4 della Rel. 740-2013).

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

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

Tabella 12:  $F_a$  morfologici per le creste e cocuzzoli

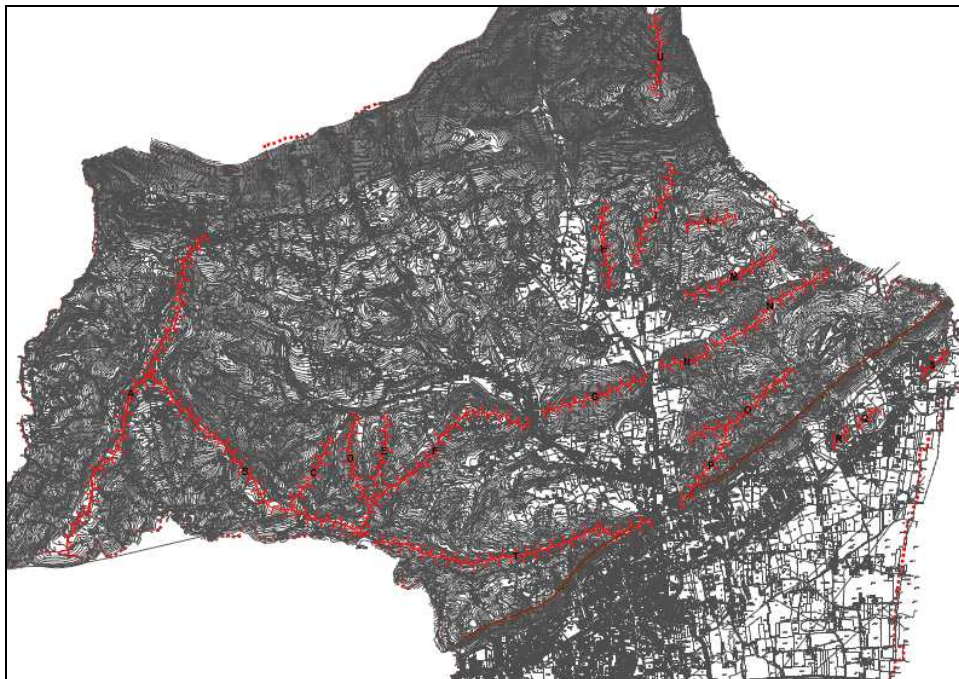


Figura 39: Abaco per la definizione di  $F_a$  (0.1-0.5s) da LG DGR 1572/13



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

Come prescritto dalle L.G., il valore degli effetti morfologici deve essere "sommato" a quello degli effetti litologici ottenuto con le indagini in situ:  $Fa = Fa_{\text{morfologico}} \times Fa_{\text{litologico}}$ . Si veda la **Tabella 7**.

### 12.2.3 INSTABILITA' DI VERSANTE

Il Comune nella sua porzione montuosa presenta una diffusione di fenomeni gravitativi, che si manifestano soprattutto in concomitanza con gli eventi meteorologici significativi.

Si tratta soprattutto di fenomeni limitati arealmente, concentrati lungo la viabilità comunale, ma che proprio perché diffusi e ripetitivi creano ampie zone non idonee dal punto di vista urbanistico, come è stato evidenziato negli elaborati tecnici del PAT. Infatti buona parte dei rilievi sono penalizzati da ciò, come si nota anche dalla **Figura 40**, tratta dalla Carta di Fragilità del PAT.

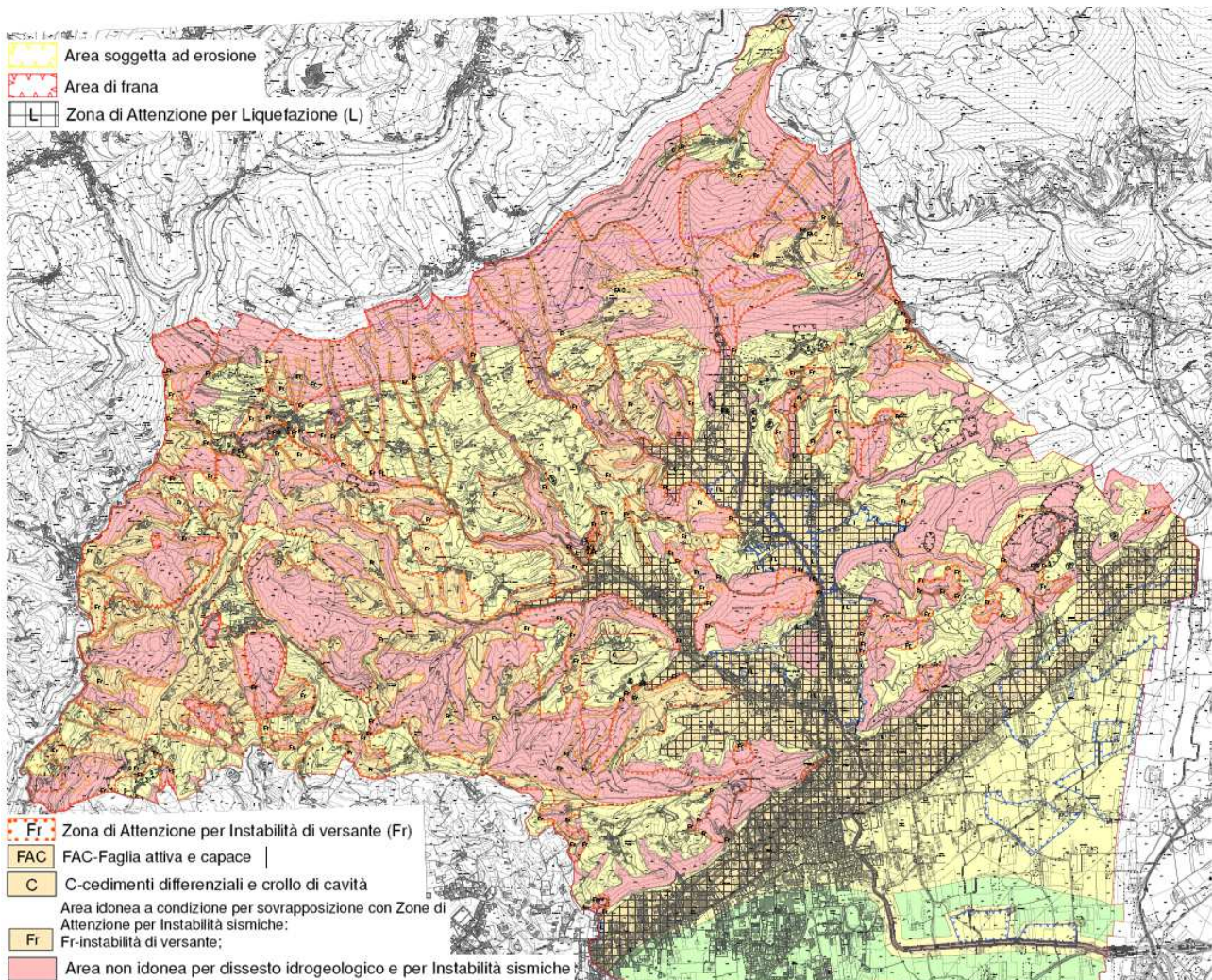


Figura 40: Tavola delle Fragilità del PAT (estratto)

Lo stesso catasto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) dell'ISPRA (**Figura 41**), ne censisce 33, delle quali: nr. 1 di tipo crollo/ribaltamento, nr. 12 di tipo scivolamento rotazionale/traslativo e nr. 20 di tipo colamento rapido (fonte copertura eventi IFFI 2018÷2021). Si

tratta, comunque, di dissesti di limitata superficie, che sono stato accorpati, già in fase di PAT, alle vaste aree non idonee all'urbanizzazione (**Figura 40**). Pertanto, relativamente a questi dissesti, si sottolinea che non possono essere interessati da nuove opere edilizie, quindi, vengono esonerati dalle analisi di stabilità, che saranno, invece, da fare a livello di progettazione se e quando avverrà.

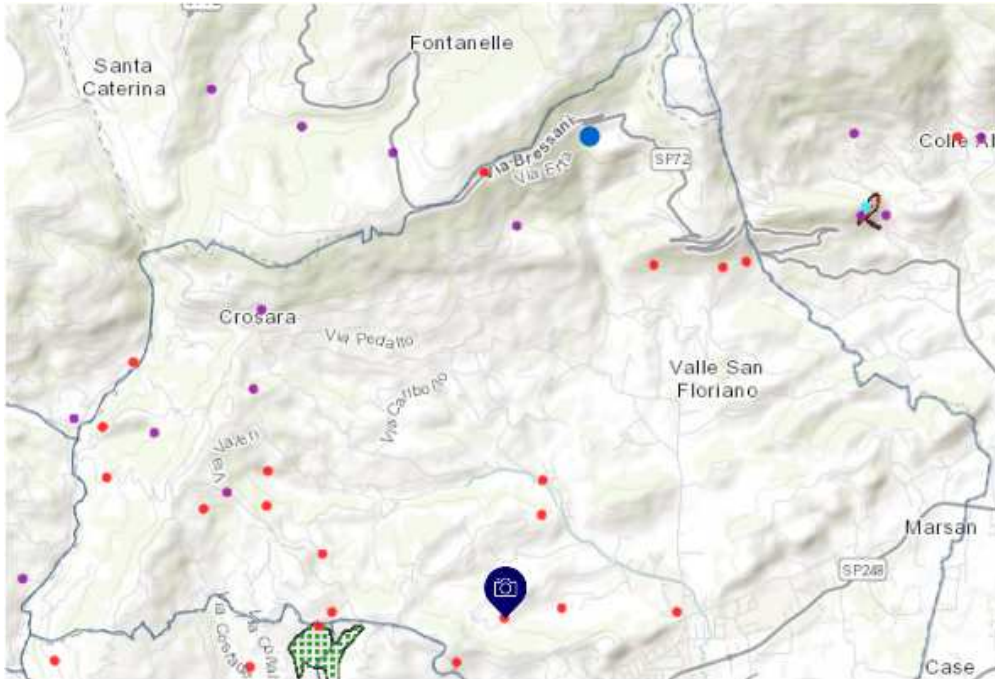


Figura 41: Eventi franosi in Marostica (catasto IFFI)

Si precisa nuovamente che queste aree non possono essere soggette a previsioni urbanistiche che ne incrementino il “carico” edilizio.

Nei casi in cui l'area individuata interessi zone urbanizzate /urbanizzabili o con modifiche e adeguamenti o ristrutturazione degli edifici esistenti si dovrà procedere con l'analisi di Risposta Sismica Locale.



### 12.2.4 ZONA DI FONDOVALLE

Le zone di fondovalle possono dare origine ad amplificazioni anche significative del moto sismico.

Seguendo le indicazioni dell'Allegato A DGR 1572/2013 e riprese nell'Abaco di **Figura 42**, si è ricavato il coefficiente di forma **C** dato dal rapporto **h/l**, dove **h** = spessore della coltre alluvionale e **l** = semiampiezza della valle.

Se  $C < 0.25$  allora la valle si può considerare larga e gli effetti di amplificazione si possono configurare come litostratigrafici.

Se  $C > 0.25$  allora la valle si deve considerare stretta e si devono considerare gli approfondimenti di 3° livello.

Secondo l'Allegato A deve essere verificato anche il rapporto tra il Coefficiente di Forma **C** ed il coefficiente **Cv** che rappresenta il rapporto tra la velocità Vs del substrato e quella dei terreni di copertura.

La formula che deve essere verificata è la seguente.

$$C > \frac{0,65}{\sqrt{Cv - 1}}$$

con:

$$C = h/l$$

$$Cv = V_{s_{sub}}/V_{s_{cop}}$$

$V_{s_{sub}}$ , dalle misurazioni fatte, oscilla tra 750 e 800 m/s, mentre  $V_{s_{cop}}$  per la valle è 201 m/s (MASW 20).

Si evidenzia che la geometria della valle si può riferire alla tipologia di valle larga e che la formula precedente non è mai soddisfatta. Qualora, invece, la formula fosse verificata bisognerebbe passare all'analisi di 3° livello di approfondimento.

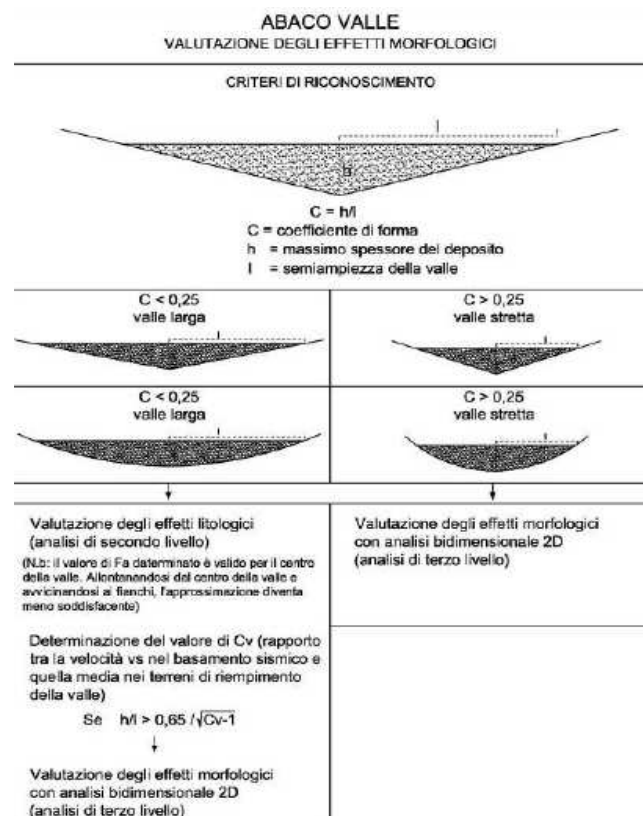


Figura 42. Valutazione morfologica delle valli (da all. A DGR1572/2013).



## 13 VALUTAZIONI DI 3° LIVELLO - RISPOSTA SISMICA LOCALE

### 13.1.1 GENERALITA'

E' risaputo che le condizioni geologiche e morfologiche di un sito sono responsabili di alterazioni delle onde sismiche che si propagano nel sottosuolo; tali alterazioni hanno un peso estremamente rilevante sull'entità dei danni subiti dalle costruzioni a seguito di un evento sismico.

Con lo studio di microzonazione sismica del 2° Livello e con l'elaborazione delle indagini sismiche eseguite si è ricavato il fattore di amplificazione sismica ( $F_a$ ) basandosi sui Criteri di analisi dell'ICMS 2008 e delle NTC 2018.

Per affinare la classificazione del territorio, oltre alle metodologie semiquantitative citate sopra, si è valutata la condizione sismica anche utilizzando un approccio di tipo quantitativo in cui la valutazione della pericolosità sismica locale è stata effettuata ricorrendo a metodologia che può essere classificata come numerica.

La metodologia numerica consiste nella modellazione di situazioni reali mediante un'appropriata e dettagliata caratterizzazione geometrica e meccanica del sito e nella valutazione della risposta sismica locale tramite codici di calcolo matematico più o meno sofisticati.

Le normative nazionali e regionali propongono un approccio numerico (monodimensionale o bidimensionale a seconda dei casi) per la valutazione della reale Risposta Sismica Locale (RSL) del terreno alla scala del singolo sistema geologico.

L'analisi numerica per la valutazione della risposta sismica locale, oltre ad essere più accurata rispetto all'approccio semplificato descritto dalle NTC2018 (categorie di sottosuolo), consente di identificare l'amplificazione stratigrafica nel caso specifico, individuando intervalli di periodo più limitati rispetto a quelli di normativa e di conseguenza ottenere dimensionamento strutturale più economico.

L'elaborazione ha permesso di valutare l'amplificazione dell'impulso sismico al suolo e di quantificare gli spettri di risposta sulla base di terremoti di riferimento (TR 475 anni con smorzamento pari al 5%).

Si è eseguita la valutazione della risposta sismica locale (RSL) mediante codice numerico che, oltre ad essere più accurata rispetto all'approccio semplificato descritto dall'NTC2018 (categorie di sottosuolo), consente di identificare l'amplificazione stratigrafica nel sito specifico. Il codice numerico utilizzato è LSR2D vers.5.0.3 della Ditta Stacec®.

Il software LSR2D (Local Seismic Response 2D), alla stregua di software ben noti dalla comunità scientifica (es. QUAD4 e QUAD4M), consente di effettuare una modellazione monodimensionale e bidimensionale mediante un approccio agli elementi finiti, nel dominio del tempo, in tensioni totali, utilizzando un modello meccanico di sottosuolo alla Kelvin-Voigt.

Si è implementato il codice assumendo la stratigrafia emersa con le indagini; le curve di decadimento considerando le variazioni del modulo di taglio  $G$  e del rapporto di smorzamento viscoso  $D$ , data la non linearità dei materiali con il livello deformativo; il  $\gamma$  del terreno. Vista la topografia e la litologia del sito, si è assunto un modello bidimensionale (2D).

L'analisi è stata fatta sulla base di 7 accelerogrammi ricavati con il software REXEL v. 3.5, il quale permette la ricerca di combinazioni di accelerogrammi naturali compatibili con gli spetti delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2018), dell'Eurocodice 8 (EC-CEN 2003), dell'ASCE/SEI 7-10 (ASCE, 2010). Il software REXEL (Iervolino et al. 2009) contiene un elevato numero di terremoti e consente di effettuare ricerche di eventi sismici compatibili, per numero e caratteristiche, con le indicazioni NTC2018

La scelta degli accelerogrammi utili è stata compiuta sulla base dei distretti sismici dell'area d'interesse e, sulla base della posizione in ciascuno di essi, dalla distanza dall'epicentro, dalle PGA, dalle intensità sismiche previste etc.

L'utilizzo di 7 accelerogrammi permette la validazione statistica del procedimento, conferendo una robustezza di calcolo accettabile. Si veda la **Tabella 13**.

Waveform ID	Earthquake ID	Station ID	Earthquake Name	Date	Mw	Fault Mechanism	Epicentral Distance [km]	PGA_X [m/s <sup>2</sup> ]	PGA_Y [m/s <sup>2</sup> ]	PGV_X [m/s]	PGV_Y [m/s]	ID_X	ID_Y	Np_X	Np_Y	EC8 Site class
7142	2309	ST539	Bingol	01/05/2003	6.3	strike slip	14	5.0514	2.9178	0.336	0.2097	7.3341	8.4263	0.64556	0.85171	A
1891	651	ST1320	Kranidia	25/10/1984	5.5	?	23	0.3488	0.2552	0.0107	0.0227	8.0673	4.4419	0.77818	0.61965	A
789	355	ST225	Umbria Marc	12/10/1997	5.2	oblique	22	0.2465	0.1874	0.0148	0.0109	5.973	6.7536	0.55583	0.76796	A
342	307	ST124	Cazulas	24/06/1984	4.9	oblique	24	0.1501	0.1735	0.0139	0.0089	5.5538	7.8634	0.72104	0.50194	A
6332	2142	ST2483	South Iceland	21/06/2000	6.4	strike slip	6	5.1881	5.5698	0.218	0.8303	6.6884	2.0632	0.70838	0.69452	A
55	34	ST20	Friuli	06/05/1976	6.5	thrust	23	3.4985	3.0968	0.2061	0.3262	6.9175	7.2301	0.56953	0.68607	A
6326	2142	ST2496	South Iceland	21/06/2000	6.4	strike slip	14	1.7476	1.1423	0.0966	0.1765	4.2231	5.5569	0.50963	0.59964	A

*Tabella 13: I sette accelerogrammi di input*

Il modello di Risposta Sismica Locale (RSL), implementato mediante il codice di calcolo **LSR2D**. Tale codice, prodotto dalla ditta Stacec srl, consente di effettuare un'analisi di Risposta Sismica Locale di tipo monodimensionale o bidimensionale, lineare equivalente, con il metodo agli elementi finiti.

Il deposito viene discretizzato in una mesh di elementi di forma triangolare o quadrangolare, consentendo una efficace modellazione della variazione geometrica del contatto deposito-basamento, così come delle irregolarità della superficie topografica e dei contatti stratigrafici.

La verifica dell'amplificazione locale, tramite l'utilizzo di LSR2D si compone di due fasi: 1) elaborazione del modello e 2) simulazione degli effetti indotti dal sisma di progetto. La prima fase consiste nel costruire il profilo topografico e la stratigrafia del sottosuolo di riferimento, rappresentata da strati (layer) a differente tessitura e da diversi valori delle onde di taglio S (Vs). Il modello geologico è basato sugli esiti delle indagini sismiche eseguite per codesto lavoro (MASW "agganciata" alla stratigrafia locale).

Dall'implementazione del modello all'interno del codice di calcolo, si ottengono diverse informazioni relative ad alcuni parametri fondamentali quali: pseudo-accelerazione spettrale (**PSA**), pseudovelocità spettrale (**PSV**), spostamento spettrale (**SD**).

Si rammenta che la PSA è utilizzata nella modellazione per diversi valori di periodo, da 0 a 4 secondi (valori equiparabili ad edifici di altezza variabile da un piano fino a torri molto alte).

La PSV, compresa tra 0 e 4 secondi, nei diversi strati della colonna litologica è utilizzabile per il calcolo del fattore **SI**, Intensità Spettrale di Housner.

L'intensità di Housner (SI) è un indicatore della pericolosità sismica ed è definito come l'area sottesa dello spettro di risposta di pseudovelocità in un intervallo prefissato di frequenze. Questa grandezza è direttamente correlabile all'energia che viene dissipata nelle strutture durante un terremoto, e quindi espressione del possibile grado di danneggiamento subito dagli edifici.

Infatti, lungo la sezione di analisi si sono ricavati sul punto di controllo presso il sito investigato (vedasi in sintesi la Figura sotto):

- i fattori di amplificazione (FH) ottenuti dal rapporto dell'intensità di Housner tra il bedrock ed i terreni in superficie per tempi  $0.1 \div 0.5$  sec e  $0.1 \div 1.0$  sec basati sul fattore velocità e
- i fattori  $F_a$ , basati sulle accelerazioni, per intervalli di tempo  $0.1 \div 0.5$  sec,  $0.4 \div 0.8$  sec e  $0.7 \div 1.1$  sec.

### 13.1.2 VALLE DI VALLONARA

Si è costruito il modello ed assegnate le condizioni al contorno al fine di ottenere gli spostamenti in corrispondenza delle frontiere laterali del modello uguali a quelli di una colonna di terreno isolata in condizioni di campo libero (**Figura 45**).

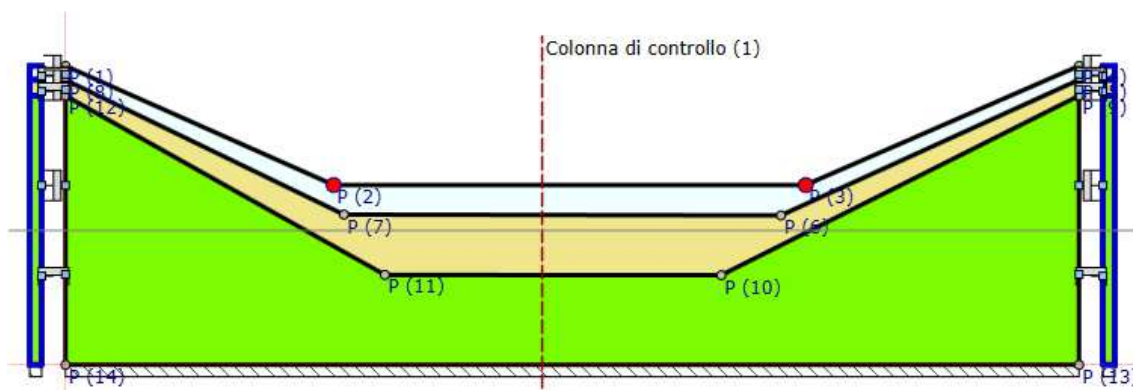


Figura 45. Modello numerico assunto per Vallonara

In sintesi, senza illustrare tutti i risultati ottenuti, ma esplicitando quelli utili per questo lavoro, si mostra nella **Figura 46** l'andamento dell'accelerazione massima  $a_{max}$ , la quale caratterizza il sito con valori tra  $2.1 \text{ m/s}^2$  e  $4.4 \text{ m/s}^2$ .



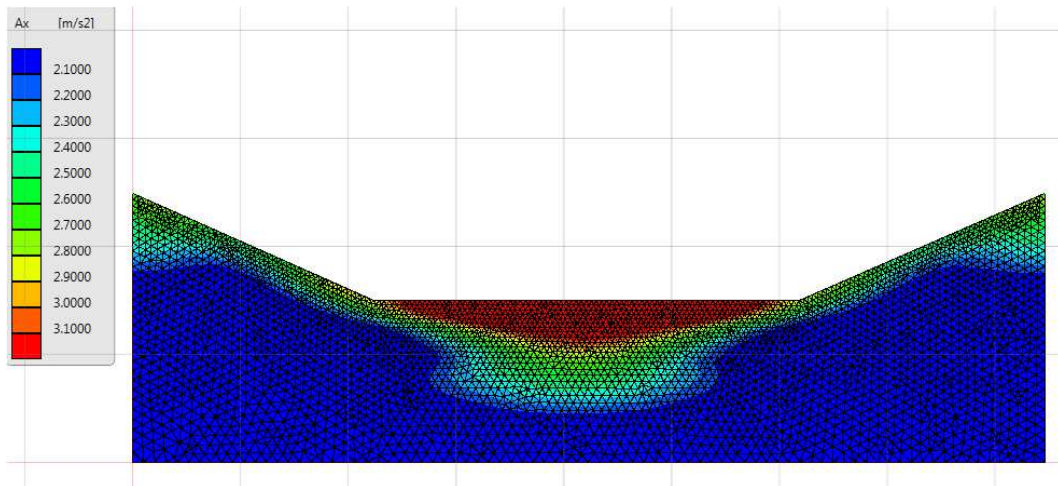


Figura 46. Distribuzione di  $A_{max}$  ( $m/s^2$ ) per l'area in studio

La **Figura 47** mostra, invece, lo sviluppo dell'accelerazione sismica ( $m/s^2$ ) e della velocità ( $m/s$ ) lungo la verticale della colonna di controllo a fondo valle (vedasi Figura 45).

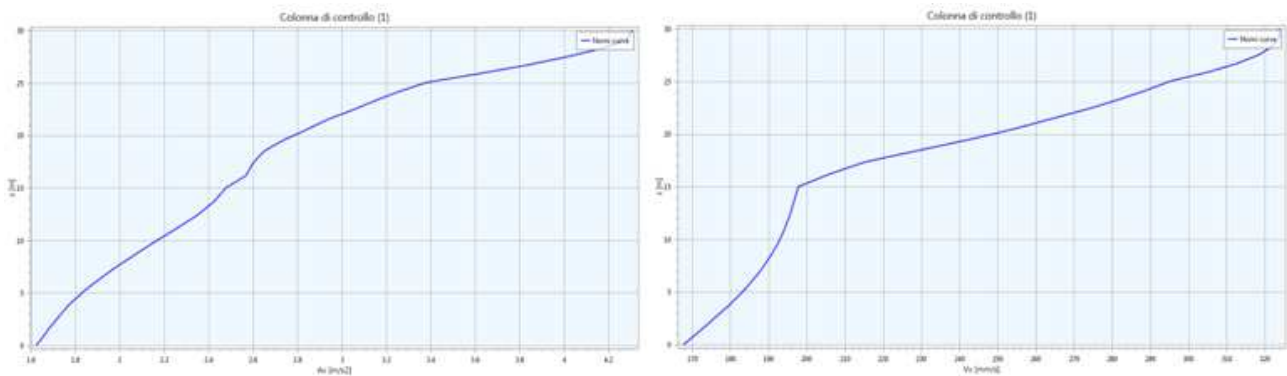


Figura 47. Distribuzione di  $A_{max}$  ( $m/s^2$ ) e  $V$  ( $m/s$ ) lungo la colonna di controllo

Infine, i valori di  $F_a$  per tre intervalli di tempo  $01 \div 05$ ,  $04 \div 0.8$  e  $0.7 \div 1.1$  sono riassunti nella **Tabella 12** e nella **Figura 47**.

In entrambe sono riportati anche i valori dei fattori di amplificazione calcolato in termini di PGA.

		Posizione	
		P2	P3
$F_a$	01÷05	1.45	1.39
$F_a$	04÷08	1.37	1.32
$F_a$	07÷1.1	1.39	1.37
PGA/PGA $\emptyset$		1.39	1.36

Tabella 14: Valori di  $F_a$  per differenti periodi alle diverse distanze di controllo

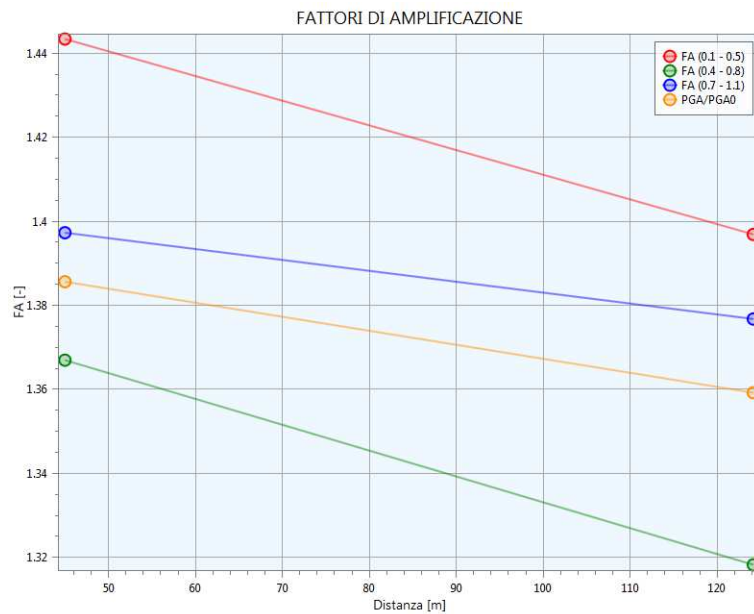


Figura 48. Valori di Fa per differenti periodi alle diverse distanze di controllo

Da notare che il primo intervallo pari a 0.1÷0.5 secondi è significativo per le strutture più rigide a basso periodo proprio; i rimanenti con periodi 0.4÷0.8 sec e 0.7÷1.1 sec per strutture più flessibili ed elevato periodo proprio.

### 13.1.3 VALLE TRA MIESA E COSTADOLO

Si è costruito il modello ed assegnate le condizioni al contorno al fine di ottenere gli spostamenti in corrispondenza delle frontiere laterali del modello uguali a quelli di una colonna di terreno isolata in condizioni di campo libero (**Figura 49**).

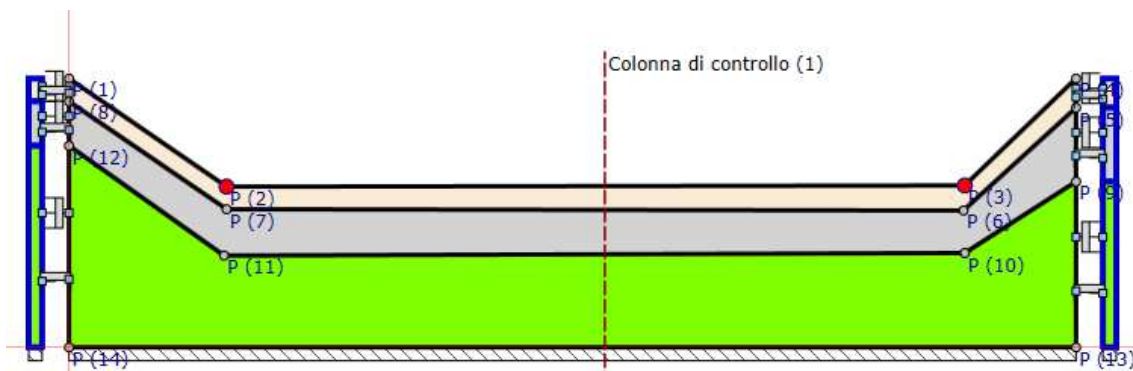


Figura 49. Modello numerico assunto per Miesa-Costadolo

In sintesi, senza illustrare tutti i risultati ottenuti, ma esplicitando quelli utili per questo lavoro, si mostra nella **Figura 50** l'andamento dell'accelerazione massima  $a_{max}$ , la quale caratterizza il sito con valori tra 2.1 m/s<sup>2</sup> e 3.4 m/s<sup>2</sup>.

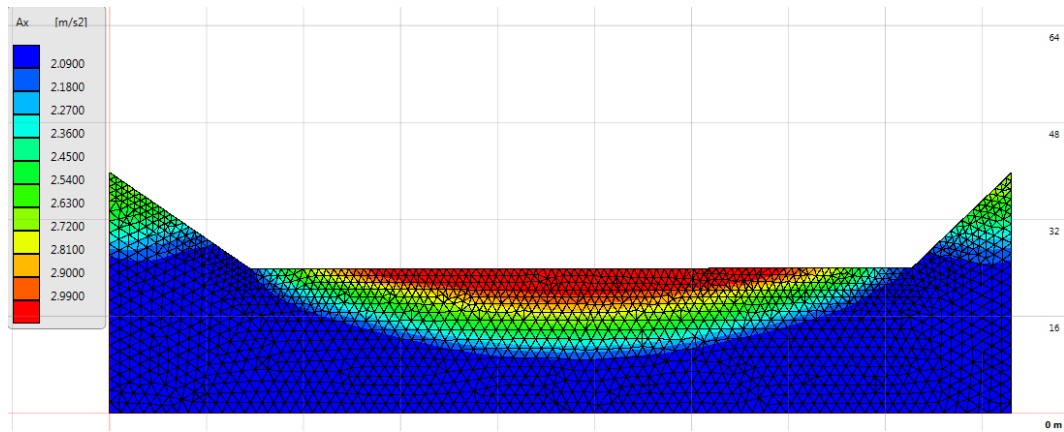


Figura 50. Distribuzione di  $A_{max}$  ( $m/s^2$ ) per l'area in studio

La **Figura 51** mostra, invece, lo sviluppo dell'accelerazione sismica ( $m/s^2$ ) e della velocità ( $m/s$ ) lungo la verticale della colonna di controllo a fondo valle (vedasi Figura 49).

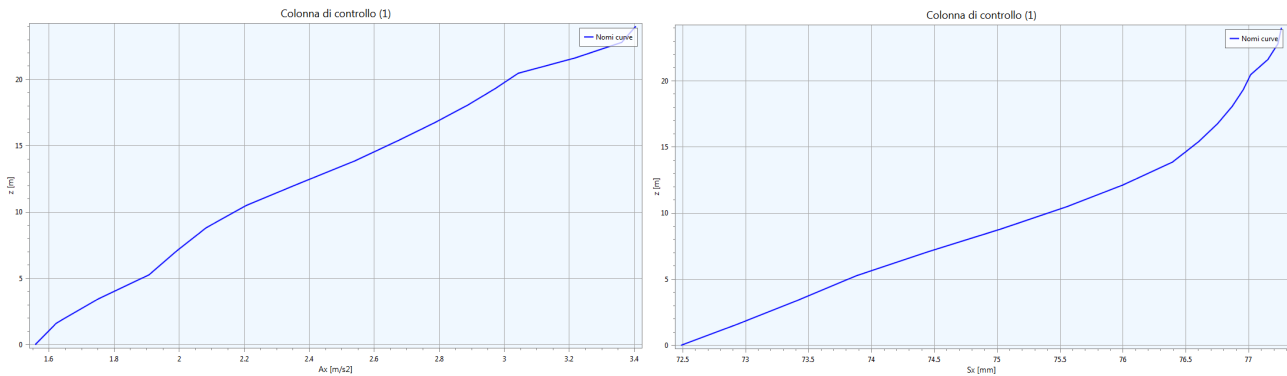


Figura 51. Distribuzione di  $A_{max}$  ( $m/s^2$ ) e  $V$  ( $m/s$ ) lungo la colonna di controllo

Infine, i valori di  $F_a$  per tre intervalli di tempo  $01 \div 05$ ,  $04 \div 08$  e  $0.7 \div 1.1$  sono riassunti nella **Tabella 15** e nella **Figura 52**.

In entrambe sono riportati anche i valori dei fattori di amplificazione calcolato in termini di PGA.

		Posizione	
		P2	P3
Fa	01÷05	1.01	0.92
Fa	04÷08	1.20	1.31
Fa	07÷1.1	1.51	1.63
PGA/PGAØ		1.08	1.07

Tabella 15: Valori di  $F_a$  per differenti periodi alle diverse distanze di controllo

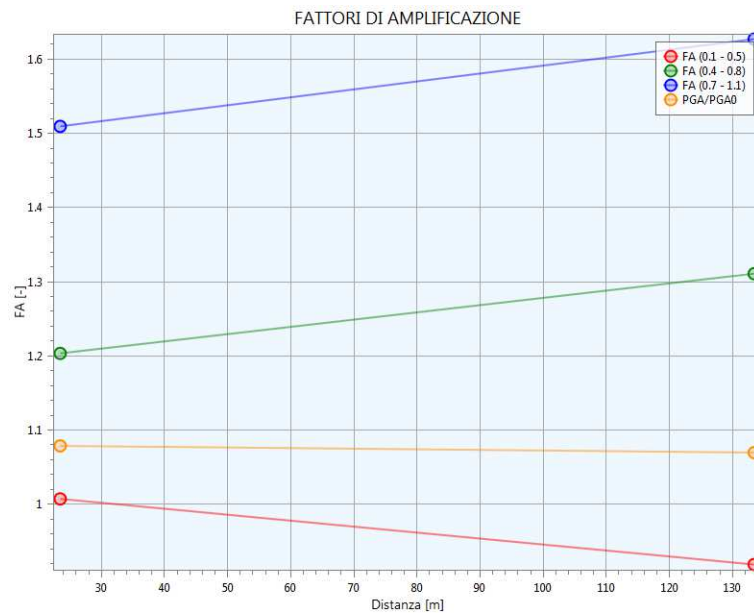


Figura 52. Valori di Fa per differenti periodi alle diverse distanze di controllo

Da notare che il primo intervallo pari a  $0.1 \div 0.5$  secondi è significativo per le strutture più rigide a basso periodo proprio; i rimanenti con periodi  $0.4 \div 0.8$  sec e  $0.7 \div 1.1$  sec per strutture più flessibili ed elevato periodo proprio.

#### 13.1.4 ZONA CON CAVITÀ SOTTERRANEE

Il versante carbonatico sopra Marostica è caratterizzato, per le componenti litologiche carbonatiche, da manifestazioni carsiche rappresentate in superficie da doline, uvale, ma anche da ampie superfici intensamente fratturate e destrutturate a causa degli agenti fisici esogeni o delle condizioni strutturali. Ciò induce nel sottosuolo comportamenti differenti nei riguardi della risposta generale in caso di sisma, quindi di "riordino" tra massa e vuoto. Si ritiene che il censimento e la valutazione di tali fenomeni sia prettamente di carattere geologico-geofisico, ma di complessa in fase di pianificazione, da fare in fase progettuale con adeguate e specifiche indagini geognostiche e geofisiche, le quali oltre ad essere particolarmente costose, sono finalizzate a caratterizzare un'area puntuale.

Pertanto, tali studi devono essere attuati nella fase di progetto dell'intervento edilizio, permettendo così di adeguare sia in termini di fattibilità, sia di vincolistica la struttura in progetto, previo, nello specifico, un adeguato studio della Risposta Sismica Locale (RSL).

### 13.2 ESTENSIONE DELLE VALUTAZIONI DA INDAGINI IN SITU

Si sono valutate le condizioni sismiche del territorio basandosi sulle verticali geognostico/geofisiche eseguite nel territorio comunale che sono state, come già scritto, 25 MASW e 10 DPSH, ma anche sui dati geologici di base rappresentati dalle cartografie geologiche esistenti.

Si è voluto, però, ampliare le conoscenze del sottosuolo rielaborando le indagini eseguite nello studio precedente e basate sull'acquisizione del rumore sismico mediante tromografo. Ciò al fine di capire se i risultati acquisiti con le specifiche indagini sopra elencate potevano essere confermati / ampliati al restante territorio. Il numero complessivo delle indagini HVSR, eseguite precedentemente, è di 29. Si è consci che l'utilizzo di tale strumentazione risulta sicuramente utile per la definizione della frequenza di risonanza del sottosuolo, ma se idoneamente agganciato alle discontinuità stratigrafiche acquisite in loco con altre indagini, tra l'altro qui numerose, si può arrivare a definire le Vs ed di altri indici del sottosuolo investigato. La letteratura scientifica internazionale è piena di esempi.

A tal riguardo si riportano i risultati di uno studio (vedasi sotto) eseguito dal Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida pubblicato nella Rivista GNGTS 2015 - Sessione 2.2, dal titolo "Applicabilità degli abachi per la microzonazione sismica di livello 2", redatto dal Gruppo di Lavoro "Abachi" di cui fanno parte:

- Dario Albarello, *Università di Siena - Dipartimento Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente*
- Massimo Baglione, *Regione Toscana - Settore Sismica*
- Simone Barani, *Università di Genova - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita*
- Daniele Bottero, *Regione Liguria - Settore Assetto del Territorio*
- Sergio Castenetto, *DPC - Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico*
- Antonio Colombi, *Regione Lazio – Agenzia Regionale di Protezione Civile*
- Massimo Compagnoni, *Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale*
- Vittorio D'Intinosante, *Regione Toscana – Settore Sismica*
- Roberto De Ferrari, *Università di Genova - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita*
- Eugenio Di Loreto, *Regione Lazio - Direzione Regionale Infrastrutture, Ambiente e Politiche Abitative*
- Pierangelo Fabbroni, *Regione Toscana - Settore Sismica*
- Gabriele Ferretti, *Università di Genova - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita*
- Luca Martelli, *Regione Emilia-Romagna - Servizio geologico, sismico e dei suoli*
- Giuseppe Naso, *DPC - Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico*
- Floriana Pergalani, *Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale*
- Giacomo Peruzzi, *Università di Siena - Dipartimento Scienze Fisiche, della Terra e dell'Ambiente*
- Daniele Spallarossa, *Università di Genova - Dipartimento di Scienze della Terra dell'Ambiente e della Vita*
- Alberto Tento, *CNR – Istituto per le Dinamica dei Processi Ambientali.*

Partendo da tale assunto si sono confrontati i valori di  $V_{s_{eq}}$ ,  $F_a$  e  $F_v$  ottenuti con le differenti indagini.

La **Tabella 16** mostra i dati per le singole indagini HVSR eseguite.



Parametri sismici							Parametri sismici						
Nr Indagine	Codice Indagine	Vs eq	ICMS		Classe suolo	Ss Ntc 2018	Nr Indagine	Codice Indagine	Vs eq	ICMS		Classe suolo	Ss Ntc 2018
			Fa (SsxSt)	Fv(SsxSt)						Fa (SsxSt)	Fv(SsxSt)		
1	024057P42	408	1.1	1.3	B	1.2	16	024057P57	570	1.1	1.1	B	1.5
2	024057P43	559	1.1	1.1	B	1.2	17	024057P58	457	1.5	1.4	B	1.2
3	024057P44	nd	nd	nd	nd	nd	18	024057P59	360	1.0	1.4	C	1.2
4	024057P45	321	1.0	1.4	C	1.5	19	024057P60	945	1.0	1.0	A	1
5	024057P46	410	1.0	1.3	B	1.5	20	024057P61	221	1.1	1.7	C	1.5
6	024057P47	185	1.4	2.2	C	1.5	21	024057P62	158	0.8	1.6	D	1.8
7	024057P48	214	1.0	1.5	C	1.5	22	024057P63	390	1.2	1.6	B	1.2
8	024057P49	313	1.9	1.3	C	1.5	23	024057P64	242	1.0	1.4	C	1.5
9	024057P50	312	1.0	1.3	C	1.5	24	024057P65	318	1.1	1.5	C	1.5
10	024057P51	275	1.3	1.7	C	1.5	25	024057P66	529	1.2	1.1	B	1.2
11	024057P52	660	1.2	1.0	C	1.2	26	024057P67	239	1.1	1.4	C	1.5
12	024057P53	373	1.4	1.5	B	1.2	27	024057P68	605	1.6	1.1	B	1.2
13	024057P54	373	1.0	1.5	B	1.2	28	024057P69	318	1.3	1.7	C	1.5
14	024057P55	522	1.4	1.3	B	1.2	29	024057P70	282	1.9	1.2	C	1.5
15	024057P56	225	1.1	1.6	C	1.2							

Tabella 16: - Parametri sismici ricavati dalle HVSR.

Lo scarto in valore assoluto tra i risultati finali delle diverse indagini MASW vs HVSR) oscilla intorno al 10% per le  $Vs_{eq}$  ed fattori di amplificazione Fa e Fv. Quindi non eccessivo.

### 13.3 SOTTOSUOLO E FREQUENZE

Analizzando i risultati H/V ottenuti nelle zone interessate dallo studio superiore al 1° Livello si possono fare le seguenti osservazioni:

Si è cercato di trovare una caratterizzazione di frequenza per i due domini, che suddividono il territorio comunale. Pertanto, si è provato a raggruppare i risultati HVSR al fine di poter individuare delle possibili zone con caratteri di frequenza omogenei o quasi.

I grafici della **Figura n.53** per la zona montana, della **Figura n.54** per quella pedemontana, della **Figura n.55** per i fondovalle e della figura n.48 per la zona di pianura mostrano le elaborazioni con il software Grilla® delle registrazioni HVSR eseguite nei vari siti del territorio comunale.

Nell'area montana si nota il decorso piatto e prossimo a 1÷1.5 H/V a partire da ~1.5 Hz in giù. La mancanza di picchi porta a dedurre che il principale limite d'impedenza (bedrock sismico) si trova, nei siti investigati, scarsa a profondità metrica - **Figura 45**.

Sono presenti dei picchi pronunciati, ma solo ad alcuni siti compresi tra 10 e 18 Hz, che possono essere messi in relazione ad una transizione litologica importante (bedrock sismico) trattandosi di siti posti su versanti poco acclivi dove il substrato è di norma poco profondo (5÷8 m max), come testimoniano anche le indagini geonostiche pregresse.

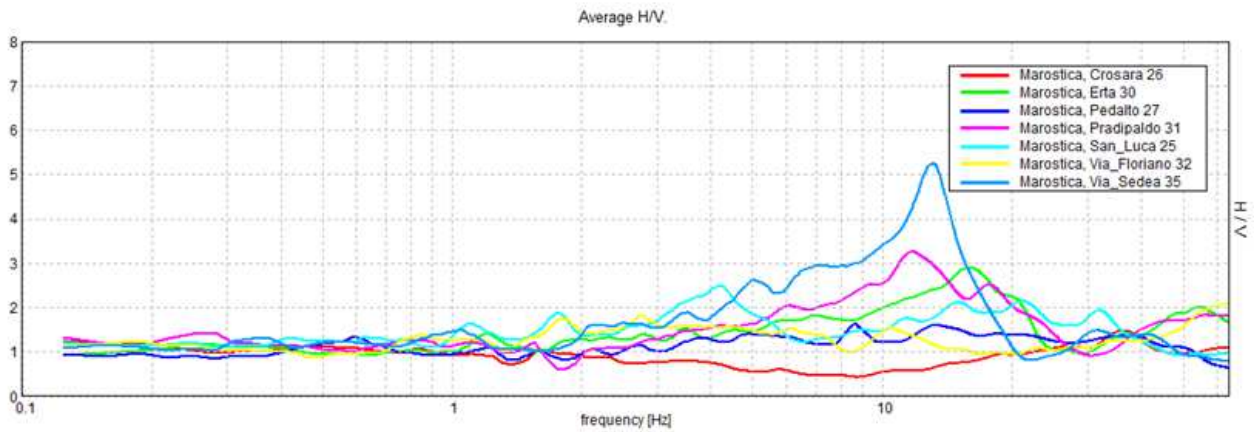


Figura 53. RegISTRAZIONI HVSR in area montana

Per l'area pedemontana, le alterne deposizioni di materiale in questa fascia inducono anche frequenze fondamentali dei terreni "caotiche", senza una netta distinzione tra materiale sciolto e bedrock sismico - **Figura 54**. Le stesse profondità ricavabili dalla Tabella 6 indicano che il substrato è variabile.

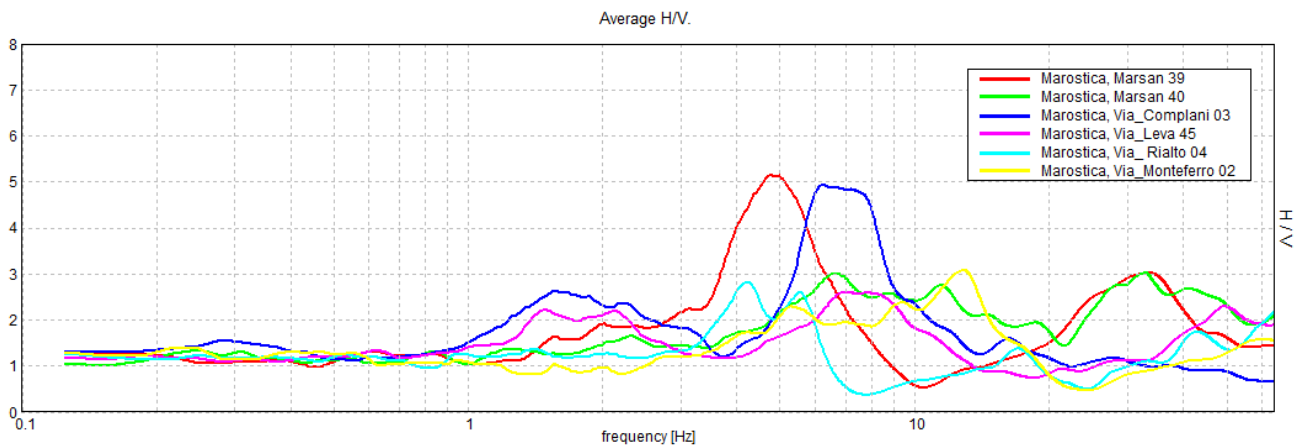


Figura 54. RegISTRAZIONI HVSR in area pedemontana

Le indagini HVSR delle zone di fondovalle investigate (**Figura 55**) presentano picchi con ampiezze maggiori di 3, ma distribuiti su frequenze differenti, ciò in relazione alle condizioni stratigrafiche locali, come prima il substrato risulta estremamente variabile.

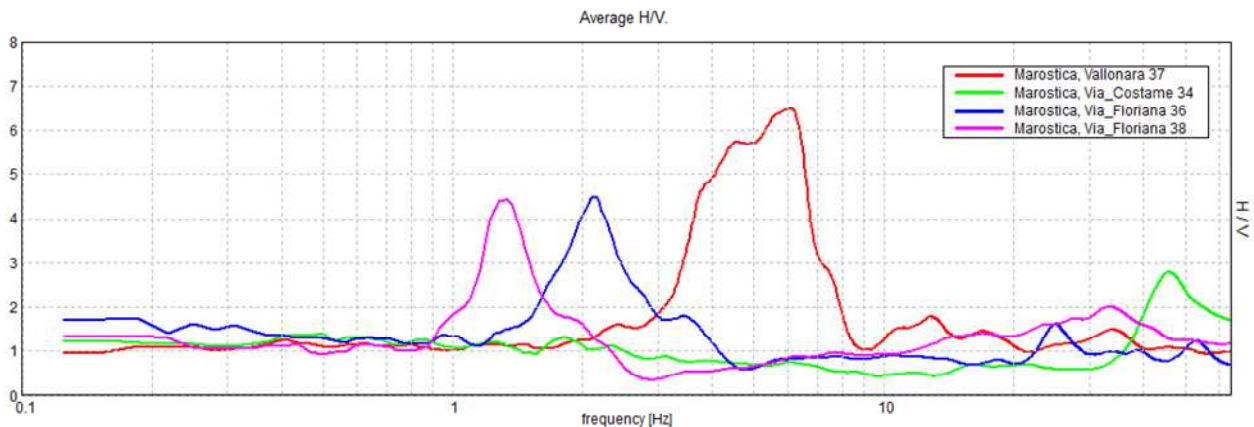


Figura 55. RegISTRAZIONI HVSR in area di fondovalle

Le indagini HVSR della zona di pianura (**Figura 56**) presentano picchi con ampiezze minori di 3, concentrati ad una frequenza di ~1 Hz e successivamente di 8 Hz, che portano a ipotizzare un bedrock sismico oscillante tra 20 e 100 metri in relazione al luogo d'indagine.

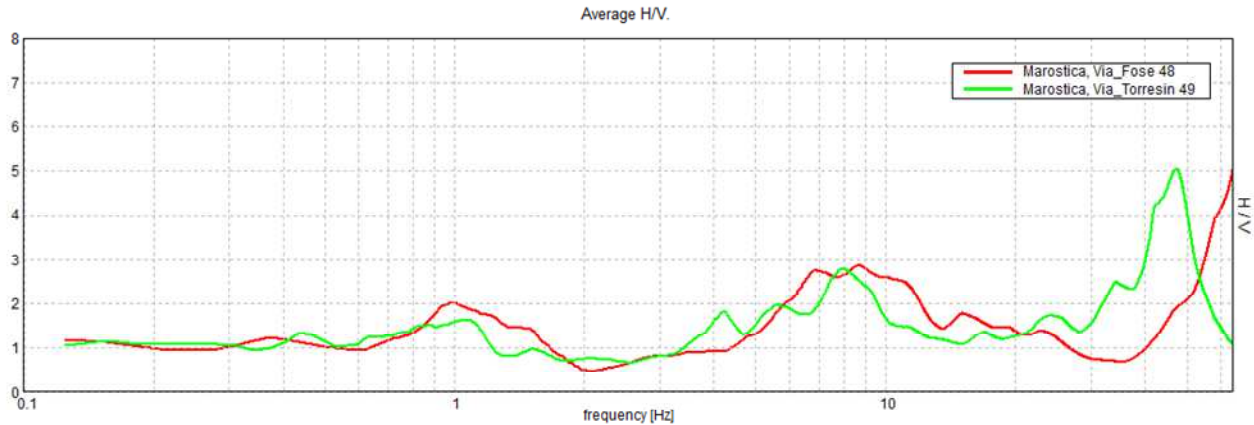


Figura 56. RegISTRAZIONI HVSR in area di pianura

### 13.4 FREQUENZA E STRUTTURE

Si fa cenno, qui, alle applicazioni che la metodologia d'indagine usata (HVSR) ed i parametri da essa derivati possono avere in relazione ai problemi di vibrazione delle strutture.

E' stato dimostrato che la vulnerabilità agli eventi sismici di un edificio di costruzione relativamente recente è solo marginalmente collegabile alle modalità costruttive dello stesso. Molto più gravoso è l'effetto dell'amplificazione sismica locale, che tende ad aumentare in maniera importante l'intensità delle forze sismiche agenti sulla struttura.

In particolare se la frequenza di risonanza dell'edificio è confrontabile con quella dei terreni di fondazione si verifica il fenomeno della risonanza accoppiata che comporta un'amplificazione delle sollecitazioni sismiche sull'opera.

Al fine di valutare tale rischio è, pertanto, necessario considerare se la frequenza di risonanza fondamentale dell'edificio corrisponde con uno dei picchi di risonanza del terreno di fondazione evidenziati con l'indagine HVSR.

E' risaputo 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 la **Figura 57**.

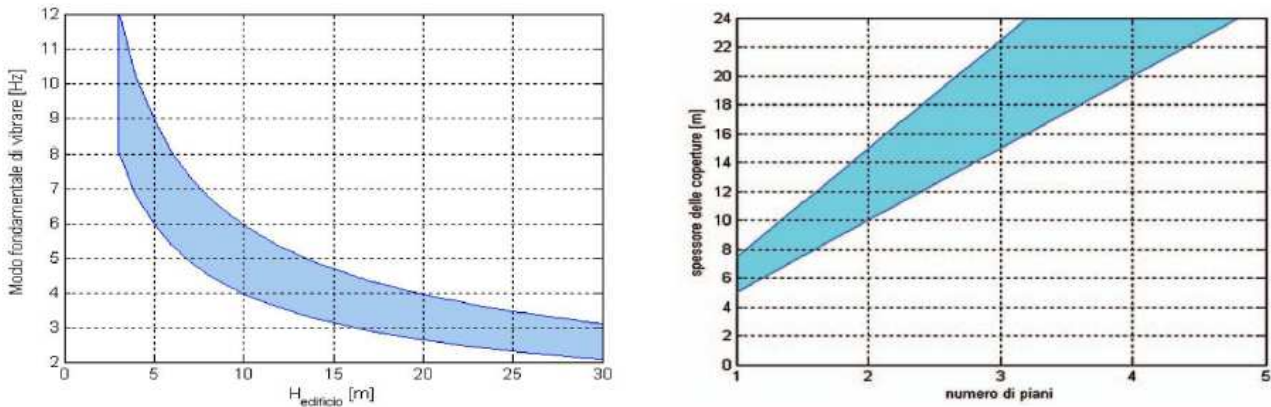


Figura 57: Relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato. La zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza.

A Marostica le strutture edilizie sono prevalentemente regolari, abbastanza rigide e relativamente basse, normalmente non si superano i 5 piani abitativi.

Esse rientrano nell'intervallo di oscillazione di  $0,1 \div 0,5$  s; mentre nel secondo intervallo tra 0.5-1.5 s rientrano le strutture più alte e flessibili.

Detto ciò, osservando i grafici della Figura 57, si può valutare, da parte dei tecnici progettisti, 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 zone di territorio investigate si può ragionevolmente evidenziare che picchi di frequenza  $5 \div 8$  Hz, che compaiono nelle curve H/V, ad esclusione della zona montana, portano a dire che sono gli edifici di altezza pari a  $6 \div 10$  metri quelli soggetti a doppia risonanza.*

In fase di progettazione esecutiva pertanto si dovrà aver cura di verificare che a tali picchi non corrisponda la frequenza di risonanza fondamentale degli edifici.

### 13.5 CALCOLO E MAPPATURA DELLA POSSIBILE LIQUEFAZIONE

Sulla base della Carta Idrogeologica redatta per il PAT e riferendosi alla fascia di pianura ed ai fondovalle, la soggiacenza media della tavola d'acqua sotterranea varia entro l'intervallo di soggiacenza di  $5 \div 10$  metri a Sud di Via Torresin fino al confine comunale, ma anche a Nord della SP Gasparona e 248 fino a Contrà Tonioli-Marsan e poi nei fondovalle Longhera÷Vallonara e Valle di San Floriano.

La rimanente area di pianura tra il Capoluogo e via Torresin è caratterizzata da una soggiacenza maggiore di 10 metri. Tutte queste aree citate soffrono, però, di drenaggio insufficiente sia per mancanza di rete di smaltimento sia di terreni adeguatamente drenanti.

Sulla base delle indagini geognostiche sia pregresse, sia eseguite per codesto studio, il

materasso sciolto è costituito da sabbie ghiaiose±limose alternate a modesti strati limoso-argillosi posti a più livelli e più potenti nei fondovalle a Nord del Capoluogo.

Una prima valutazione, seppur generica, è che l'area comunale non rientra tra le aree classificate a potenziale rischio liquefazione sulla base dei terremoti storici. Come mostra la **Figura 58**.

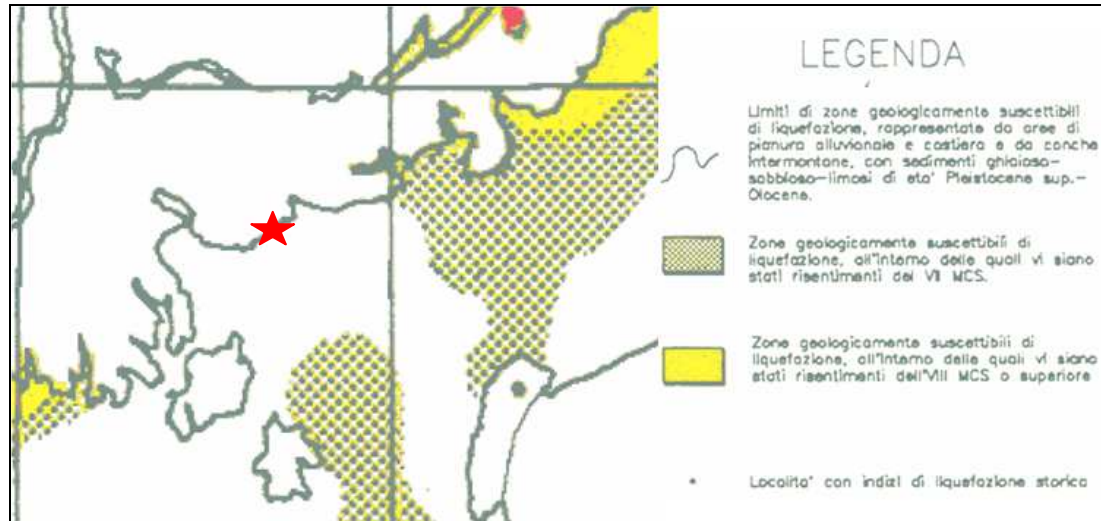


Figura 58. Aree suscettibili di liquefazione su dati storici (da Galli e Meloni, 1993 - ISMES)

A livello di piano, una valutazione del potenziale pericolo di liquefazione è stata fatta mediante i metodi "empirici". Tra i metodi empirici si sono utilizzati quello di Ambraseys (1991) e quello di Galli (2000), che correlano la distanza epicentrale del sito in studio con la magnitudo di soglia del sisma, cioè con quella magnitudo che può indurre fenomeni di liquefazione in terreni suscettibili. La relazione di Ambraseys (1991) è la seguente:

$$M_c = -0.31 + 2.65 \times 10^{-8} \times dist \times 100000 + 0.99 \log_{10}(dist \times 100000)$$

quella di Galli (2000)

$$M_c = 0.67[1.0 + 3.0 \times \log_{10}(dist)] + 2.07$$

dove *dist* è la distanza epicentrale espressa in km.

Se il rapporto  $M/M_c$  è maggiore o uguale a 1 sarà probabile il verificarsi di fenomeni di liquefazione.

Nella **Figura 59** si evidenzia che, utilizzando entrambi i metodi citati, sulla base dell'estratto dal Catalogo Sismico Nazionale dei terremoti che hanno interessato la zona, esiste una probabilità che si manifesti tale fenomeno di liquefazione, qualora le condizioni granulometriche e idrauliche lo permettano, specie con terremoti con magnitudo pari o superiori a quelli già avvenuti in passato Asolano ( $M_w=6.61$ ) nel 1695, Bassano ( $M_w=5.48$ ), nel 1836, Schio ( $M_w=4.63$ ) nel 1815.



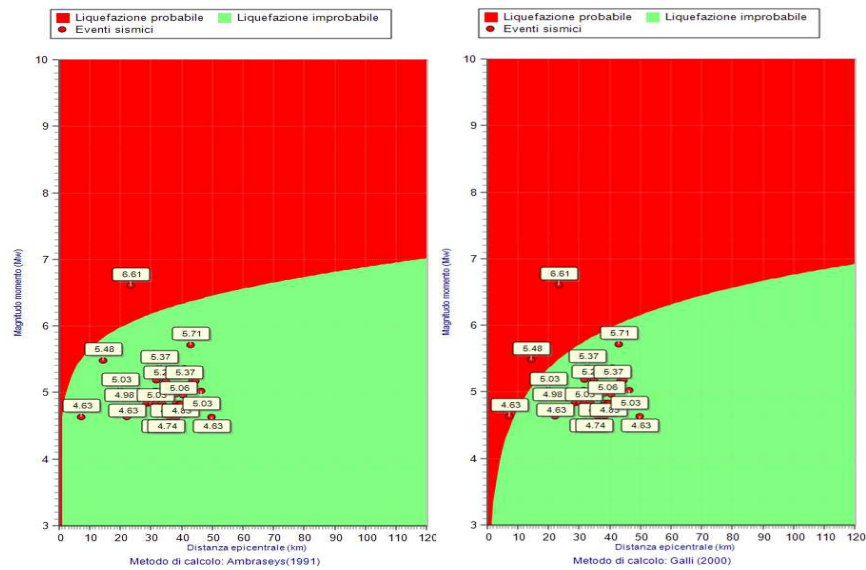


Figura 59. Valutazione del pericolo di liquefazione secondo Ambraseys (sx) e Galli (dx)

Le nuove indagini le MASW e le DPSH sono state, invece, elaborate per valutare il rischio, usando i "Metodi semplificati", che permettono di esprimere la suscettibilità alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto fra la resistenza al taglio mobilabile nello strato (CSR) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma (CRR), come da formula.:

$$F_s = \frac{CRR}{CSR}$$

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione, se il coefficiente di sicurezza sarà minore di 1 (di 1.25 secondo l'Eurocodice 8).

La grandezza CSR dipende dai parametri del sisma di progetto (accelerazione sismica e magnitudo di progetto). La grandezza CRR è funzione delle caratteristiche meccaniche dello strato, principalmente del suo stato di addensamento, e può essere ricavato direttamente attraverso correlazioni con i risultati di prove penetrometriche dinamiche e statiche o, come nel caso specifico, con i valori delle velocità delle onde S ricavati da indagine geofisica. La grandezza CSR è stata ricavata attraverso la relazione:

$$T = 0.65 \frac{a_{\max}}{g} \frac{\sigma_{v0}}{\sigma_{v0}'} r_d \frac{1}{MSF}$$

dove:

$a_{\max}$	= accelerazione sismica massima;
$g$	= accelerazione di gravità = 980.7 cm/s <sup>2</sup> ;
$\sigma_{v0}$	= pressione verticale totale alla profondità z dal p.c.;
$\sigma_{v0}'$	= pressione verticale efficace alla profondità z dal p.c.;
$r_d$	= coefficiente funzione della profondità dal p.c.;
MSF	= coefficiente correttivo funzione della magnitudo del sisma, ricavabile con la relazione $MSF = \left(\frac{M}{7.5}\right)^{-3.3}$ se $M \leq 7.5$ o con la formula $MSF = \frac{10^{2.24}}{M^{2.56}}$ se $M > 7.5$ .

ricavando la grandezza  $r_d$  attraverso la correlazione di Liao & Whitman (1986).

Il calcolo della resistenza al taglio mobilitata (CRR) è stata valutata mediante la relazione di Andrus e Stokoe (1997), basata sulla velocità delle onde S misurate, secondo la formula:

$$R = 0.03 \left( \frac{V_{s1}}{100} \right)^2 + \frac{0.9}{V_{s1c} - V_{s1}} - \frac{0.9}{V_{s1}}$$

dove

$$V_{s1}(\text{m/s}) = \text{velocità delle onde S nello strato corretta} = V_s \left( \frac{1}{\sigma_{v0}'} \right)^{0.25}, \text{ dove}$$

$V_s$  è la velocità misurata e  $\sigma_{v0}'$  (kg/cmq) è la pressione verticale efficace a metà strato;

$V_{s1c}$  (m/s) = valore critico delle onde S nel deposito, ricavabile attraverso il seguente schema:

$V_{s1c}$  (m/s) = 220 se la percentuale di fine (FC) < 5%;

$V_{s1c}$  (m/s) = 210 se FC = 20%;

$V_{s1c}$  (m/s) = 200 se FC > 35%;

interpolando per valori intermedi di FC.

I valori della percentuale di fine FC da inserire nei calcoli, quando non sono stati ricavati dalle indagini geognostiche (CPT e altre) e dalle analisi di laboratorio (Granulometrie), sono stati dedotti dall'elaborazione delle indagini sismiche, applicando metodi basati sulle  $V_s$ , qui sinteticamente riportati sotto forma di grafici.

Da evidenziare che i valori di  $I_c$  consentono di distinguere i terreni a comportamento granulare da quelli a comportamento coesivo ( $I_c > 2,6$ ) e di procedere ad una preliminare classificazione granulometrica e alla stima del contenuto di fine (FC = % passante al setaccio 0,074 mm) secondo la correlazione di Robertson e Fear (1995), praticamente uguale a quella riportata da Davies (1999)<sup>9</sup> nella seguente forma:

$$FC (\%) = 42,4179xI_c - 54,8574$$

In sintesi (Figura 60 e 61):

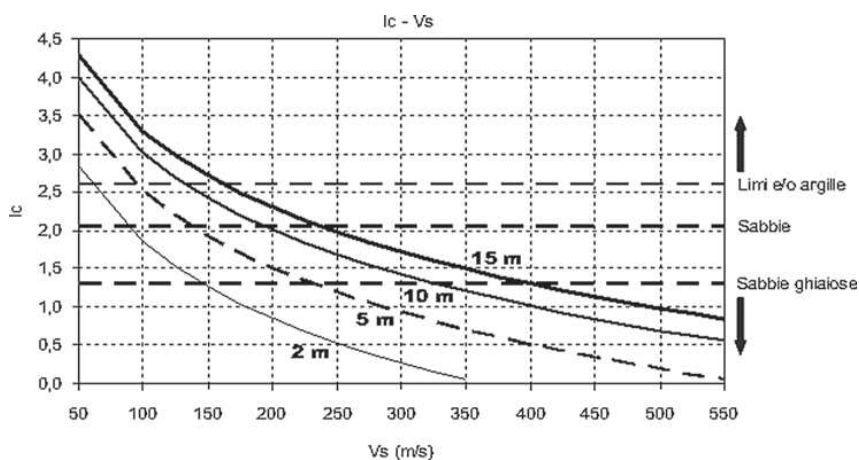


Figura 60. Correlazione  $V_s - I_c$

<sup>9</sup> Davies M.P. (1999), *Piezocone technology for the geoenvironmental characterization of mine tailings*. Ph.D. Thesis, Department of Civil Engineering, The University of British Columbia, Vancouver

e poi:

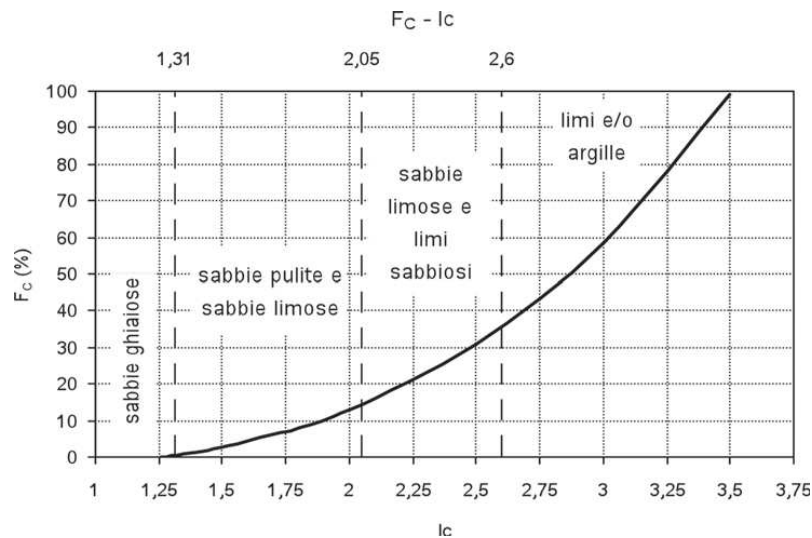


Figura 61. Correlazione  $I_c$  -  $F_C$

Premesso ciò, per la definizione del grado di liquefazione per il territorio investigato con le MASW sopra indicate, si è utilizzato il software *LiqSVs 2.0.1.6* della Ditta Geologismiki<sup>®</sup>, che ha permesso di calcolare il grado di potenziale liquefazione dei terreni investigati.

La stima della liquefacibilità permette di valutare l'Indice di Potenziale Liquefazione (**LPI**) definito da Iwasaki (1982). La stima di questo indice viene applicato ai metodi che prevedono il calcolo del fattore di sicurezza  $F_s$  e consente una valutazione del rischio di liquefazione in funzione della profondità degli intervalli liquefacibili.

Nel calcolo di  $F_s$  si sono considerate le seguenti condizioni di input:

- Si è usata la  $a_{max}$  ricavata, per ogni sito, con software SICodes e/o con verifica numerica della risposta sismica locale, come da NTC2018;
- La soggiacenza in condizioni sismiche è stata posta pari a piano campagna;
- Sulla base della pericolosità sismica di base, si è considerata una magnitudo di input pari a  $M_w=5.06$ , come ricavato da calcolo di "disgregazione" dell'INGV. Il coefficiente correttivo MSF utilizzato è quello di riferimento per i metodi di calcolo utilizzati.

L'indice LPI è ricavato dalla seguente equazione:

$$LPI = \int_0^{20} (10 - 0.5_z) \times F_L \times d_z$$

dove:

$F_L = 1 - F_S(z)$  quando  $F_S$  risulta  $< 1$

$F_L = 0$  quando  $F_S$  risulta  $> 1$

$z$  = profondità espressa in metri

Inserendo nel codice di calcolo citato **1)** i valori  $V_s$  ricavati dalle indagini sismiche MASW o **2)** i parametri indice dei terreni attraversati, **3)** l'accelerazione al suolo di ciascun sito; **4)** la magnitudo

Mw ricavata per i singoli siti e **5)** la soggiacenza della tavola d'acqua sia in condizioni statiche, diversa per ciascun sito, sia con le sollecitazioni cicliche sismiche, posta cautelativamente a piano campagna, si è valutato il possibile rischio di liquefazione nell'ambito territoriale in studio, classificandolo con l'Indice di Liquefazione (IL) come da **Tabella 17**.

IL	Rischio di liquefazione
$0 < IL \leq 2$	Nulla - Basso
$2 < IL \leq 5$	Moderato
$5 < IL \leq 15$	Alto
$IL > 15$	Molto Alto

Tabella 17: - Indicazione del rischio di liquefazione (IL) e relativa classificazione (da Sonmez, 2003)

### 13.5.1 INDAGINI GEOFISICHE

La **Figura 62**, mostra il grafico che sintetizza i valori di **IL**, secondo il codice LiqSVs, per ciascuna verticale MASW.

Il calcolo fornisce un valore numerico compreso tra 0 e 100 e quantifica i possibili effetti della liquefazione secondo classi di rischio, tenendo conto della severità dell'azione sismica, della profondità, dello spessore e del valore di  $F_s$  degli strati liquefacibili.

Oltre al codice numerico LiqSVs si è calcolato il pericolo liquefazione per le zone potenzialmente a rischio. Questo codice consente di effettuare una stima semplificata dell'incremento delle sovrappressioni interstiziali, mediante la determinazione della curva CSR (cyclic stress ratio) con analisi di risposta sismica locale. Il metodo consiste nel calcolo, in condizioni *free-field*, dell'incremento delle pressioni interstiziali indotto dall'evento sismico. La condizione di sicurezza nei confronti della liquefazione viene espressa mediante un coefficiente detto rapporto di sovrappressione interstiziale:

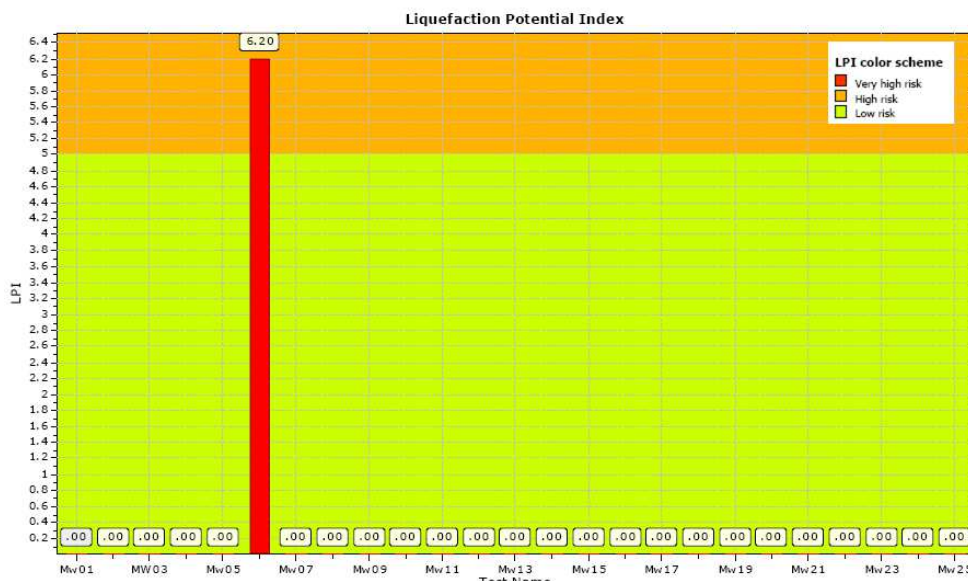


Figura 62. Indice IL calcolato nelle 25 MASW (codice LiqSVs)

La tavola d'acqua in occasione del sisma è stata posta affiorante (venuta a giorno), cautelativamente.

La **Figura 62** evidenzia che risulta una posizione potenzialmente soggetta a liquefazione/azione di addensamento, la **nr. 6**, con grado di pericolosità alto. In questo caso lo spessore potenzialmente interessato dal fenomeno è di circa 2.3 m partendo dal piano campagna, con cedimenti post-sismici medi (~5.6 cm).

Da evidenziare che pur avendo, cautelativamente, imposto che la tavola d'acqua emerga, arrivando a giorno, in caso di sisma, sono i primi metri quelli a rischio liquefazione / addensamento indotto dal sisma. Si veda la **Tabella 18**.

Nr° MASW	Coordinate WGS84		LiqVs	LiqVs	Strati Liqificabili (metri da p.c.)
	Lat	Long	IL	Cedimento (cm)	
1	45.7070183	11.6500462	<	<	
2	45.7219259	11.6578568	<	<	
3	45.7304641	11.6648520	<	<	
4	45.7375933	11.6620196	<	<	
5	45.7351671	11.6504325	<	<	
6	45.7418464	11.6417206	6.2	5.6	0.0÷2.3 m
7	45.7430556	11.6521383	<	<	
8	45.7424641	11.6641224	<	<	
9	45.7460280	11.6765894	<	<	
10	45.7598024	11.6894210	<	<	
11	45.7529157	11.6695083	<	<	
12	45.7485430	11.6598953	<	<	
13	45.7559400	11.6541446	<	0.1	1.3÷2.8 m
14	45.7656855	11.6560329	<	<	
15	45.7706848	11.6480506	<	<	
16	45.7642484	11.6266788	<	<	
17	45.7616737	11.6071523	<	<	
18	45.7535744	11.5995134	<	<	
19	45.7740075	11.6127260	<	<	
	45.7719233	11.6224892	<	<	
	45.7764507	11.6324348	<	<	
	45.7736071	11.6382284	<	<	
	45.7804015	11.6423912	<	<	
	45.7828707	11.6597163	<	<	
20	45.7906739	11.6530342	<	<	

LiqVs= Software della Ditta GeoLogisMiki (Metodo KEYEN 2013)  
 IL = 0.00 - No liquefaction  
 IL between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable  
 IL between 5 and 15 - Liquefaction probable  
 IL > 15 - Liquefaction certain

Tabella 18: Indice IL e cedimenti calcolati nelle verticali MASW

Per la definizione del valore potenziale di liquefazione e/o addensamento degli strati in occasione di sisma si è utilizzato il *Metodo di Kayen et. alii (2013)* che si basa sulla raccolta di dati di Vs " principalmente da prove di tipo SASW, antesignana della prova MASW introdotta e ancora oggi usata da Nazarian e Stokoe (1984). I dati sono stati acquisiti in Giappone (213), California (39), Cina (24), Taiwan (14), Alaska (9) e Grecia (2) su terreni liquefatti e non liquefatti a seguito di diversi terremoti e sono stati usati per sviluppare grafici di tipo CSR-VS (domanda sismica vs. resistenza del terreno) per definire il potenziale di liquefazione di un suolo sulla base di misure di VS condotte da prove di superficie".<sup>10</sup>

*I risultati ottenuti con le indagini geofisiche portano a stimare un "rischio" di liquefazione/addensamento indotto "alto" (5 >LPI >15) per la sola zona pedemontana ad Ovest, che viene classificata come zona ZS<sub>LQ</sub>, secondo le L.G. nazionali.*

Per le definizioni ed il loro "peso" sulla pianificazione urbanistica del territorio si veda più avanti.

<sup>10</sup> Castellato S. et alii, Vs e potenziale di liquefazione, il Geologo, Ordine Reg. Geologi Regione Emilia R.



In codesto studio si fornisce un ulteriore indicatore di rischio, ovvero il LSN (“Liquefaction Severity Numbers”), definito nel seguente modo:

$$LSN = \int \frac{\epsilon_v}{z} dz$$

con:

$\epsilon_v$  = deformazioni volumetriche di densificazione post-liquefazione

$z$  = profondità dello strato considerato

Si tratta di una variante del metodo di calcolo del LPI, sperimentato da Tonkin & Taylor (2013) sulla base dei recenti rilievi effettuati a Christchurch e Canterbury, località della Nuova Zelanda, le cui abitazioni hanno subito danni diffusi e di differente intensità a seguito degli eventi sismici accaduti tra il settembre 2010 e il dicembre 2011, per fenomeni di liquefazione ciclica, “*lateral spreading*” e cedimenti.

Questo metodo, stima l'intensità della liquefazione sulla base degli esiti delle deformazioni volumetriche post liquefazione  $\epsilon_v$  ricavate con il metodo di Zhang et All. (2002; 2004), ponderata in funzione della differente profondità degli strati liquefacibili. Il calcolo fornisce un valore numerico compreso tra 0 e 100 e gli Autori hanno proposto una classificazione di LSN relazionata agli effetti di liquefazione superficiali rilevati nelle zone “*free field*” e/o alla severità dei danni riscontrati nei manufatti (**Figura 63**).

Secondo gli Autori, l'indice LSN, rispetto alla stima di LPI, risulterebbe “pesare” maggiormente il contributo degli strati superficiali liquefacibili rispetto agli strati critici riscontrabili a profondità maggiori, fornendo esiti più coerenti con gli effetti di liquefazione effettivamente rilevati al piano campagna, inoltre fornirebbe una migliore correlazione anche con l'entità dei danni riscontrati nelle opere fondali degli edifici.

Il calcolo fornisce un valore numerico compreso tra 0 e 100 e quantifica i possibili effetti della liquefazione secondo classi di rischio, tenendo conto della severità dell'azione sismica, della profondità, dello spessore e del valore di  $F_s$  degli strati liquefacibili.

LSN 0 - 20	Little or no expression of liquefaction, minor sand boils, minor damage to homes.		
LSN 20 - 40	Moderate expression of liquefaction, undulations and cracking of ground surface (there are occasional instances of severe damage).		
LSN 40+	Widespread severe damage, extension expression of liquefaction, severe settlement of buildings and damage to services.		

Figura 63. Correlazione dell'indice LSN con gli effetti di liquefazione e con l'intensità del danno (Tonkin & Taylor, 2013)

La **Figura 64** riporta la stima di LSN delle verticali MASW indagate, basate sul calcolo di Fs, la quale mostra che per le verticali "indizzate", l'indice LSN risulta pari a 33.91, quindi moderato per la nr. 6 e basso/nullo per la nr. 13, che aveva ottenuto un IL pari a 0.09.

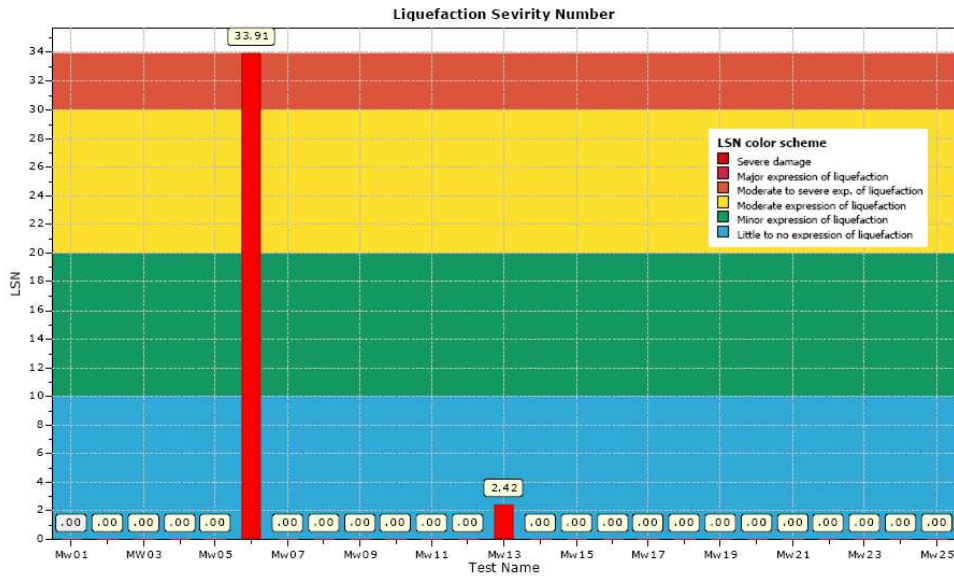


Figura 64. Indice di LSN per ciascuna verticale MASW indagata

### 13.5.2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Con un codice similare (LiqSVs), ma idoneo per le DPSH, si sono ottenuti i seguenti risultati per ciascuna DPSH. Si veda la **Tabella 19**. Nello specifico, si è utilizzato il codice numerico LiqSVs della Ditta Geologismiki® con il Metodo NCEER 1998. Cautelativamente si è mantenuta la falda a piano campagna durante il sisma e non s'è tenuto conto dell'eventuale strato coesivo superficiale e si è tenuto conto della stratigrafia emersa con queste e con le pregresse indagini eseguite nei siti.

Nr° MASW	Codice Indagine DPSH	Coordinate WGS84		LiqVs	LiqVs	Strati Liqificabili
		Lat	Long	IL	Cedimento (cm)	(metri da p.c.)
1		45.7121278	11.6500677			
2		45.7293707	11.6575564			
3		45.7394793	11.6495178			
4		45.7616091	11.6881094			
5		45.7525816	11.6721235			
6		45.7461881	11.6650424	1.10	4.78	1.2±1.8 m
7		45.7567138	11.6609655			
8		45.7608157	11.6471038			
9		45.7667885	11.6609869			
10		45.7720721	11.6518674	2.42	11.01	0.0±3.0 m

CLiq= Software della Ditta GeoLogisMiki (Metodo NCEER 1998)  
 IL= 0.00 - No liquefaction  
 IL between 0.00 and 5 - Liquefaction not probable  
 IL between 5 and 15 - Liquefaction probable  
 IL > 15 - Liquefaction certain

Tabella 19: Indice IL e cedimenti calcolati nelle verticali DPSH (codice LiqSVs - Metodo NCEER 1998)

A confronto si è utilizzato il Metodo di Boulanger e Idriss (2014), più conservativo e consigliato dalla Determinazione Reg. 1105/14 della Regione Emilia Romagna sulla base degli studi eseguito con il sisma del 2012. È noto che nei sedimenti granulari la presenza di percentuali di argilla riduce in maniera rilevante la suscettibilità alla liquefazione dei depositi. Anche la presenza di strati superficiali non liquefacibili con spessore maggiore di 3 metri può ulteriormente contrastare la liquefazione degli strati sottostanti.

La **Figura 65** mostra i risultati ottenuti con il Metodo B&I 2014 lungo le verticali DPSH.

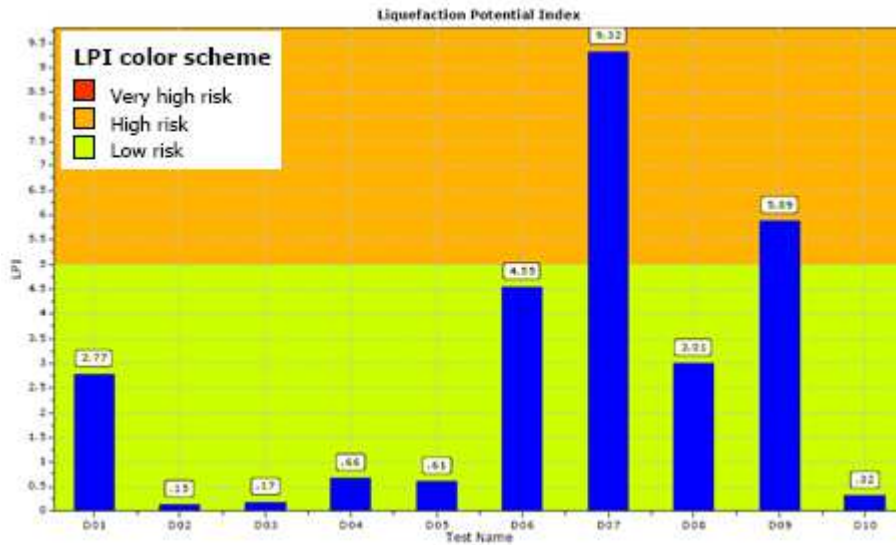


Figura 65. Distribuzione verticale della liquefazione nelle DPSH (codice LiqSVs)

Si nota che sono solo le verticali nr. 7 e nr.9 a superare il valore minimo IL 5.

La **Figura 66** riporta la stima di LSN delle verticali DPSH indagate, basate sul calcolo di  $F_s$ , si vede che sono le verticali nr.1, 6 e 7 quelle con intensità maggiore in relazione alla profondità degli strati liquefacibili.

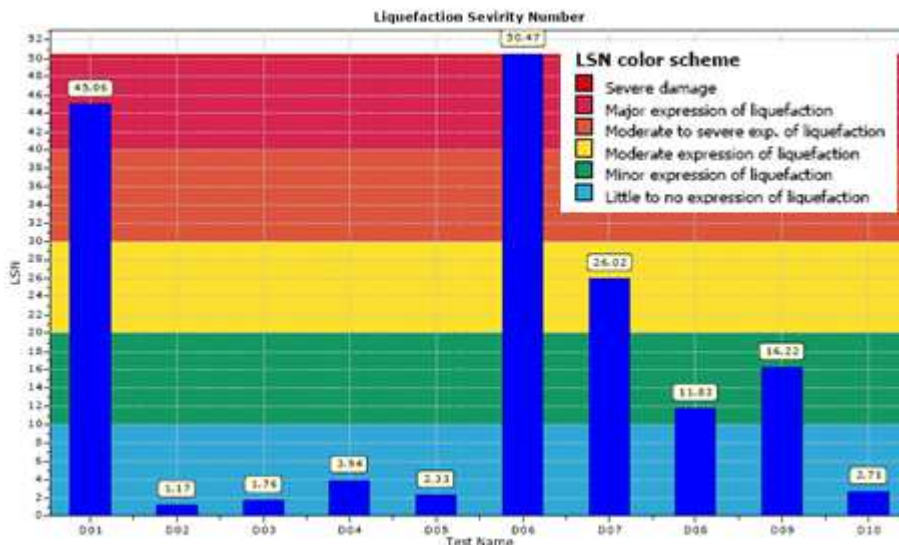
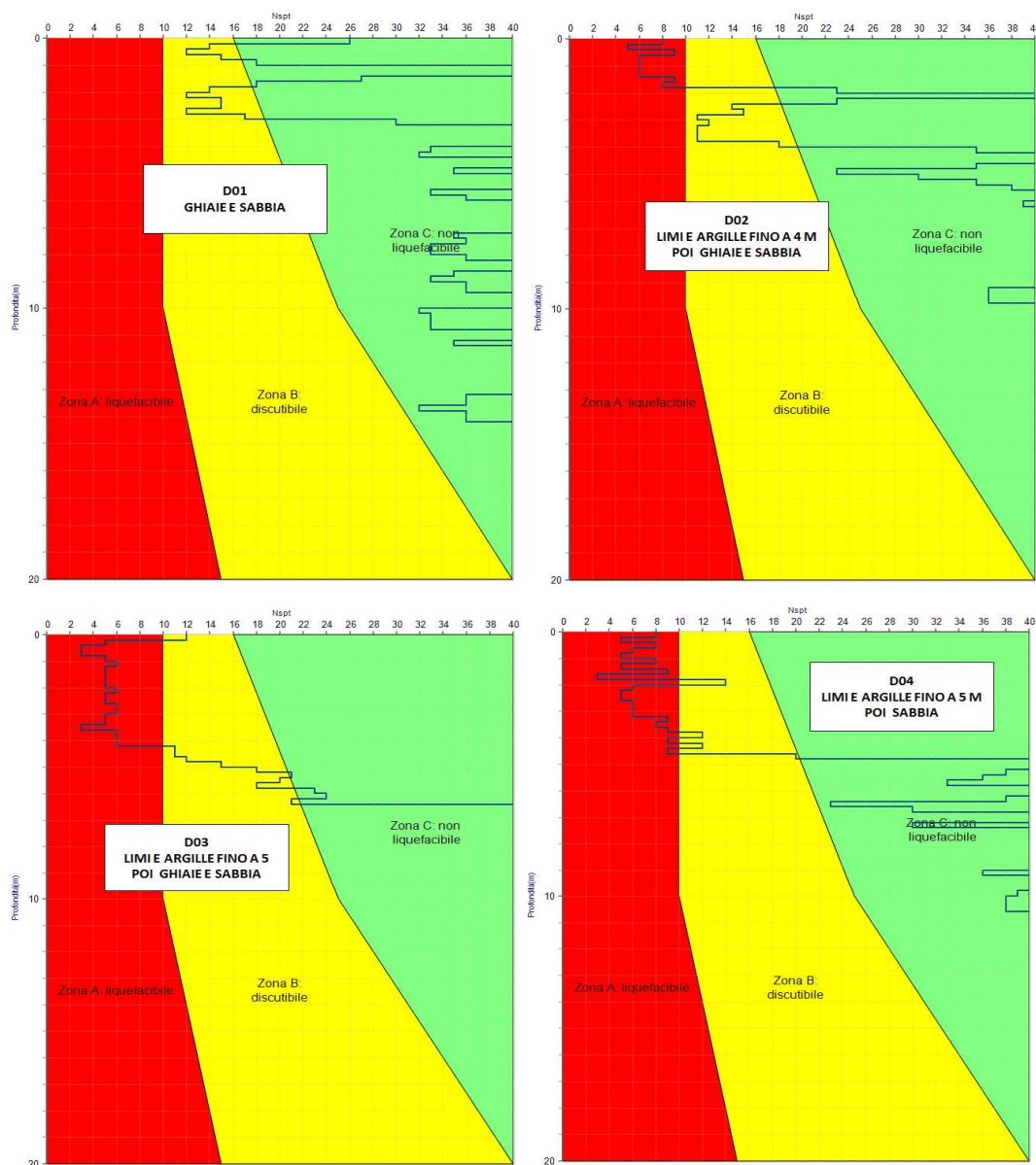


Figura 66. Indice di LSN per ciascuna verticale DPSH indagata

Sempre a confronto con il codice numerico *LiqSVs*, si è anche valutato il fattore IL con il software “*Liquid*” della Ditta Proqramgeo® al fine di emettere un giudizio definitivo sulla vulnerabilità del deposito prendendo in considerazione il suo grado di addensamento, valutato attraverso prove SCPT, una volta verificato che la granulometria dello strato sia predisponente al manifestarsi di fenomeni di liquefazione come si vedrà più avanti. Se il numero di colpi ricade, anche parzialmente, nella fascia A, il deposito è liquefacibile, se ricade nella fascia C non è liquefacibile. La fascia B infine riguarda strati in cui la liquefazione è possibile, ma non probabile. Chiaramente, ci devono essere le condizioni granulometriche e idrauliche perché ciò avvenga. Infatti, nei grafici che seguono, compresi nella **Figura 67**, oltre ai valori di  $N_{SPT}$ , che possono dimostrare il grado di addensamento del terreno, è segnalata la tipologia e la relativa estensione verticale dei sedimenti. Ciò per giustificare valori “apparentemente” anomali.





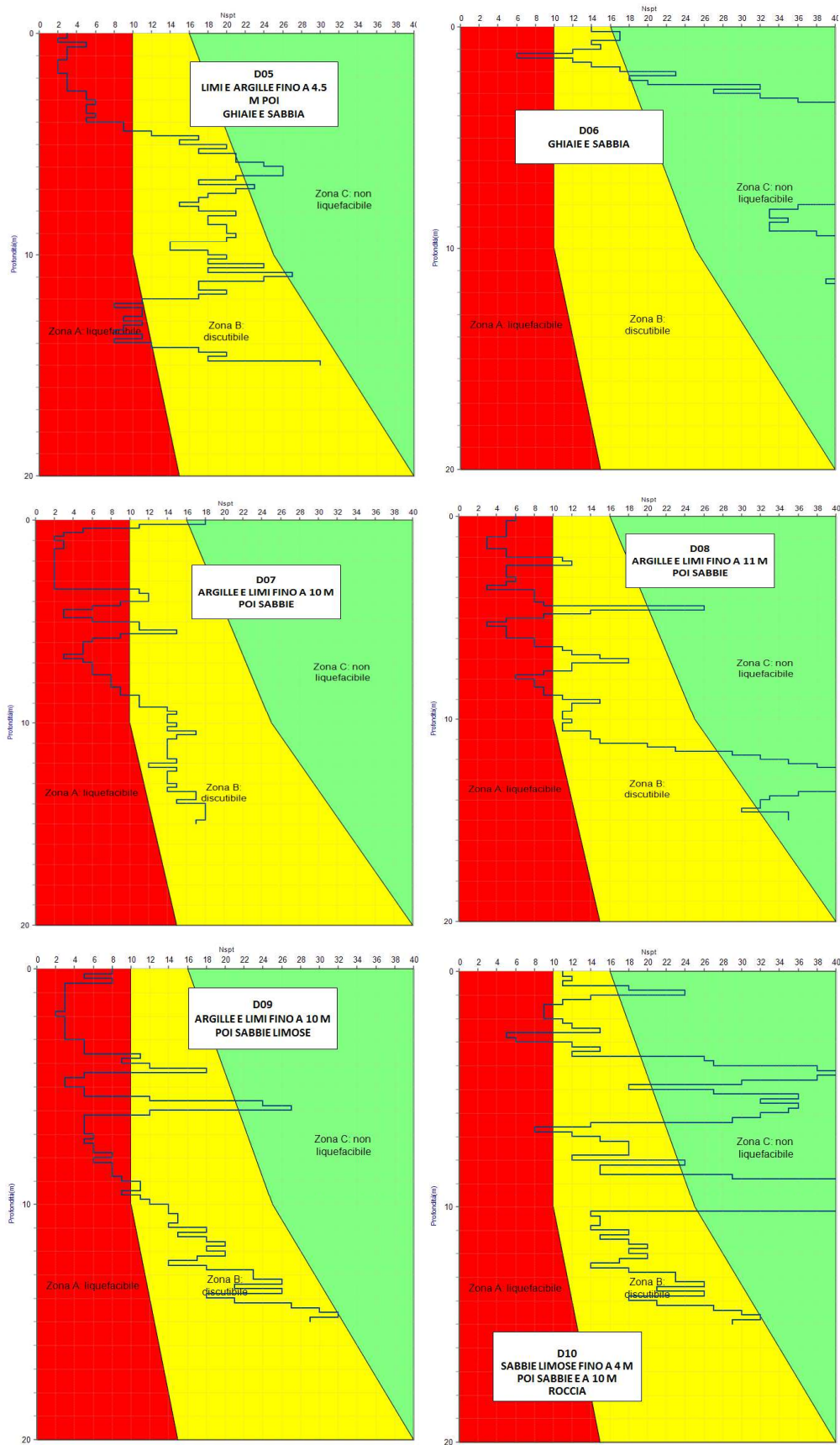


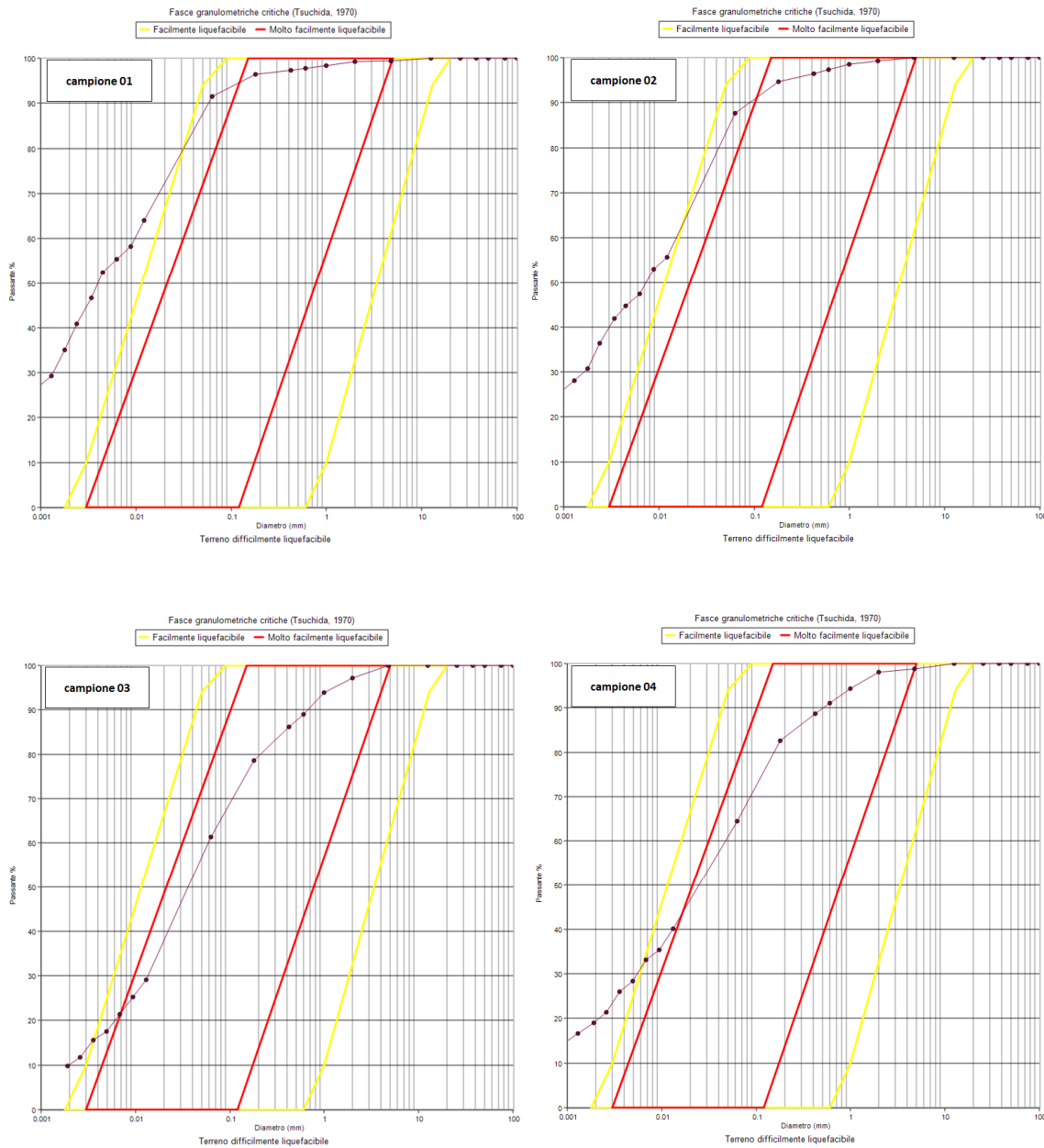
Figura 67. Valori Nspt lungo le 10 verticali DPSH



### 13.5.3 ANALISI DI LABORATORIO

Nei siti investigati con le CPT si sono anche prelevati campioni di terreno a -1.5 metri da p.c. ed inviato il terreno in un laboratorio geotecnico certificato. Qui si sono ottenuti i fusi granulometrici ed i parametri indice.

La **Figura 68**, mostra i grafici dei 10 fusi rapportati ai profili di riferimento (Tsuchida, 1970) al fine di valutare se la granulometria dello strato analizzato sia predisponente al manifestarsi di fenomeni di liquefazione. Resta, comunque, sempre valido l'accertamento dello stato di addensamento fatto con indagini in situ, come visto sopra.



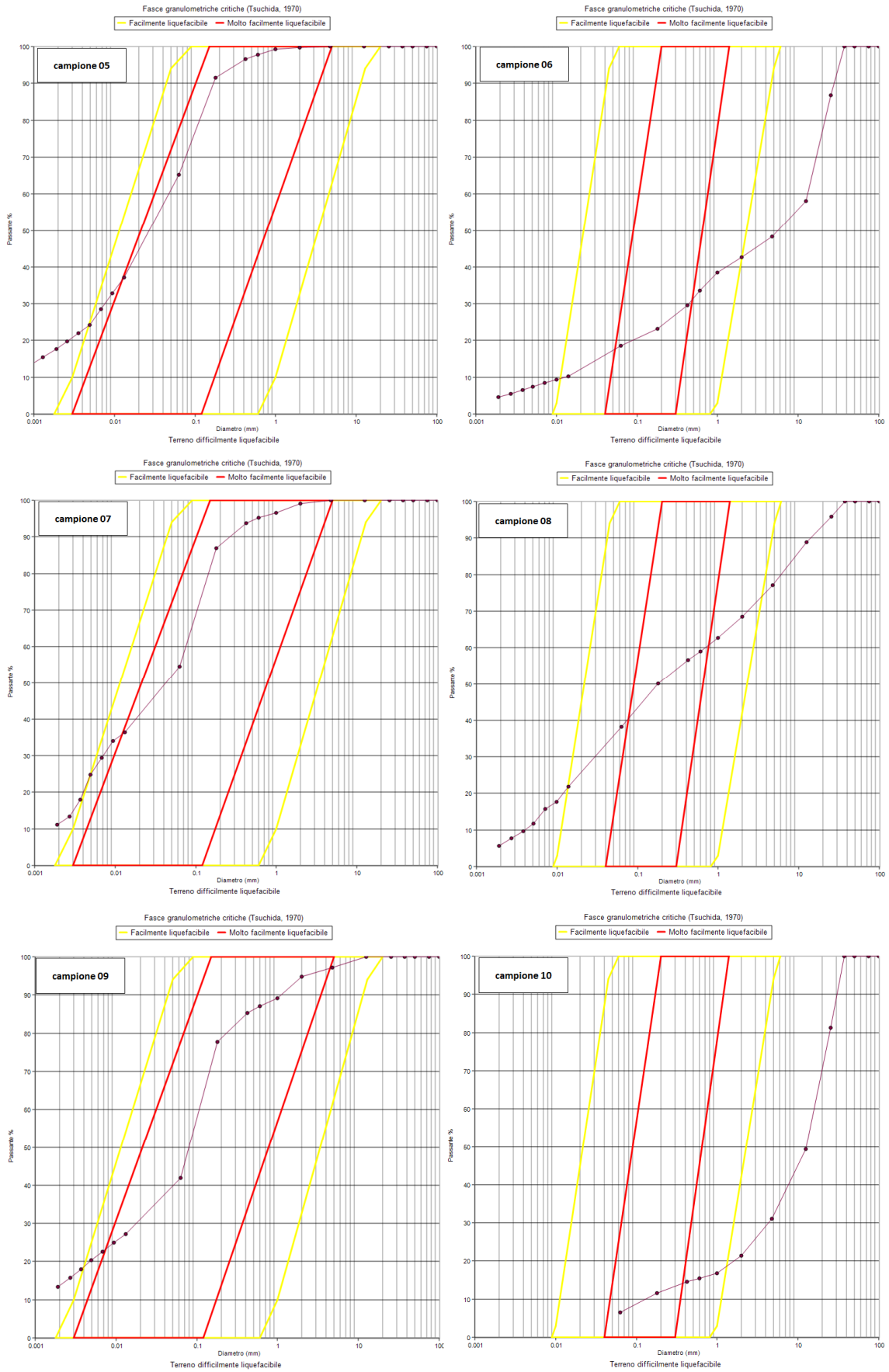


Figura 68. Confronto tra fusi granulometrici e fusi di riferimento (Metodo Tsuchida 1970)

Sulla base di tale metodo risulterebbe poco/nulla liquefacibile lo strato analizzato. Per gli altri parametri indice ricavati si veda anche l'**Allegato "L"**.

#### 13.5.4 SINTESI DEI RISULTATI

Volendo fare una sintesi dei risultati ottenuti con le diverse indagini si può ragionevolmente dire che:

- Le analisi granulometriche dei sedimenti entro i 1.5-2.0 metri danno fusi che difficilmente possono rientrare nella fascia di pericolosità alla liquefazione, anche se esiste una componente sabbiosa mescolata alle argille, specie nei campioni delle valli (D8-D9). Le verticali nr. 6 e 10 sono quelle caratterizzate da Ghiaia sabbiosa deb. limosa; mentre le restanti indagini sono i Limi sabbiosi±argillosi a definire i campioni prelevati. Tenendo conto dello schema proposto da Bray e Sancio (2006), la suscettibilità collegata all'indice liquido (LL), all'indice plastico (IP) e al contenuto d'acqua (w) del terreno. Si possono considerare suscettibili di liquefazione i depositi limo-argillosi che soddisfino le condizioni:  $w/LL > 0.85$  e  $IP < 12$ . Osservando i dati riportati nell'Allegato "L" si desume che i terreni analizzati rimangono "esterni" a tali limiti.
- L'elaborazione mediante codice numerico LiqSVs (Metodo NCEER 1998) delle verticali penetrometriche ha permesso di verificare che le zone più suscettibili di liquefazione possono essere quelle delle indagini DPSH 6 e 10, caratterizzate prevalentemente da ghiaie sabbiose. C'è da evidenziare, però, che nelle verifiche si è fissata la tavola d'acqua a piano campagna, innalzata dal sisma. I valori di IL sono però bassi. Rifacendo i calcoli secondo il Metodo Boulanger&Idriss 2014, cautelativamente, si nota una relativa maggiore percentuale di suscettibilità al fenomeno di liquefazione nelle DPSH, anche se i valori IL rimangono generalmente bassi o moderati e influisce molto l'aver imposto la tavola d'acqua "a giorno".
- Utilizzando altro software e (Liquef) si nota che sono compresi nella fascia "discutibile" (fascia gialla) i valori  $N_{SPT}$  inseriti nei grafici di Figura 57, escludendo per i motivi sopra detti i valori bassi degli strati argillosi, che ricadrebbero nella fascia rossa di liquefazione certa.
- L'elaborazione dei dati acquisiti mediante le 25 indagini geofisiche (MASW, distribuite nel territorio comunale, porta a definire che rimane l'area pedemontana della MASW nr.6 come suscettibile di liquefazione, seppure con valore "moderato".

Si rammenta che le verifiche di liquefacibilità hanno considerato esclusivamente le condizioni sito "free field", pertanto non sono considerate le possibili quote di movimento terra in riporto o scavo, i carichi di progetto, fattori questi, che possono contribuire alla resistenza per la liquefazione.

Queste ultime verifiche saranno da svolgere in fase di progettazione esecutiva edilizia, come richiede la normativa vigente.

Concludendo, tutto questo impegno ha permesso da una parte di valutare il grado di liquefazione potenziale nei siti investigati e dall'altra di ri-perimetrare le zone di attenzione ( $Z_{A_{LQ}}$ ) classificate con gli studi precedenti, portandole a Zone di Suscettività alla liquefazione ( $Z_{S_{LQ}}$ ) e/o a zone di rispetto ( $Z_{R_{LQ}}$ ), come indicato dalle Linee Guida specifiche vigenti.

Infatti, partendo dalla  $Z_{A_{LQ}}$  definita nel Livello 1 e rimandando alla Carta MS, si è:

- a rivalutato le informazioni contenute nella CGT;
- b calcolato la  $a_{max}$  in superficie con metodi numerici;
- c valutato l'IL sulla base dei risultati delle verticali studiate e verificato che fosse  $IL > 2$ ;
- d perimetrato le  $Z_{S_{LQ}}$ .
- e perimetrato le  $Z_{R_{LQ}}$ .

Da notare che le aree nelle quale le verticali analizzate hanno un **IL** medio minore o uguale a 15, sono denominate Zone di Suscettibilità alla liquefazione ( **$Z_{S_{LQ}}$** ).

Le aree nelle quali le verticali analizzate hanno un IL medio maggiore di 15, sono classificate Zone di Rispetto ( **$Z_{R_{LQ}}$** ).

Le  $Z_{S_{LQ}}$  e le  $Z_{R_{LQ}}$  perimetrato nella Carta MS2 sono caratterizzate oltre che dalle zone con **IL** proprio, anche dal fattore di amplificazione (**Fa**). La rappresentazione delle  $Z_{S_{LQ}}$  e delle  $Z_{R_{LQ}}$  è stata fatta seguendo gli Standard di rappresentazione e archiviazione informatica versione 4.2.

### 13.6 VALUTAZIONI PER LE FAGLIE CLASSIFICATE "FAC"

In questo capitolo si riprendono alcune informazioni già citate nel capitolo 11.2.1, cercando di relazionare l'assetto tettonico locale con le indagini eseguite al fine di avere un quadro verosimile delle condizioni tettonico-sismiche locali dei conseguenti vincoli che ne derivano ai fini urbanistici. Si sa che la zona si colloca in un'area ad alta pericolosità sismica, che grazie all'elevata esposizione derivante sia dalla densità abitativa sia dalla presenza di distretti industriali significativi se non maggiori del Veneto, induce ad un rischio sismico elevato.

Di seguito si illustrano le azioni portate avanti per la definizione e lo sviluppo delle linee definite nel catasto ITHACA come FAC, che interessano, attraversandolo, il territorio comunale.

Rimandando al Capitolo 6 ed alla Figura 15, le azioni di studio hanno seguito quanto prescritto dalle specifiche Linee Guida specifiche. Si evidenzia anche l'elevata urbanizzazione del territorio di pianura, che ha limitato azioni ed indagini più estese. Ciò nonostante si è provveduto a realizzare mediante le misurazioni e le successive analisi un quadro attendibile per la FAC, almeno sino alla fase di studio "Ind\_3".

- La **Fase "Ind 1"** ha compreso sia le analisi delle foto aeree di differenti anni, sia dell'ortofoto.
- La **Fase "Ind 2"** è stata eseguita, riprendendo anche quanto fatto nel PAT, pur essendo talvolta elevata l'urbanizzazione del territorio, che maschera, se precedentemente presente, ogni forma naturale del territorio.
- La **Fase "Ind 3"** è consistita essenzialmente nella esecuzione nelle aree accessibili e disponibili previo permesso d'accesso, di indagini geofisiche.

Come detto, con la Fase "Ind\_3", oltre ad indagini MASW, nella fascia a cavallo delle FAC, si sono eseguite nr. 3 ERT trasversali alla direzione FAC, a lunghezza variabile. Le tomografie di resistività elettrica (ERT) si sono rivelate utili per l'ubicazione di precisione della traccia della faglia in

superficie e, quindi, per individuare eventuali i siti idonei allo scavo di trincee paleosismologiche, oppure nel caso di "chiusura" delle analisi con la fase "Ind\_3", alla perimetrazione delle fasce di vincolo urbanistico, come esplicitato meglio più avanti.

### 13.6.1 RISULTATI DELLE VERIFICHE FAC

Come anticipato nei Capitoli precedenti le FAC codificate nel catasto ITHACA presenti nel territorio comunale sono due:

- Faglia nr. 77543 "BassanoValdobbiana2", che interessa il versante superiore del rilievo che delimita a Nord il Comune, passa con direzione W-E per la Loc. Pradipaldo ed esce in prossimità di Tortima (Conco).
- Faglia nr. 70304 "Thiene-Bassano", che interessa la parte meridionale del Comune, attraversando obliquamente da SW a NE ed interessano la via Torresin.

Per la valutazione della presenza o meno delle Linee citate nel Catasto ITHACA, si sono seguite le LG nazionali e nello specifico fino alla Fase "Ind\_3", facente parte di questo contratto di studio.

Come detto si sono eseguite delle tomografie geoelettriche ERT con uno sviluppo lineare da 189 metri (ERT 1) a 174 metri (ERT 2-3), orientate trasversalmente alla singola linea FAC. La profondità d'indagine varia da 20÷35 metri.

La strumentazione utilizzata dalla Ditta specialistica incaricata (GeoDelta di Baone - PD) è stata un geo-resistivimetro tipo ABEM SAS 1000 con LUND Imagin System della ditta ABEM - Svezia. Strumento digitale per indagini di Resistività – IP & SP con dynamic range 140 dB con funzione multi-elettrodo. Il numero degli elettrodi, distanziati di 3 metri, è variato da 59 a 64 a seconda della lunghezza del singolo stendimento.

L'**Allegato "E"** riporta in sintesi le sezioni tomografiche delle ERT eseguite e la loro ubicazione.

La **Carta MS** mostra, invece, lo sviluppo interpretato della Linea e la fascia di vincolo derivante con le indagini e lo studio chiuso alla Fase "Ind\_3".

Come risaputo dalla bibliografia scientifica ed in parte sintetizzata nei capitolo precedenti, le linee qui definite (cod. ITHACA n. 77543 e n. 70304) sono di tipo "*inverso*".

Un esempio del significato, utile anche poi per la definizione della fascia di vincolo è riportato nella **Figura 69**.



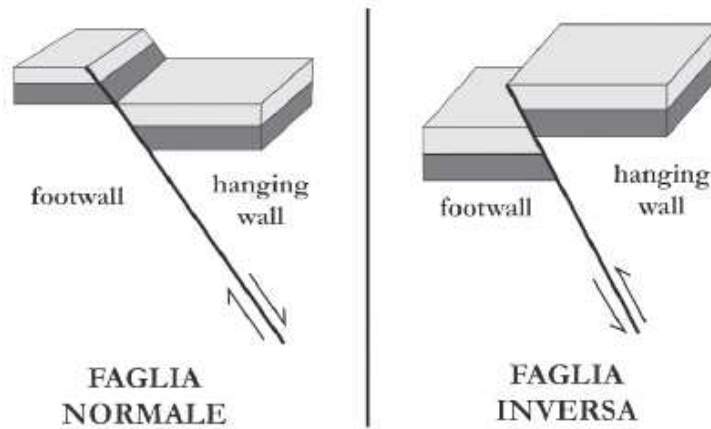


Figura 69: Esempio di hanging wall e footwall (da L.G.)

Dovendo definire la fascia di "vincolo" suggerita dalle Linee Guida nazionali per le FAC, in questo caso il rapporto tra le aree FW e HW è (Figura 70):

TIPO DI FAGLIA	RAPPORTO FW:HW
Faglia normale	1:4
Faglia inversa	1:2
Faglia trascorrente	1:1

Figura 70: Rapporto tra area FW e HW per asimmetria della  $ZS_{FAC}$  (da L.G.)

Con le indicazioni ottenute mediante le Fasi "Ind\_1-2-3" finora eseguite si può ragionevolmente suddividere il tracciato indicato da ITHACA tra la categoria FAC\_a e FAC\_b.

Un esempio delle fasce a differente ampiezza dovute a FAC\_a e FAC\_b è riportato nella Figura 71 tratto dalle L.G. nazionali - pag. 12).

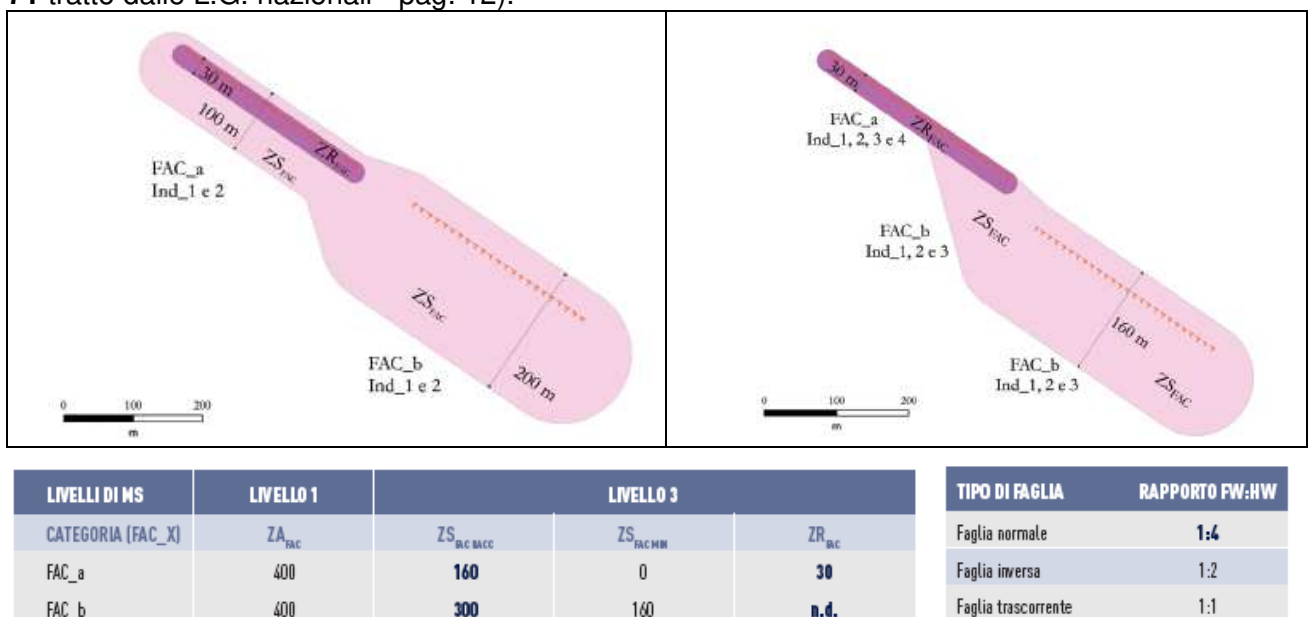


Figura 71: Rapporto tra area FW e HW per asimmetria della  $ZS_{FAC}$  (da L.G.)

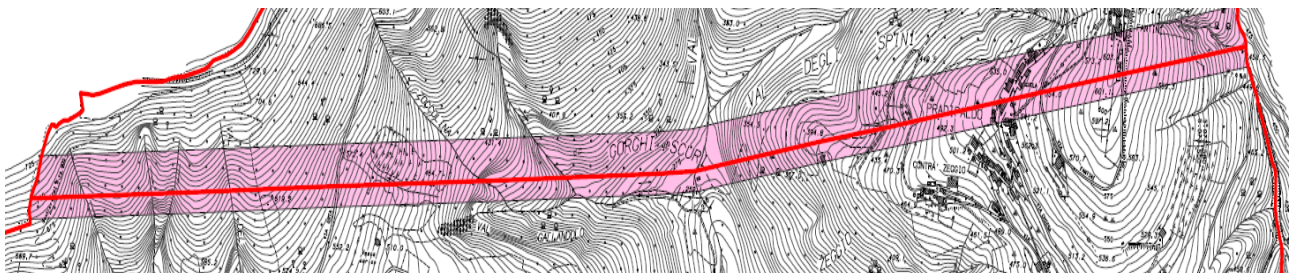
Sulla base di quanto ricavato con le indagini ERT, con i sopralluoghi e le analisi DTM, che hanno evidenziato delle anomalie morfologiche si deduce che la faglia superiore (n.77543) può essere ragionevolmente accreditato come FAC\_a.

Relativamente alla faglia nr.70304, le indagini geofisiche, i rilievi in situ e le elaborazioni fotogrammetriche non danno la certezza che sia di tipo "a". Pertanto, è stata classificata "incerta" (FAC\_b).

Chiaramente trattandosi di faglie inverse il rapporto FW:HW sarà di 1:2. Relativamente alla due FAC sia ha, pertanto, la seguente vincolistica dettata dalle L.G. specifiche:

- faglia nr.77543, la fascia HW, posta a Nord, avrà una larghezza di 67 metri e la FW (a Sud della linea) di 33 m.
- faglia nr.70304, la fascia HW, posta a Nord, avrà una larghezza di 107 metri e la FW (a Sud della linea) di 53 m.

Le **Figure 72 e 73** mostrano più dettagliatamente l'ingombro di tale fascia di vincolo ed i caratteri desunti da ITHACA.



Fault description		ACTIVITY	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>		Surface Evidence	well expressed
Fault Code	77543	Last Activity	Pleistocene generic
Fault Name	BassanoValdobbiana2	Applied Technique	Field studies
Region Name	Veneto	Evidence for Capability	Displacement of Quaternary deposits and/or land forms
Tectonic Environment	PLATE BOUNDARY	<b>SLIP PARAMETERS</b>	
System Name	BassanoValdobbiana	Recurrence Interval (yr)	
Synopsis		Slip Rate (mm/yr)	
Rank	Primary	Max Credible Rupture Length (km)	
<b>GEOMETRY AND KINEMATICS</b>		Max Credible Slip (m)	
Segmentation	Single Segment	Time Since Last Event (yr)	
Average Strike (°)	240	Max Known Magnitude (Mw)	
Dip (°)	Undefined	Max Known Intensity (MCS)	
Dip Direction	NW	Known Seismic Events	
Fault Length (km)	22.3	<b>FINAL REMARKS</b>	
Mapping Scale	1:200000	Capability Consensus	Low reliability
Fault Depth (m)		Study Quality	LOW
Kinematics	Reverse	Notes	
		Fault Trace Reference	
		Last Update	

Figura 72 – Sviluppo e caratteri della Faglia 77543

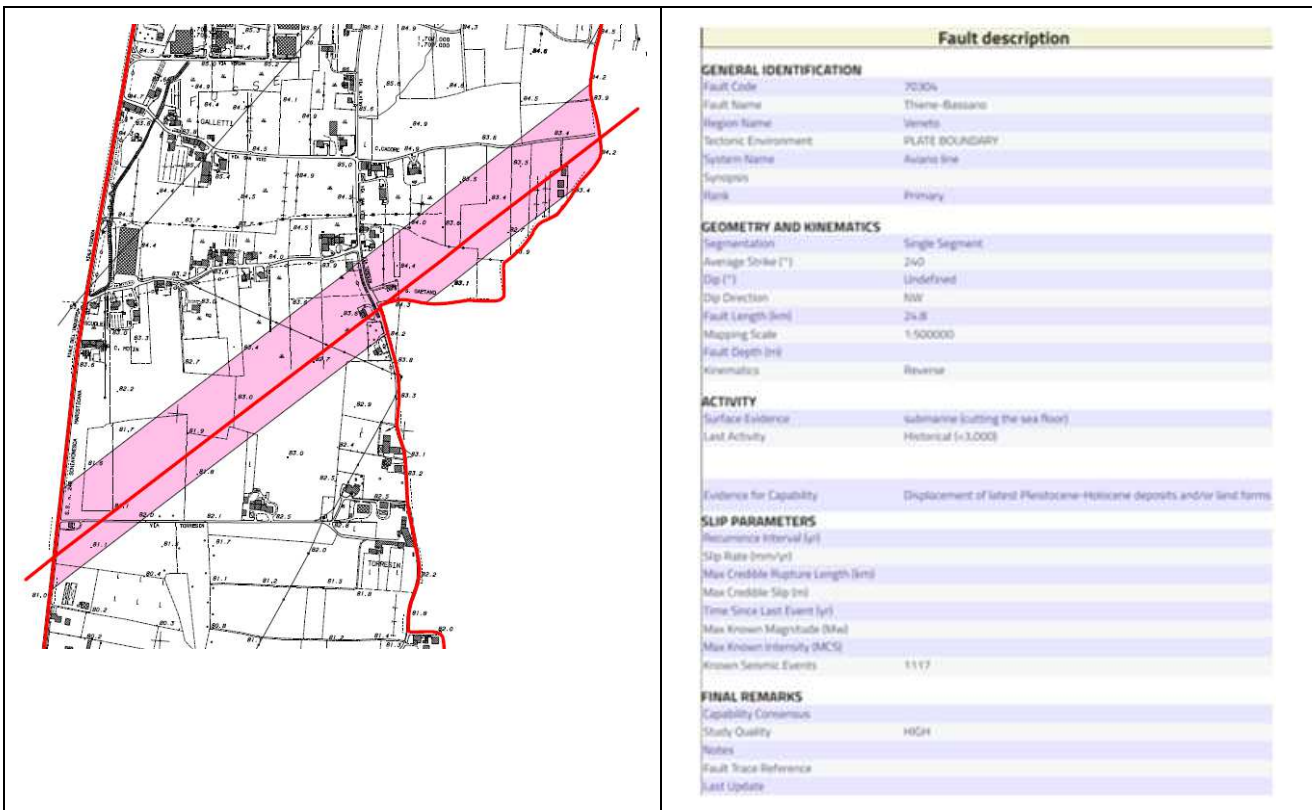


Figura 73 – Sviluppo e caratteri della Faglia 70304

## 14 INTERPRETAZIONI E INCERTEZZE

I dati analizzati hanno permesso di caratterizzare la porzione superficiale delle unità geologiche presenti nel territorio del Comune di Marostica di interesse per questo studio.

Nell'area comunale l'elemento di maggior pericolosità sismica è rappresentato dalle FAC. Queste sono classificate dalla bibliografia scientifica specialistica (ITHACA) come "attive e capaci" tale da raggiungere la superficie.

Pur avendo investigato il territorio edificato sia come singolo nucleo abitativo, sia come edificato consolidato e diffuso, rimangono, com'è naturale dei punti dove il quadro geologico-sismico è meno investigato. Del resto, o per fortuna, non tutto il territorio comunale è ad oggi urbanizzato e probabilmente non lo sarà neppure in futuro, vista la localizzazione delle aree non investigate. E' pur vero che, in ogni caso, le indagini prodotte a prescindere dalla loro tipologia, rimangono di tipo puntuale, caratterizzando quel sito unicamente anche se poi la consultazione e l'elaborazione di altri parametri fisici del territorio hanno permesso di ottenere un quadro geologico-sismico verosimile e di tipo areale.

Rimane, comunque, la positività che tale quadro scaturisce anche dall'aver "agganciato" le indagini geofisiche alle verticali stratigrafiche eseguite o informazioni derivanti da altre tipologie (Sondaggi, Trincee, Prove penetrometriche, etc), arrivando ad una loro più corretta interpretazione complessiva.

Per il territorio in studio si è individuato un "fuso" di valori Vs abbastanza "distribuito", con qualche eccezione per la M6, M13 e M20. Il coefficiente di determinazione  $R^2$  è  $\sim 0.97$ , quindi soddisfacente per le previsioni. del modello. Si veda la **Figura 74**.

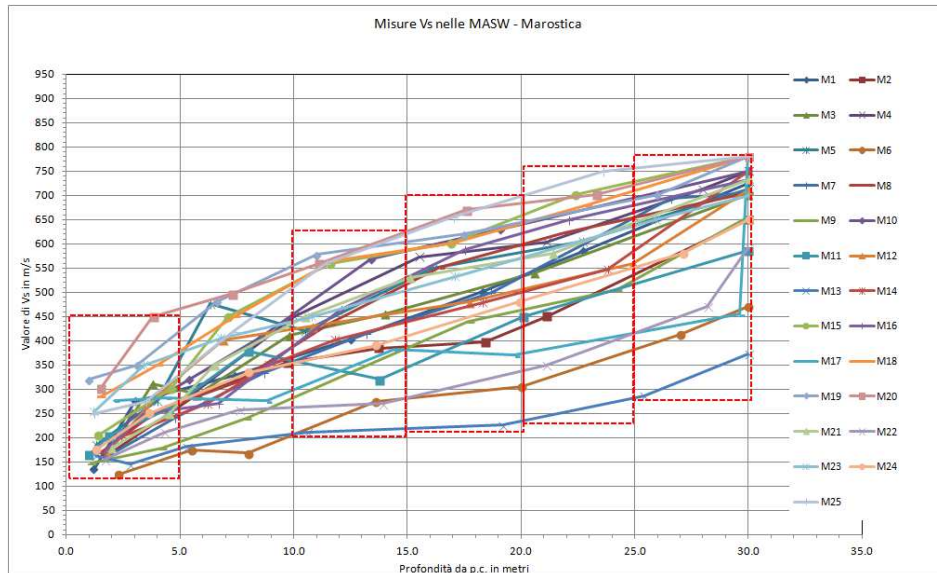


Figura 74 – Grafo dei valori VS per profondità

Una considerazione a parte meritano le incertezze relative alla definizione della faglia attiva nr. 70304 definita anche capace da ITHACA, poichè dai rilievi in situ e dalle analisi delle indagini, con i dati in mano sinora, non vi è certezza della propria capacità di arrivare in superficie, visti i risultati delle indagini ERT. Per la faglia nr. 77543 ci sono maggiori evidenze, ma risulta dalla ERT1 leggermente ( $\sim 12$  m) traslata verso Sud rispetto a quella georeferenziata da ITHACA.

## 15 CARTE TEMATICHE MS DI 2° E 3° LIVELLO

Il Livello di analisi di tipo 2° fa riferimento alle Linee Guida Regionali (Allegato A) della DGR 1572/2013 e della DGR 899/2019 ed è stato applicato per le Varianti al Piano degli Interventi facente parte del Pano Regolatore Comunale (PRC) a tutte le parti del territorio suscettibili di amplificazione sismica individuati nelle precedenti fasi di studio e per le quali si prevedono trasformazioni urbanistiche del territorio od incremento dei carichi urbanistici e per il territorio compreso nel perimetro del "centro abitato" così come previsti dalla normativa vigente.

Come previsto dalla normativa vigente, e già descritto nel capitolo precedente, la procedura di secondo livello è obbligatoria, per le zone suscettibili di effetti di 1) *amplificazione morfologica* e 2) *amplificazione litostratigrafica*.

I parametri e i metodi utilizzati per definire il grado di amplificazione delle aree sono stati sinteticamente decritti precedentemente sia per gli aspetti morfologici, sia per quelli litostratigrafici, entrambi in chiave sismica.

Qui, si sottolinea che relativamente alle 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 (**Fa**) al quale è stato poi sommato il coefficiente di amplificazione topografico (**St**). Gli studi sono condotti con metodi quantitativi semplificati, validi per la valutazione delle amplificazioni litologiche e geometriche e sono utilizzati per "zonizzare" l'area di studio in funzione del valore di **Fa**.

Per la descrizione e le metodologie adottate per la definizione della Carta di Microzonazione sismica si rimanda ai Capitoli precedenti.

Della Carta delle Indagini nuova (**CI**) si è già detto precedentemente. Qui si illustrano i dati della Carta di Microzonazione sismica **MS**.

Gli elaborati prodotti e conformi a quanto disposto nelle DGRV e nelle Linee Guida vigenti in materia sono stati forniti in versione cartacea e digitale; anche in formato vettoriale (shapefile).

Per l'elaborazione si è adottato le piattaforme GIS ArcGis e QGis, utilizzando gli standard di rappresentazione ed archiviazione informatica promulgate dalla "Commissione Tecnica nazionale per la Microzonazione Sismica" e il software SoftMS vers.4.2.

### 15.1 CARTA MS - STIMA DEL FATTORE DI AMPLIFICAZIONE ICMS

La **Carta di Microzonazione sismica MS** sintetizza le valutazioni fatte in chiave sismica sugli elementi territoriali di carattere litologico, idrogeologico e geomorfologico, suddividendo la superficie comunale oltre che con i Fattori di amplificazione (**Fa**), anche con le differenti classi di instabilità derivanti dal grado di liquefazione ricavato nelle diverse aree; seguendo le indicazioni del Manuale "Standard di rappresentazione e archiviazione informatica, vers. 4.2".

Per la Carta di Microzonazione sismica - MS del territorio in studio si possono fare le seguenti osservazioni:

- A. Come già indicato, la Carta MS illustra le condizioni geologico-sismiche sia per i nuclei abitati, sia per quelli con edificato consolidato e/o diffuso.
- B. L'analisi, in chiave sismica, della risposta del sottosuolo valutata con misure in campo e poi mediante software dedicati, ha confermato le condizioni generali di "stabilità suscettibile di amplificazione", che caratterizzano buona parte del territorio, ad esclusione delle aree di "instabilità", in parte già emerse con il 1° Livello, ma approfondite in codesto studio, legate sia al pericolo di fenomeni di liquefazione concentrato nella parte più meridionale dove oltre ai sedimenti predisponenti esiste anche una bassissima soggiacenza della tavola d'acqua; sia alla presenza della faglia FAC, come indicata dal catasto ITHACA e qui valutata seguendo le prescrizioni dettate dalle Linee Guida nazionali, almeno sino alla Fase d'indagine "Ind\_3".

Il territorio comunale urbanizzato l.s. è caratterizzato da zone a differente indice di amplificazione (**Fa**), prodotto dei caratteri locali litologici e morfologici.



- La prevalenza del nucleo abitato residenziale del Capoluogo è inseribile nella classe con valori amplificativi complessivi  $F_a$  pari a **1.5÷1.6**.
- Appartengono a questa classe anche i fondovalle di San Floriano, di Vallonara; nonché le aree afferenti al nucleo di San Luca, di Crosara, di Caribollo alto e basso e di Erta.
- Rientrano nella classe  **$F_a = 1.3÷1.4$**  le aree dove ricadono le località Marsan, Contrà Carrara e la fascia tra il limite Sud e del capoluogo e via Cattaneo.
- Maggiormente amplificabili in caso di sisma sono le aree di Pedalto e di Contrà Pianari, quella limitrofa al confine Est, che comprende l'abitato di via Boscaglie, nonché l'agglomerato che si sviluppa ad Ovest interessando le strutture afferenti le via Monteferro e via Panica. In tutte queste il fattore  **$F_a$**  risulta inserito nella classe **1.7÷1.8**.
- Le aree relativamente più amplificabili sia per motivi stratigrafici sia topografici, come peraltro le precedenti) risultano la zona di Pradipaldo, di via Marchetti Est, di Contrà Busa Bionda e di loc. Consagrollo. Qui il valore di  **$F_a$**  ottenuto è pari a **1.9÷2.0**.

Si rimanda alla **Tabella 7** per i risultati dei dati acquisiti in situ ed elaborati attraverso idonei codici numerici.

Si veda anche la **Figura 75**.

A questa classificazione di base si sovrappone, poi, l'elemento di "instabilità" derivante dalle misurazioni fatte per la definizione del grado o meno di liquefazione e anche per determinazione del "disturbo tettonico" dovuto alla faglia, che attraversa l'intero territorio comunale toccando il centro di Creazzo.

Nella stessa Carta MS, infatti, sono delimitate le aree definite  **$ZS_{LQ}$** , di suscettibilità per liquefazione calcolata. La presenza di tali aree comporta un diverso approccio urbanistico del territorio, come spiegato più avanti.

E', inoltre, evidenziato il tracciato delle FAC derivantie dalla classificazione ITHACA e controllato con le indagini in situ. Ad esse è assegnata l'area di vincolo urbanistico ( **$ZS_{FAC}$** ), secondo le disposizioni delle L.G. specifiche. Si veda oltre.

Quindi, nei prossimi capitoli verranno riportate le prescrizioni dettate dalle Linee Guida nazionali in riferimento al territorio in rapporto alla proprie criticità rilevate.



## 16 CONFRONTO CON LA DISTRIBUZIONE DEI DANNI DEGLI EVENTI PASSATI

La storia sismica del territorio di Marostica e del territorio limitrofo è stata illustrata nel Capitolo 6, dove sono riportate le condizioni simiche dell'area.

Qui si riportano in sintesi i principali eventi sismici che hanno interessato il Comune e gli eventuali danni subiti.

Consultando il DBMI15, versione 2015 del Data Base Macrosismico Italiano i terremoti che hanno interessato l'area entro un raggio di 25 Km sono riportati nella **Tabella 20**.

Località	Prov	Imax	EQs
Arsiero	VI	5-6	15
Asiago	VI	5	21
Ave	VI	5	1
Bassano del Grappa	VI	7	40
Bolzano Vicentino	VI	3	1
Bolzonella	PD	4	1
Borso del Grappa	TV	8-9	7
Breganze	VI	5	5
Bressanvido	VI	4-5	2
Caldogno	VI	5	4
Caltrano	VI	4-5	4
Calvene	VI	5	2
Camisano Vicentino	VI	5	6
Campolongo sul Brenta	VI	3	4
Canove di Roana	VI	F	1
Capovilla	VI	F	1
Carmignano di Brenta	PD	3-4	3
Carpanè	VI	3-4	1
Carrè	VI	3	3
Cartigliano	VI	4	3
Casoni	VI	8	1
Cassola	VI	3-4	2
Castelgomberto	VI	5	6
Castello di Godego	TV	NF	3
Cesuna	VI	3-4	1
Chiuppano	VI	4-5	3
Cismon del Grappa	VI	5	1
Cittadella	PD	6	16
Cogollo del Cengio	VI	5	5
Conco	VI	4-5	7
Cornedo Vicentino	VI	5-6	8
Costabissara	VI	4-5	2
Creazzo	VI	5	2
Cresole	VI	F	1
Crespano del Grappa	TV	8	10
Crosara	VI	3	1
Crosara	VI	5	4
Dueville	VI	4-5	3
Fara Vicentino	VI	4	1
Fietta	TV	8	1
Fontaniva	PD	5-6	8
Fonte (Oné)	TV	8-9	6
Foza	VI	3-4	2
Galliera Veneta	PD	4	4
Gallio	VI	4-5	4
Gambugliano	VI	4-5	1
Gazzo	PD	4-5	4
Grantorto	PD	4-5	2
Grumolo delle Abbadesse	VI	5	5
Isola Vicentina	VI	4-5	6
Liedolo	TV	8-9	2
Lisiera	VI	3-4	1
Loria	TV	3	3
Lugo di Vicenza	VI	4-5	3
Lusiana	VI	2	2
Magrè Vicentino	VI	5	1
Malo	VI	5-6	10
Marano Vicentino	VI	5	6
Marostica	VI	6-7	20
Marsan	VI	6-7	1
Mason Vicentino	VI	4-5	6
Molvena	VI	4-5	3
Monte di Malo	VI	5	5
Montecchio Precalcino	VI	5	2
Monteviale	VI	4	3
Monticello Conte Otto	VI	4-5	3
Mussolente	VI	8-9	3
Nove	VI	5	3
Paderno del Grappa	TV	8	7
Pagnano	TV	9-10	2
Pianezze	VI	3-4	4
Pievebelvicino	VI	5	1
Piovene Rocchette	VI	5	6
Poleo	VI	5-6	2
Pove del Grappa	VI	3-4	2
Pozzoleone	VI	3	4
Pradazzi	TV	8	1
Quintarellò	VI	3	1
Quinto Vicentino	VI	4	6
Riese Pio X	TV	3-4	6
Roana	VI	5-6	6
Romano d'Ezzelino	VI	7-8	8
Rosà	VI	4	5
Rossano Veneto	VI	4	4
Rotzo	VI	5-6	4
Rubbio	VI	NF	1
Salcedo	VI	4-5	2
San Donà	VI	NF	1
San Giorgio in Bosco	PD	3-4	1
San Martino di Lupari	PD	F	4
San Nazario	VI	4	5
San Pietro in Gu	PD	3-4	3
San Vito	TV	8-9	1
San Vito di Leguzzano	VI	5	5
San Zenone degli Ezzelini	TV	9	7
Sandriò	VI	4	2
Sant'Eulalia	TV	8	2
Sant'Ulderico	VI	5-6	11
Santorso	VI	5	6
Santuario della Beata Vergine del Covolo	TV	HD	1
Sarcedo	VI	4-5	4
Schiavon	VI	4-5	3
Schio	VI	5-6	17
Semsonzo	TV	7-8	2
Solagna	VI	4	4
Tezze sul Brenta	VI	3	5
Thiene	VI	5	16
Tombole	PD	3-4	4
Torrebelvicino	VI	5	4
Torri di Quartesolo	VI	5	2
Tretto	VI	4	2
Valstagna	VI	5	17
Velo d'Astico	VI	5	6
Vicenza	VI	HD	120
Villa d'Asolo	TV	8	1
Villaverla	VI	4-5	5
Zanè	VI	5	5
Zugliano	VI	4	4

Tabella 20: Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2015 (da DBMI15)

Il territorio comunale ricade in una zona interessata da terremoti con significativi risentimenti in termini di intensità macrosismica. Sono stati del VII÷VIII grado della scala MCS, come da **Figura 76**.



Da notare che l'intensità può riferirsi ad un solo evento ed una sola località all'interno del territorio comunale, ma il colore relativo all'intensità macrosismica massima osservata viene rappresentato, per facilità di lettura, su tutto il comune. Questa rappresentazione permette di riconoscere la distribuzione dei danni degli eventi maggiori, ma anche l'incompletezza delle informazioni in molti comuni minori.

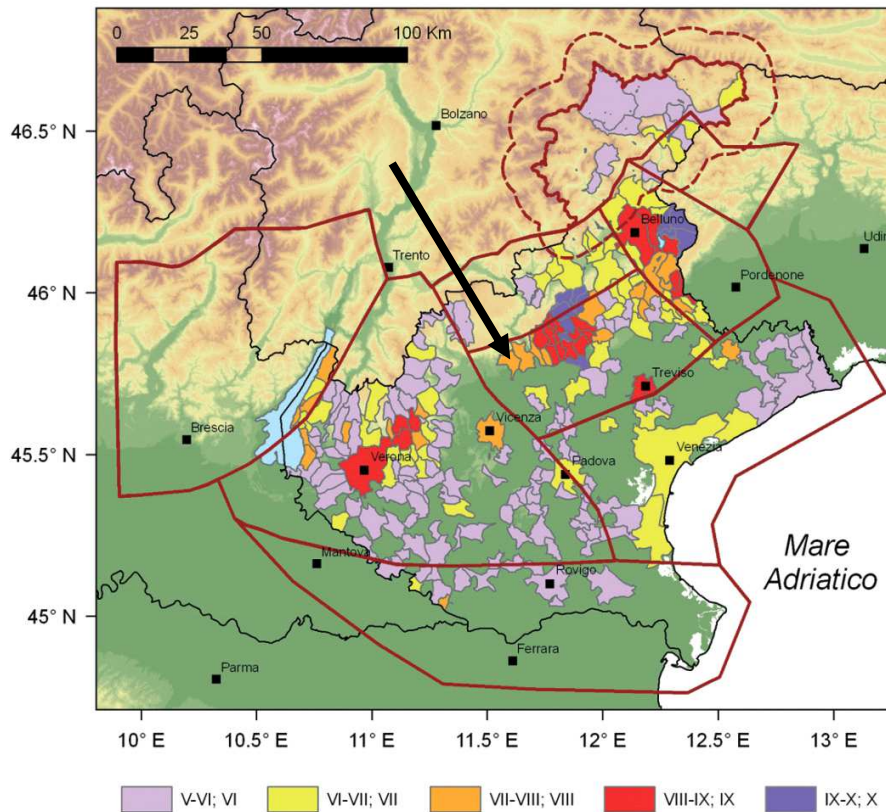


Figura 76: Massima intensità osservata al di sopra della soglia di primo danno (VII-VIII MCS) DBMI04 (Stucchi et Alii 2007)

Il distretto Pedemontana Sud è una zona interessata storicamente da un evento distruttivo e numerosi eventi che hanno superato la soglia del danno ( $I_0=VI$  MCS), documentati in modo abbastanza affidabile sin dal XIII secolo. Risale al 25 febbraio 1695 l'evento più energetico ( $I_0=IX-X$  MCS,  $MW=6,61$ ), la cui magnitudo derivata da dati macrosismici è comparabile ai massimi eventi registrati nell'area friulana a seguito del terremoto del 1976.

Localizzato nell'Asolano, l'evento ha raggiunto la soglia della distruzione coinvolgendo pesantemente l'area compresa tra Bassano del Grappa e Valdobbiadene.

Quattro eventi minori (25 febbraio 1756, 1857, 1897, e 1919 sono stati recentemente revisionati (Molin et al., 2008) con modifiche lievi ai parametri di intensità e localizzazione.

Negli ultimi due secoli, l'evento maggiore è stato quello del 12 giugno 1836, localizzato nell'area di Bassano, che ha raggiunto la soglia del danno significativo ( $I_0=VII-VIII$  MCS,  $MW=5,48$ ), e una

serie di eventi dannosi, prevalentemente documentati nella seconda metà del XIX secolo. Da oltre un secolo, quindi, nell'area non si verificano eventi di energia significativa<sup>11</sup>.

La **Figura 77** mostra, invece, i terremoti succedutisi entro ~40 Km dal concentrico del Comune. In essa si vede che quelli di maggiore intensità sono concentrati sul confine Est e nella Provincia di Treviso limitrofa.

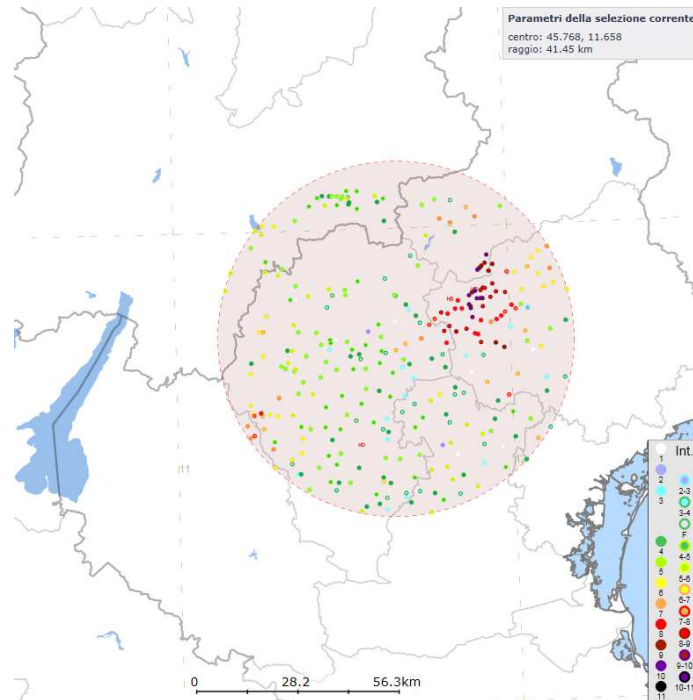


Figura 77. Terremoti verificatisi (da INGV)

Nella sottostante **Figura 78** è riportato il grafico che illustra la relazione tra Intensità, scossa, effetti e magnitudo di un sisma, per comprendere i valori dei terremoti sopra elencati.

Intensità $I_{MCS}$	Scossa	Effetti	MAW - MD
I	strumentale		≤ 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 78: Relazione orientativa tra intensità macrosismica, effetti e magnitudo strumentali

<sup>11</sup> M. SUGAN EL. PERUZZA, Distretti sismici del Veneto, olettino di Geofisica Teorica ed Applicata Vol. 52, n. 4 suppl., pp. s3-s90; December 2011



## 17 RACCOMANDAZIONI PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA

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.17.01.2018) del Ministero delle Infrastrutture.

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; Capitolo 8: Costruzioni esistenti, §8.7 Valutazione e progettazione in presenza di azioni sismiche.

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

### 17.1 AREE STABILI SUSCETTIBILI AD AMPLIFICAZIONE SISMICA - GENERALITA'

In queste aree, dove si preveda di eseguire ristrutturazioni con modifiche strutturali, ampliamenti, nuove costruzioni ed opere infrastrutturali, si dovrà, oltre alle indicazioni normative citate sopra:

- A. Eseguire, in sede di P.I. e successive Varianti, uno studio di 2° per le zone dove si prevedono trasformazioni urbanistiche del territorio od incremento dei carichi urbanistici. Questo Livello è richiesto e ritenuto sufficiente nelle aree prive di particolari complicazioni, nelle quali sono attesi solo effetti di amplificazione (P3, P4c, P4d, P4e; P1c, P2, P4a - Allegato A della DGR 1572/2013).
- B. Caratterizzare il terreno mediante indagini geologiche e geofisiche spinte fino a profondità tali da qualificare il volume significativo influenzato, direttamente o indirettamente, dalla costruzione del manufatto e che influenza il manufatto stesso.
- C. Valutare l'effetto della risposta sismica locale (RSL) mediante specifiche analisi o in rapporto ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di Categorie di Sottosuolo di riferimento. Il D.M. 17.01.2018 raccomanda la misura diretta delle velocità di propagazione delle onde di taglio Vs e, per Categorie di Sottosuolo speciali o nel caso di specifiche analisi di risposta sismica locale, impone di approfondire le conoscenze del sottosuolo mediante specifiche indagini in sito e prove di laboratorio.
- D. Produrre uno studio finalizzato alla determinazione della profondità del bedrock sismico in funzione della definizione del periodo proprio di vibrazione del sottosuolo.
- E. Valutare, sulla base delle cartografie redatte con il 1° e con il successivo 2°- 3° Livello di studio microsismico, la scelta di eventuali approfondimenti da effettuare per l'identificazione delle categorie di sottosuolo. Tali risultati possono essere utilizzati per la progettazione se il sito interessato dalla costruzione presenta caratteristiche conformi alle ipotesi di base utilizzate all'elaborazione degli abachi di calcolo stessi: il sottosuolo deve essere assimilabile ad una successione di strati approssimativamente piano paralleli, con modeste irregolarità morfologiche. A partire dal confronto tra l'azione sismica ricavata dagli abachi con quella che si ottiene utilizzando la categoria del sottosuolo e lo spettro per essa previsto dalla normativa

è possibile: **1)** utilizzare l'azione più gravosa tra le due; **2)** demandare al progettista la scelta o richiedere ulteriori approfondimenti.

- F. Evitare, d'accordo con il progettista, l'effetto di doppia risonanza suolo-struttura. Infatti, è ormai consolidata la tesi che le strutture subiscono le sollecitazioni sismiche maggiori quando c'è coincidenza tra la frequenza di vibrazione naturale del terreno investito da un'onda sismica e quella dell'edificio.
- G. 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). Parimenti sono da applicare le prescrizioni per gli effetti morfologici del sito.
- H. 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" di litologie con caratteristiche marcatamente diverse.

## 17.2 CLASSI D'USO EDILIZIO IN AREE STABILI (AMPLIFICABILI O MENO)

In riferimento alla NTC2018, su tutto il territorio comunale dovranno essere effettuate le indagini e gli studi indicati sopra ed afferenti anche alle classi d'uso edilizie.

<b>Classe I:</b> Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.	Per queste costruzioni, in funzione dell'ubicazione e della tipologia, potranno essere utilizzati i dati e le informazioni sismiche contenuti in codesto studio. Diversamente potranno essere eseguite indagini come illustrato per gli edifici in classe II, a discrezione del progettista.
<b>Classe II:</b> Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.	<p>Per queste costruzioni si prevede l'esame dei dati e delle informazioni sismiche contenuti nel presente studio e, quindi, l'applicazione di metodi semplificati per valutare l'amplificazione sismica locale. Per l'applicazione dei metodi semplificati si riporta quanto indicato dal D.M. 17.01.2018: <i>"ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, bisogna valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel paragrafo 7.11.3, in assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento (tabelle 3.2.II e 3.2.III)."</i></p> <p>Per la determinazione della velocità delle onde di taglio <math>V_{s_{eq}}</math>, si dovranno eseguire indagini sismiche, in foro (cross-hole, down-hole) o in superficie (MASW, Re.Mi., ESAC, sismica a rifrazione). Per le indagini in superficie sarà preferibile abbinare l'uso di tecniche attive e passive.</p> <p>Oltre alla definizione di <math>V_s</math> si dovranno eseguire anche misure di rumore sismico ambientale a stazione singola (HVSR), così da stabilire la frequenza fondamentale di vibrazione dei terreni (o il periodo proprio), da confrontare con le frequenze proprie degli edifici.</p>

	<p>Per questa classe di edifici, particolare attenzione dovrà essere posta nell'analizzare le situazioni ricadenti nelle zone con valori di <math>F_a &gt; 2</math>. Infatti, l'assetto litostratigrafico del sottosuolo, può generare amplificazioni sismiche notevoli. Qualora l'opera in progetto sia strutturalmente rilevante, si consiglia di procedere, anche in questo caso, con l'analisi di Risposta Sismica Locale mediante modellazione numerica.</p>
<p><b>Classe III:</b> Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.</p>	<p>Per le classi III e IV si deve eseguire l'analisi della Risposta Sismica Locale (RSL) come indicato nel DM 17.01.2018. Per l'analisi di RSL dovranno essere acquisiti i parametri necessari alla ricostruzione del modello geotecnico e sismostratigrafico del sottosuolo, con particolare attenzione alla ricostruzione della profondità e della morfologia del substrato rigido o di un deposito ad esso assimilabile. L'analisi di RSL, condotta usando codici di calcolo monodimensionali, bidimensionali o tridimensionali, in funzione dell'assetto strutturale del sottosuolo, dovrà articolarsi secondo quanto indicato nel DM stesso. Oltre a ciò si consiglia di eseguire le seguenti indagini per una corretta modellazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Esecuzione di sondaggi geognostici definendo la successione sismostratigrafica e le diverse "unità" geotecniche.</li> <li>• Prove sismiche in foro (cross hole, down hole,) finalizzate alla conoscenza della velocità delle onde di taglio fino ad una idonea profondità, in funzione dell'opera in progetto e, comunque, se possibile, fino a raggiungere il "bedrock sismico".</li> <li>• Prelievo di campioni di terreno e successive analisi di laboratorio per valutare la dipendenza della rigidità e dello smorzamento dal livello deformativo, e per la determinazione, in dipendenza del legame costitutivo adottato per i terreni, dei parametri di ingresso necessari alle analisi. Le prove di laboratorio possono consistere in prove cicliche di taglio torsionale o di taglio semplice, prove di colonna risonante, prove triassiali cicliche ecc.</li> <li>• Relazione illustrativa delle indagini contenente anche i grafici delle misure effettuate e la loro interpretazione.</li> </ul>
<p><b>Classe IV:</b> Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.</p>	<p>Idem c.s.</p>

Da evidenziare che le analisi di **Risposta Sismica Locale** dovranno essere eseguite anche per gli edifici e le opere elencati nella **DGRV n. 3645** del 28 novembre 2003, Allegati A e B e nel Decreto del capo della Protezione Civile n. 3685 del 21 ottobre 2003 (edifici e opere di interesse strategico ai fini di protezione civile e rilevanti per l'uso).

Per le aree dove non sia stato possibile determinare i valori di Fa ed Fv valgono le medesime norme sopra esposte.

### 17.3 AREE INSTABILI

Per i siti ricadenti in zone classificate sismicamente instabili, la normativa vigente prescrive lo studio di approfondimento di tipo Livello 3 con le più adatte verifiche in situ e in laboratorio e con modellazione adeguata del sottosuolo per la Risposta Sismica Locale (RSL).

Lo stesso approfondimento sarà da eseguire, come citato, per le opere strategiche per fini di protezione civile o rilevanti, come da allegato A e B della DGRV 3645/2003.

Rimane chiaro che, come indicato dalle L.G. nazionali, con il 2° Livello di approfondimento si arriva a semplici indicatori di danno dei manufatti, poiché le analisi si basano su metodi dinamici semplificati. Si deduce che ai fini urbanistici e pianificatori codeste zone devono essere studiate con il 3° Livello di approfondimento.

Il territorio comunale, nello specifico, presenta "*zone di attenzione*" *l.s. quindi*" 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, nonché come indicato nelle Linee Guida nazionali e regionali di indirizzo per gli studi di microzonazione sismica. In particolare, si fa riferimento e si raccomanda di assumere nella pianificazione e progettazione futura quanto disposto dalle Linee Guida:

- Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da liquefazione (LQ) Vers. 1.0 Roma 2017.
- Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da instabilità di versante sismoindotte (FRG) Vers. 1.0 Roma 2017.
- Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC) Vers. 1.0 Roma 2016.
- Linee Guida per l'esecuzione di studi di microzonazione sismica (Allegato A DGR 1572/2013).
- Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica (parti 1-2-3) D.P.C. Roma 2008.

La pianificazione urbanistica e territoriale in zone interessate dalla presenza di ZA è chiamata a disciplinare gli usi del suolo e le previsioni di trasformazione urbana, tenendo conto della relazione tra la pericolosità sismica e i diversi contesti insediativi.

Le Linee Guida fanno riferimento convenzionalmente a 3 categorie di aree urbanistiche:

1. **Aree edificate** (recenti o consolidate).
2. **Aree non edificate** (con previsione di trasformazione).
3. **Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata.**

"In particolare le tre categorie di aree urbanistiche possono essere definite nel modo seguente:

- Aree edificate (recenti o consolidate): aree urbanizzate ed edificate di diverso livello di completamento, consolidamento e stratificazione. Comprendono centri storici, tessuti consolidati, aree in completamento con usi residenziali, produttivi, a servizio o misti.
- Aree non edificate (con previsione di trasformazione): aree non edificate, parzialmente edificate o con previsione di nuovi insediamenti - residenziali, produttivi, a servizio o misti - di manufatti edilizi, di infrastrutture e reti. Tali aree possono trovarsi sia in adiacenza ad aree edificate, sia in contesti ancora non urbanizzati.
- Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata: aree non edificabili o con limitate previsioni di edificabilità, per destinazione d'uso (aree agricole).

Queste tre categorie vanno riferite alle previsioni dello strumento di piano vigente e alle sue effettive condizioni di attuazione. Per quanto riguarda le specifiche articolazioni della normativa urbanistica nelle suddette aree, ogni Regione potrà predisporre opportune corrispondenze tra le tre categorie urbanistiche e le zone omogenee individuate dai rispettivi strumenti di pianificazione urbanistica."

#### 17.3.1 ZONE D'ATTENZIONE PER FRANE SISMOINDOTTE $Z_{A_{FR}}$

Nel territorio in studio possono presentarsi aree suscettibili ad instabilità" per potenziali smottamenti e/o frane sismo-indotte ( $Z_{A_{FR}}$ ) sui pendii naturali che definiscono il plateau carbonatico. In particolare, è segnalata nel Catasto IFFI, un movimento gravitativo puntuale tra via Torreselle e via Ronchi.

In tali contesti, oltre alle normali indagini e studi indicati da normativa, si provvederà a:

- Caratterizzare il sottosuolo con la misura delle  $V_{s_{eq}}$ , come previsto da DM 17.01.2018. Le misure dovranno essere eseguite almeno fino a profondità prevista dalle NTC vigenti. E' consigliabile acquisire i valori  $V_s$  da misure dirette e non da quelle 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 litostratigrafico, 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.
- Definita la tipologia del fenomeno fisico delle instabilità di versante per le frane in terra e per le frane di crollo, valutandone le forme e dimensioni delle zone investite dal fenomeno, come



indicato nella Parte Prima delle Linee Guida FR, si deve tener conto degli usi del suolo nelle zone investite dal fenomeno, sia dal punto di vista urbanistico che dal punto di vista delle classi d'uso dei manufatti (vedasi la parte seconda delle L.G.). Si rammenta che la metodologia generale, adottata nelle L.G., si basa su procedure di screening successivi che, partendo da tutte le instabilità di versante segnalate in documentazione pregressa e in database (PAI, IFFI,...), consentono di individuare le frane attivabili con una forzante sismica e che interessano le aree urbanizzate e urbanizzabili (**Figura 79**).

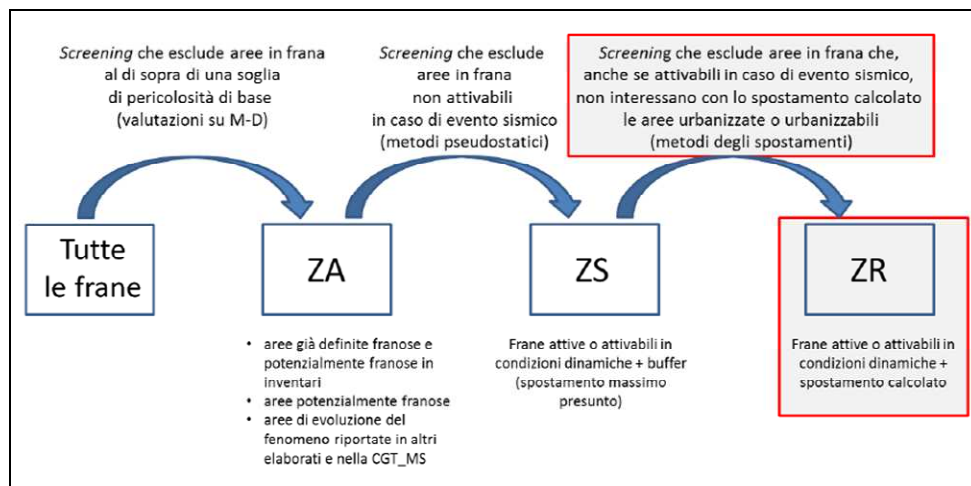


Figura 79. Metodologia generale di individuazione delle ZA, ZS e ZR per instabilità di versante (da LG)

Le fasi di screening saranno:

1. Uno screening preliminare escluderà, solo sulla base della pericolosità sismica di base, le aree che, pur essendo in frana, non saranno soggette a forzante sismica tale da provocarne l'attivazione.
2. Uno secondo screening, applicando metodi pseudostatici che considerano dati geologici e geotecnici, consentirà di escludere altre aree.
3. Il terzo e ultimo screening permetterà di definire solo le frane che potenzialmente possono interessare le aree urbanizzate e urbanizzabili, valutando e calcolando gli spostamenti.

I livelli di approfondimento delle ZA, ZS e ZR per le instabilità di versante (frane) e le carte per l'individuazione delle instabilità di versante, descritti nelle L.G. "FR", sono sintetizzati nelle **Figure 80-81-82**.

Livello di MS	Carta	Zone di instabilità di versante	Elementi informativi	Analisi e metodi
1	MOPS	Zone di Attenzione (Z <sub>AFR</sub> )	Minimi Dati pregressi	-
2	MS	Zone di Attenzione (Z <sub>AFR</sub> )	-	Non si effettuano studi sulle instabilità di versante
3	MS	Zone di Suscettibilità (Z <sub>SFR</sub> )	Specifici	Semplificate ( <i>sensu</i> AGI, 2005) Metodi pseudostatici per frane in terra Metodi semplificati per definire la suscettibilità e la <i>runout distance</i> per frane di crollo
3	MS	Zone di Rispetto (Z <sub>RFR</sub> )	Specifici	Dinamiche semplificate o avanzate ( <i>sensu</i> AGI, 2005). Metodi degli spostamenti e calcolo <i>runout distance</i>

Figura 80. Livelli, carte e corrispondenti tipi di zone di instabilità di versante (da LG)

e nello specifico:

Metodi	Parametro	ZONE	CARTA	LIVELLO MS
Analisi inventari		Z <sub>AFR</sub> (Zona di Attenzione)	MOPS	1
Non si effettuano studi sulle instabilità		Z <sub>AFR</sub> (Zona di Attenzione)	MS	2
Valutaz. attività Pseudostatici Buffer	FR <sub>att</sub> K <sub>c</sub> < K <sub>h<sub>eq</sub></sub> area	Z <sub>SFR</sub> (Zona di Suscettibilità)	MS	3
Spostamenti	FRT	Z <sub>RFR</sub> (Zona di Rispetto)	MS	3

Figura 81. Schema riassuntivo per la verifica delle condizioni per l'individuazione delle zone per le frane in terra.

Metodi	Parametro	ZONE	CARTA	LIVELLO MS
Analisi inventari Metodi empirici	<i>Runout distance</i>	Z <sub>AFR</sub> (Zona di Attenzione)	MOPS	1
Non si effettuano studi sulle instabilità		Z <sub>AFR</sub> (Zona di Attenzione)	MS	2
Valutaz. attività RHAP-MS	FR <sub>att</sub> Soglia	Z <sub>SFR</sub> (Zona di Suscettibilità)	MS	3
Metodi empirici	<i>Runout distance</i>			
Spostamenti	<i>Runout distance</i> FRR	Z <sub>RFR</sub> (Zona di Rispetto)	MS	3

Figura 82. Schema riassuntivo per la verifica delle condizioni per l'individuazione delle zone per le frane di crollo.

#### AREE URBANISTICHE INTERESSATE DA Z<sub>AFR</sub>

I criteri definiti per indirizzare la disciplina d'uso del suolo in zone interessate da instabilità di versante sismo-indotte devono tener conto di alcuni fattori:

- per le instabilità di versante sismoindotte l'area di studio da considerare **non** è solo quella che riguarda la parte urbanizzata e urbanizzabile, ma include anche quella a monte e a valle del centro abitato, interessata dal fenomeno.
- a differenza di altre forme di instabilità (es. FAC) è possibile mettere in atto opere di riduzione della pericolosità, attraverso interventi di stabilizzazione del suolo (cfr. NTC 2018).
- a differenza delle altre forme di instabilità (es. FAC e Liquefazione), la disciplina urbanistica per le aree sottoposte a instabilità di versante (non sismoindotta) può essere già stata

individuata in alcuni strumenti di pianificazione territoriale di settore (Piani di Assetto Idrogeologico - PAI) o dalla normativa regionale.

Si fa riferimento, quindi, alle normative già esistenti e agli orientamenti generali della disciplina.

Con riferimento alle tre categorie di aree urbanistiche sopra definite e alle zone interessate da instabilità di versante sismoindotte dove esse ricadono, viene proposto un abaco di diverse tipologie di indirizzi. Nella **Figura 83** viene riportata anche una colonna relativa alle infrastrutture, come ambito distinto e in questa sede non approfondito.

Uno schema sintetico con le indicazioni urbanistiche (fra parentesi i paragrafi nelle L.G.) è:

Categorie urbanistiche		Aree edificate (recenti o consolidate)	Aree non edificate (con previsione di trasformazione)	Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata	Infrastrutture
Zone instabilità di versante	Z <sub>A</sub> FR	Obbligo di approfondimento (6.1.1)	Obbligo di approfondimento (6.2.1)		Programma Infrastrutture (6.3)
	Z <sub>S</sub> FR	Programma Zone Instabili (6.1.2)	Intervento limitato (6.2.2)		
	Z <sub>R</sub> FR				

Figura 83. Indicazioni urbanistiche

Nel caso di Z<sub>A</sub>FR, nelle **Aree edificate** (recenti o consolidate), per interventi di nuova edificazione (nei lotti vuoti) e per interventi sull'edificato esistente, devono essere espletati i necessari approfondimenti geologici e geotecnici, propri del Livello 3 di MS al fine di individuare le Z<sub>S</sub>FR e le Z<sub>R</sub>FR, oppure, per interventi puntuali, gli approfondimenti previsti dalla normativa tecnica vigente. E' prerogativa delle Regioni definire eventuali limiti temporali, in ragione delle risorse disponibili, per l'espletamento dei suddetti approfondimenti.

L'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso - **Figura 84**.

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione

Figura 84. Disciplina d'uso per aree edificate (da L.G.)

L'amministrazione locale nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione urbanistica e secondo le prescrizioni e gli indirizzi dei soggetti sovra-ordinati, individua e persegue uno o più obiettivi per il **Programma Zone Instabili (PZI)**, assumendone i contenuti nelle forme opportune, al fine di mitigare le condizioni di rischio. Si vedano le citate Linee Guida "FR".

Il PZI rappresenta un programma d'intervento complesso in cui vengono definiti obiettivi e ambiti di intervento, fattibilità e modalità attuative. Il PZI riguarda più in generale tutte le aree suscettibili di instabilità, fra cui anche quelle interessate da faglie attive e capaci (FAC) e liquefazione (LQ).

Le **Aree non edificate** (con previsione di trasformazione) e le **Aree non urbanizzate** a trasformabilità limitata, ricadenti in  $Z_{A_{FR}}$ , sono soggette ad un regime di limitazione di edificabilità che **non** autorizza alcun intervento di trasformazione, fintantoché non vengano effettuati i necessari approfondimenti al fine di individuare le  $Z_{S_{FR}}$  e le  $Z_{R_{FR}}$ .

E' ammessa in tali aree la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato. Pertanto, l'assenza di approfondimento determina la seguente **disciplina d'uso** - **Figura 85**.

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente). Si rimanda alla normativa regionale o alla disciplina urbanistica del PAI di riferimento, qualora siano vigenti norme più restrittive.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Figura 85. Disciplina d'uso per aree non edificate (da L.G.)

### 17.3.2 ZONE D'ATTENZIONE PER CEDIMENTI DIFFERENZIALI $Z_{A_{ID}}$

Nelle aree suscettibili ad instabilità” per *cedimenti differenziali* si provvederà a caratterizzare il sottosuolo mediante adeguate indagini geognostiche e geofisiche in situ e in laboratorio al fine di esplorare la variabilità spaziale dei caratteri stratigrafici e meccanici delle aree; nonché dei parametri sismici con la profondità. E' consigliabile, come suggerito dalle NTC2018, acquisire i valori  $V_{seq}$  da misure dirette e non da quelle indirette.

### 17.3.3 ZONE D'ATTENZIONE PER LIQUEFAZIONE - $Z_{A_{LQ}}$

Il territorio comunale di tipo pianeggiante o sub-pianeggiante che occupa la porzione meridionale del Comune è interessato da aree a suscettibili di liquefazione di terreni saturi ( $Z_{A_{LQ}}$ ), come risulta dallo studio MS attuale. Per le aree comunali non ricadenti in tale classe, 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:

- a accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1g;

- b profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- c depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- d distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella **Figura 86(a)** nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e in **Figura 86 (b)** nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ .

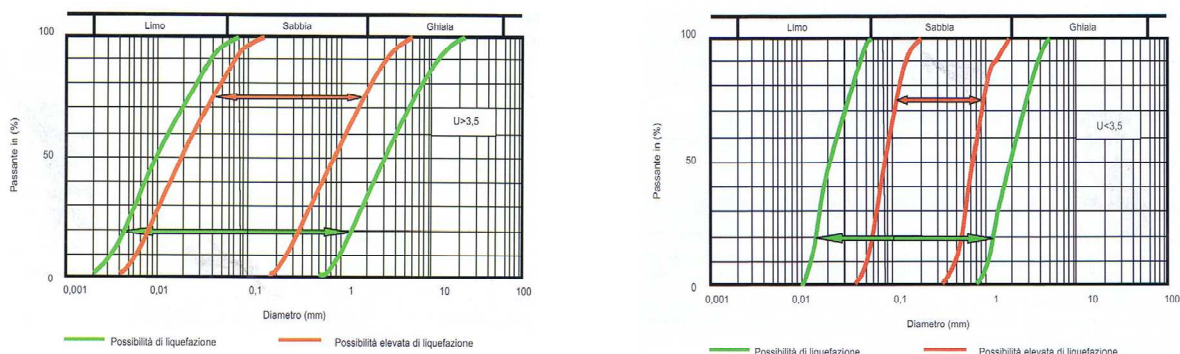


Figura 86. Fasce granulometriche critiche in funzione del coefficiente di uniformità ( $U > 3.5$ ) e ( $U < 3.5$ )

Si ricorda anche che nei terreni "tipo argilla" (clay like) pur non verificandosi il fenomeno della liquefazione, si possono avere importanti perdite di resistenza al taglio in funzione della  $\Delta u$  generata dal sisma

Di seguito, invece, si riportano le prescrizioni normative vigenti da ottemperare in fase di urbanizzazione nelle aree classificate potenzialmente liquefacibili.

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

Inoltre, le stesse Linee Guida LQ raccomandano di:

- evitare che negli studi di MS si individuino zone suscettibili di liquefazione quando non siano stati raccolti dati sufficientemente affidabili;
- definire procedure standard per l'individuazione delle zone di liquefazione in funzione della tipologia, della qualità delle indagini svolte e dei metodi di analisi;
- specificare il grado di incertezza dei risultati;
- definire il sistema di rappresentazione delle zone di liquefazione.

I livelli di approfondimento per l'individuazione delle zone potenzialmente interessate da liquefazione, descritti nel presente documento, sono (già citati sopra):



- **livello 1** (Carta delle MOPS) per l'individuazione di Zone di Attenzione per la liquefazione (ZALQ), nel quale vengono utilizzati elementi informativi minimi1 (litostratigrafia, profondità della falda, elementi paleogeografici, ecc.);
- **livello 3** (Carta di MS) nel quale vengono distinte due modalità di approfondimento delle analisi in funzione di due tipologie di zone previste:
  - Zone Suscettibili di liquefazione (ZSLQ), da identificare con elementi informativi specifici e metodi di calcolo semplificati;
  - Zone di Rispetto per la liquefazione (ZRLQ), da identificare con elementi informativi specifici e metodi di calcolo avanzati.

La stima dell'Indice del potenziale di Liquefazione medio della zona (**IL**) sarà sviluppata nel Livello 3. Questo parametro richiede, infatti, specifiche analisi e indagini più approfondite. I risultati degli studi con approfondimenti di Livello 1, ma soprattutto 2 (abachi), in particolari condizioni di assetto geologico del sottosuolo, possono invece essere utilizzati limitatamente al calcolo dell'accelerazione massima in superficie ( $a_{max}$ ) e saranno utilizzati nelle Carte di MS per la caratterizzazione delle ZSLQ e delle ZRLQ (**Figura 87**):

Livello di MS	Carta	Zone di liquefazione	Elementi informativi	Metodi
1	MOPS	Zone di Attenzione (ZALQ)	Minimi	-
3	MS	Zone di Suscettibilità (ZSLQ)	Specifici	Semplificati ( <i>sensu</i> AGI, 2005)
3	MS	Zone di Rispetto (ZRLQ)	Specifici	Avanzati ( <i>sensu</i> AGI, 2005)

Figura 87. Livelli, carte e corrispondenti tipi di zone di liquefazione (da LG)

#### AREE URBANISTICHE INTERESSATE DA ZALQ

I criteri definiti per indirizzare la disciplina d'uso del suolo in zone suscettibili alla liquefazione devono tener conto di due fattori (**Figura 88**):

1. l'instabilità da liquefazione può interessare aree relativamente vaste del territorio (interessando talvolta anche il territorio di un intero comune);
2. a differenza di altre forme di instabilità è possibile mettere in atto interventi puntuali di riduzione della pericolosità, attraverso interventi diretti sul suolo, e della vulnerabilità, attraverso interventi sull'edificio.

Categorie urbanistiche		Aree edificate (recenti o consolidate)	Aree non edificate (con previsione di trasformazione)	Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata	Infrastrutture
Zone di liquefazione	ZALQ	Obbligo di approfondimento (5.1.1)	Obbligo di approfondimento (5.2.1)		Programma Infrastrutture (5.3)
	ZSLQ	Programma Zone Instabili (5.1.2)	Intervento limitato (5.2.2)		
	ZRLQ				

Figura 88. Indicazione urbanistiche per le zone di liquefazione

Nel caso di **Aree edificate e non edificate**, come anche per le **Infrastrutture**, valgono le prescrizioni elencate nelle Linee Guida LQ, alle quali si rimanda.

Di seguito, si riporta lo schema sintetico delle azioni fattibili o meno per l'urbanizzazione in aree soggette al fenomeno di liquefacibilità (tratta da App. B2 delle LG) - **Figura 89**.

Categorie urbanistiche		Aree edificate (recenti o consolidate)	Aree non edificate (con previsione di trasformazione)	Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata	Infrastrutture
Zone di liquefazione	Z <sub>ALQ</sub>	Obbligo di approfondimento (5.1.1)	Obbligo di approfondimento (5.2.1)		Programma Infrastrutture (5.3)
	Z <sub>SLQ</sub>	Programma Zone Instabili (5.1.2)	Intervento limitato (5.2.2)		
	Z <sub>RLQ</sub>				

Tabella B2.1 - Indicazioni urbanistiche

Categorie urbanistiche		Aree edificate (recenti o consolidate)	Aree non edificate (con previsione di trasformazione)	Aree non urbanizzate a trasformabilità limitata	Infrastrutture
Zone di liquefazione	Z <sub>ALQ</sub>	EL-NI	EL-NI		Programma Infrastrutture
	Z <sub>SLQ</sub>	EL-NI (EL-NL) (EO-NL) (EO-NI) (ED-NI)	EL-NL		
	Z <sub>RLQ</sub>				

Tabella B2.2 – Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per la nuova edificazione.

**Legenda**

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
EL	Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, degli interventi di adeguamento igienico-sanitario, o altri interventi obbligatori di settore, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento o di adeguamento e valutazione di eventuali interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
EO	Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o adeguamento e/o rafforzamento locale e valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
ED	Esistente	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.
NL	Nuova costruzione	Limitato	E' consentita la nuova edificazione con valutazione di interventi di riduzione della pericolosità (in conformità alla normativa vigente).
NI	Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Figura 89. Indicazione urbanistiche (da L.G. LIQ)

In definitiva, operativamente, pur esulando tali criteri dal principio di pianificazione, se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione.

In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede, comunque, la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

Si ribadisce ancora la necessità di effettuare, in fase progettuale, le opportune indagini ed analisi finalizzate al dimensionamento dei sistemi fondali e all'elaborazione delle verifiche geotecniche in funzione delle effettive caratteristiche prestazionali delle strutture da edificare.

#### 17.3.4 ZONE D'ATTENZIONE PER FAGLIA ATTIVA E CAPACE - $Z_{A_{FAC}}$

Il territorio comunale è interessato da "faglia attiva capace, quindi da "zona di attenzione  $Z_{A_{FAC}}$ ". Tale elemento è stato studiato in maniera approfondita sino alla fase "Ind\_3" indicata nelle LG ricavandone le fasce di "vincolo" all'urbanizzazione.

Per approfondimenti in merito alla FAC si rimanda, comunque, alle Linee Guida per la gestione del territorio in aree interessate da faglie attive e capaci (FAC) Vers. 1.0 Roma 2016.

Qui, si riprende quanto prescritto nelle citate LG. La disciplina degli usi del suolo e delle previsioni di trasformazione nelle zone di faglia attiva e capace viene articolata in due tipi di indicazioni:

1. indicazioni urbanistiche, che definiscono possibili regolamentazioni dallo strumento urbanistico anche in termini di categorie di intervento e di destinazioni d'uso<sup>4</sup> e modalità attuative;
2. indicazioni edilizie, che definiscono per l'edilizia esistente e di nuova costruzione, con riferimento alla normativa tecnica antisismica, quali categorie di intervento sono possibili e su quali classi d'uso.

Come anticipato in precedenza, le Linee Guida per le FAC prescrivono una raccolta degli elementi informativi specifici con l'obiettivo di:

- valutare quanto recente sia la sua attività. In particolare per le faglie potenzialmente attive e capaci, in questo livello di approfondimento si dovranno espletare le indagini necessarie per definire l'intervallo cronologico superiore della loro attività (indagini paleosismologiche e datazioni dei terreni fagliati);
- localizzare *de visu* (direttamente in trincea e/o su sezioni geofisiche) la traccia in superficie della faglia attiva e capace;
- definire la massima dislocazione attesa in superficie, la magnitudo attesa ed il tempo di ricorrenza della faglia;
- stabilire la geometria della  $FAC_x$ , evidenziando eventuali diversi approcci in caso si operi in condizioni post-evento, con riferimento, ad esempio, a sistemi di monitoraggio degli spostamenti/cedimenti differenziali.

Per arrivare a ciò le LG definiscono 4 gruppi di indagini necessarie per questo livello di approfondimento. Vedasi la **Figura 90**.

Queste indagini hanno una sequenzialità temporale. I gruppi di indagini hanno una significatività crescente passando dal primo al quarto. Idealmente la sequenza completa fornisce il quadro più dettagliato e certo dell'assetto geologico, strutturale e geometrico della FAC<sub>x</sub>. Per le faglie potenzialmente attive e capaci è indispensabile arrivare ad espletare le indagini del gruppo Ind<sub>4</sub>.

ID	GRUPPO INDAGINI	INDAGINI
Ind_1	Analisi aereofotogrammetriche	Foto aeree, ortofoto, immagini LIDAR, immagini da satellite
Ind_2	Rilievi geologici e geomorfologici	Rilevamenti di campagna e relativa cartografia
Ind_3	Indagini geofisiche e geognostiche	ERT, sismica a riflessione e rifrazione, GPR, sondaggi e saggi
Ind_4	Paleosismologia	Trincee paleosismologiche e datazioni cronometriche dei terreni fagliati

Figura 90. Indagini per lo studio di una FAC, raggruppate per tipologia e significatività (Ind<sub>4</sub> = massima significatività).

A seconda della tipologia (certa o incerta), della simmetria e delle geometrie che caratterizzano la FAC si potrà definire la Zona di Rispetto a cavallo del piano di rottura principale con le geometrie indicate nella sottostante **Figura 91**.

Livelli di MS	Livello MS1	Livello MS3		
Categoria (FAC <sub>x</sub> )	Z <sub>A</sub> FAC	Z <sub>S</sub> FAC RACC	Z <sub>S</sub> FAC MIN	Z <sub>R</sub> FAC
FAC <sub>a</sub>	400	160	0	30
FAC <sub>b</sub>	400	300	160	n.d.

Figura 91. Dimensioni raccomandate e minime in metri per le zone di faglia negli studi di MS

#### AREE URBANISTICHE INTERESSATE DA Z<sub>A</sub>FAC

Con riferimento alla zona di faglia in cui le aree urbanistiche possono ricadere, viene proposto nelle L.G., un abaco di diverse tipologie di indicazioni urbanistiche. Nella **Figura 92** viene riportata anche una colonna relativa alle infrastrutture, come ambito distinto.

CATEGORIE URBANISTICHE		AREE EDIFICATE (RECENTI O CONSOLIDATE)	AREE NON EDIFICATE (CON PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE)	AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA	INFRASTRUTTURE
Zone di faglia	Z <sub>A</sub> FAC	Obbligo di approfondimento (8.1.1)	Obbligo di approfondimento (8.2.1)		Programma Infrastrutture (8.3)
	Z <sub>S</sub> FAC	Programma Zone Instabili (8.1.2)	Intervento limitato (8.2.2)		
	Z <sub>R</sub> FAC		Intervento inibito (8.2.3)		

Figura 92. Indicazioni urbanistiche

#### **AREE EDIFICATE**

Nel caso di Z<sub>A</sub>FAC, nelle **AREE EDIFICATE** (*recenti o consolidate*), per interventi di nuova edificazione (nei lotti vuoti) e per interventi sull'edificato esistente, devono essere espletati i necessari approfondimenti geologici, propri del livello 3 al fine di individuare le Z<sub>S</sub>FAC e le Z<sub>R</sub>FAC.

È prerogativa delle Regioni definire eventuali limiti temporali, in ragione delle risorse disponibili, per l'espletamento dei suddetti approfondimenti. L'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso (Figura 93):

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Figura 93. Indicazioni urbanistiche per aree edificate senza approfondimento MS

Per le  $ZS_{FAC}$  e  $ZR_{FAC}$ , nelle **AREE EDIFICATE** (*recenti o consolidate*), l'amministrazione locale, nell'ambito dei propri strumenti di pianificazione urbanistica e secondo le prescrizioni e gli indirizzi dei soggetti sovra-ordinati, individua e persegue uno o più obiettivi per il Programma Zone Instabili (PZI), assumendone i contenuti nelle forme opportune, al fine di mitigare le condizioni di rischio.

Il PZI rappresenta un programma d'intervento complesso in cui vengono definiti obiettivi e ambiti di intervento, fattibilità e modalità attuative. Il PZI riguarda più in generale tutte le aree suscettibili di instabilità, fra cui anche quelle interessate da FAC. L'assenza di un PZI determina la seguente disciplina d'uso (Figura 94):

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Figura 94. Indicazioni urbanistiche per PZI senza approfondimento MS PZI

"La definizione di uno specifico PZI implica la scelta di uno dei seguenti obiettivi, eventualmente differenziati in funzione di  $ZS_{FAC}$  e  $ZR_{FAC}$ :

- *Intervento limitato (Obiettivo 1)*
- *Intervento obbligatorio o limitato (Obiettivo 2)*
- *Intervento obbligatorio o inibito (Obiettivo 3)*
- *Intervento inibito (Obiettivo 4)"*

Per ciascuno di questi obiettivi, nelle Linee Guida FAC, alle quali si rimanda, vengono elencate le rispettive discipline d'uso.

**AREE NON EDIFICATE (CON PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE)**

**NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA**

Le **AREE NON EDIFICATE** (con previsione di trasformazione) e le **AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA**, ricadenti in  $ZA_{FAC}$ , sono soggette ad un regime di limitazione di



edificabilità che non autorizza alcun intervento di trasformazione, fintantoché non vengano effettuati i necessari approfondimenti al fine di individuare le ZS<sub>FAC</sub> e le ZRF<sub>AC</sub>.

È ammessa in tali aree la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato. L'assenza di approfondimento determina la seguente disciplina d'uso **Figura 95**:

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Figura 95. Indicazioni urbanistiche per aree non edificate e senza approfondimento MS1

Nelle **AREE NON EDIFICATE (con previsione di trasformazione)** e nelle **Aree NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA**, ricadenti in ZS<sub>FAC</sub> è prevista la seguente disciplina d'uso (**Figura 96**):

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Limitato	È consentita la nuova edificazione solo per la classe d'uso I.

Figura 96. Indicazioni urbanistiche non edificate e senza approfondimento MS3 ZS<sub>FAC</sub>

**AREE NON EDIFICATE (con previsione di trasformazione)** e nelle **AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA**, ricadenti in ZR<sub>FAC</sub>, è ammessa la sistemazione di spazi aperti, senza realizzazione di volumetrie, a servizio delle funzioni e delle attività presenti nelle aree limitrofe, insediate e urbanizzate, o per incrementare la dotazione urbana di aree verdi, spazi pubblici e verde privato attrezzato ed è prevista la seguente disciplina d'uso (**Figura 97**):

Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Figura 97. Indicazioni urbanistiche non edificate e senza approfondimento MS3 ZR<sub>FAC</sub>

**INFRASTRUTTURE**, per le opere connesse a sistemi infrastrutturali e, più in generale le lifelines in programma di realizzazione deve essere favorita la delocalizzazione. Se preesistenti, o non delocalizzabili, deve essere predisposto uno specifico programma, eventualmente nell'ambito del Programma Zone Instabili, per essere sottoposte a verifica, prevedendo specifici approfondimenti conoscitivi e interventi finalizzati alla minimizzazione dei rischi.

In sintesi, per quanto sinora detto, si riporta la App. 7 delle Linee Guida F<sub>AC</sub> (**Figura 98**).

CATEGORIE URBANISTICHE		AREE EDIFICATE (RECENTI O CONSOLIDATE)	AREE NON EDIFICATE (CON PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE)	AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA	INFRASTRUTTURE
Zone di faglia	Z <sub>A</sub> <sub>AC</sub>	Obbligo di approfondimento (8.1.1)	Obbligo di approfondimento (8.2.1)		Programma Infrastrutture (8.3)
	Z <sub>S</sub> <sub>AC</sub>	Programma Zone Instabili (8.1.2)	Intervento limitato (8.2.2)		
	Z <sub>R</sub> <sub>AC</sub>		Intervento inibito (8.2.3)		

Tabella B1 -> Indicazioni urbanistiche.

CATEGORIE URBANISTICHE		AREE EDIFICATE (RECENTI O CONSOLIDATE)	AREE NON EDIFICATE (CON PREVISIONE DI TRASFORMAZIONE)	AREE NON URBANIZZATE A TRASFORMABILITÀ LIMITATA	INFRASTRUTTURE
Zone di faglia	Z <sub>A</sub> <sub>AC</sub>	EL - NI	EL - NI		Programma Infrastrutture
	Z <sub>S</sub> <sub>AC</sub>	EL - NI (EL - NL)	EO - NL		
	Z <sub>R</sub> <sub>AC</sub>	(EO - NL) (EO - NI) (EO - NI)	EO - NI		

Tabella B2 -> Indicazioni sulle tipologie di intervento per l'edilizia esistente e per la nuova edificazione.

**LEGENDA**

Sigla	Edilizia	Tipo Intervento	Descrizione
EL	Esistente	Limitato	Con esclusione degli interventi di manutenzione ordinaria, qualsiasi altro tipo di intervento deve prevedere interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente).
EO	Esistente	Obbligatorio	Non è obbligatoria la delocalizzazione, ma viene favorita. Interventi obbligatori (nei tempi definiti dalla Regione): interventi di miglioramento e/o di adeguamento e/o di rafforzamento locale (in conformità alla normativa vigente), indipendentemente da richieste di manutenzione o altri tipi di richiesta.
EI	Esistente	Delocalizzazione	Non è consentito alcun intervento sull'edilizia esistente, perché oggetto di delocalizzazione obbligatoria.
NL	Nuova costruzione	Limitato	È consentita la nuova edificazione solo per le classi d'uso I.
NI	Nuova costruzione	Inibito	Non è consentita la nuova edificazione.

Figura 98. Sintesi delle indicazioni urbanistiche in zona FA

## 18 CONCLUSIONI

Codesta Relazione illustra le modalità ed i risultati ottenuti con lo studio di Microzonazione sismica comunale di Livello 2 e 3.

Lo studio è stato articolato descrivendo le condizioni generali in chiave sismica del territorio, le criticità che caratterizzano il medesimo e dando, al termine, le indicazioni per le differenti fasi di pianificazione urbanistico-territoriale successive, soprattutto in relazione al contesto di "stabilità" o "instabilità" dell'edificato, esistente e futuro.

In realtà, il 3° livello MS sarà da eseguire anche per le opere strategiche per fini di protezione civile o rilevanti, come da allegato A e B della DGRV 3645/2003.

Particolare attenzione è stata posta nello studio sia della suscettibilità di liquefazione, sia della FAC, che interessano l'abitato del capoluogo. Ciò perché influirà, con i "vincoli" dettati dalla normativa vigente, nelle azioni di urbanizzazione future.

Si ricorda che i risultati ottenuti, hanno, infatti, valore importante, ma indicativo, per la pianificazione di urbanistica perché vincolano o determinano gli approcci di sviluppo urbanistico in funzione del carattere sismico dell'area territoriale interessata, ma si tratta sempre di risultati basati su dati relativi ad aree estese. Inoltre sono basati su Linee Guida specifiche, mancando una effettiva e specifica normativa in materia.

Questo principio deve essere sempre tenuto presente da parte di chi andrà poi a "progettare" strutture o infrastrutture nel territorio.

Infatti, le NTC 2018 si riferiscono ad una specifica e "localizzata" struttura con limitata estensione planimetrica, diversamente dallo studio di Microzonazione sismica, che opera su scala territoriale e che non può dare informazioni puntuali.

Infine, non trascurabile diversa è la responsabilità civile tra chi cartografa zone sismicamente omogenee per criticità o meno e chi definisce il modello geotecnico del sottosuolo interessato dall'opera scegliendone il modello ed il metodo di calcolo, come indicato dalle NTC/2018.

con la collaborazione di Checchinato Raffaella, geologo.

Filippo Baratto



A handwritten signature in black ink that reads "Baratto Filippo".

## BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. Seismogenetic sources potentially responsible for earthquakes with  $M \geq 6$  in the Southern Alps (Thiene – Udine sector, NE Italy)” *Geophysical Journal International* (2005).
- AA.VV. “Modello sismotettonico dell'Italia Nord Orientale”, C.N.R., Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Rendiconto N. 1, Trieste, 1987.
- Barbieri G., Zampieri D. (1992), Deformazioni sinsedimentarie Eoceniche con stile a domino nel semigraben Alpone-Agno e relativo campo di paleostress (Monti Lessini orientali - Prealpi Venete), *Atti Tic. Sc. Terra*, 35: 25-31
- Castaldini, D. & Panizza, M., 1991. Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave e il Lago di Como (Italia settentrionale), *Il Quaternario*, 4, 333–410.
- Castellarin e Vai (1982), Guida alla geologia del Sudalpino centro - orientale. Guide geologiche regionali della S.G.I., Bologna.
- Castellaro S., Mulargia F., Bianconi L. (2005): Stratigrafia sismica passiva: una nuova tecnica accurata veloce ed economica. *Geologia Tecnica & Ambientale*, n. 3, pp. 76÷102.
- D. Molin, M. Stucchi e G. Valensise: Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani. GNDT. ING, SSN – 1996
- Ferrarese, F., Sauro, U. & Tonello, C., 1998. The Montello Plateau. Karst evolution of an alpine neotectonic morphostructure, *Zeit. für Geomorph.*, N.F. Suppl.÷Bd., 109, 41–62.
- Galadini, F., Poli, M. E., Zanferrari, A., 2005. Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with  $M \geq 6$  in the eastern Southern Alps (Thiene÷Udine sector, NE Italy). *Geophys. J. Int.*, 161, 739÷762.
- Galadini, F., Meletti, C. & Vittori, E., 2001b. Major active faults in Italy: available surficial data, *Geol. en Mijn.* (Netherlands Journal of Geosciences), 80, 273–296.
- Meletti, C., Galadini, F., Valensise, G., Stucchi, M., Basili, R., Barba, S., Vannucci, G., Boschi, E., 2007. The ZS9 seismic source model for the seismic hazard assessment of the Italian territory. *Tectonophysics*.
- Peruzza, L., Poli, M.E., Rebez, A., Renner, G., Rogledi, S., Slejko, D. & Zanferrari, A., 2002. The 1976–1977 seismic sequence in Friuli: new seismotectonic aspects, *Mem. Soc. Geol. It.*, 57, 391–400
- Piccoli G. (1965), Rapporto tra gli allineamenti dei centri vulcanici paleogenici e le strutture tettoniche attuali nei Lessini, *Boll. Soc. Geol. It.*, 84: 141-157.
- Poli M.E., P. Burrato, F. Galadini e A. Zanferrari, 2008 Seismogenic sources responsible for destructive earthquakes in north÷eastern Italy , INGV Roma
- Sirovich, L., Pettenati, F. & Bobbio, M., 2000. Inversione di intensità macro-sismiche per le faglie di terremoti storici, in *Le ricerche del GNDT nel campo della pericolosità sismica (1996–1999)*, pp. 237–245, eds Galadini, F., Meletti, C. & Rebez, A., CNR—Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma, Italy.
- M. Sukan e L. Peruzza, Distretti Sismici del Veneto in *Bollettino di Geofisica Teorica e Applicata* Vol. 52 n. 4 supplement., dicembre 2011
- Valensise, G., Pantosti, D. (Eds.), 2001a. Database of potential sources for earthquakes larger than  $M 5.5$  in Italy. *Annali di Geofisica*, 44(4), Suppl., 797–964, with CD÷ROM.
- Zampieri D. (1992), Extensional mesostructures in the Cretaceous limestones of Paleogene Alpone-Agnohalf-graben (Eastern Lessini Mountains, Northern Italy), *Studi Trent. Sc. Naturali*, 67: 75-85

### Cataloghi sismici riportati nel testo:

Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani

CPTI15, a cura A. Rovida, M. Locati, R. Camassi, B. Lolli, P. Gasperini, Release v1.5, Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani. Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>

DOM4.1 ÷ Monachesi G. e Stucchi M.: “DOM4.1, un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno”

DBMI04 ÷ Stucchi et alii. (2007). DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04. <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/> Quaderni di Geofisica, Vol 49, pp.38.

DBMI15 ÷ M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2016..

Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.0.4: A compilation of potential sources for earthquakes larger than  $M 5,5$  in Italy and surrounding areas, in I. N. d. G. e Vulcanologia, ed., <http://diss.rm.ingv.it/diss/>.

## ALLEGATI:

- "D" = INDAGINI GEOGNOSTICHE ATTUALI
- "E" = ERT ATTUALI
- "L" = ANALISI DI LABORATORIO ATTUALI
- "M" = MASW ATTUALI
- "P" = POZZI ISPRA

*(PER LE INDAGINI PREGRESSE ANALIZZATE ED ELABORATE ANVCHE PER CODESTO STUDIO SI RIMANDA AL LAVORO HGEO NR. 740 GIA' CONSEGNATO ED APPROVATO)*

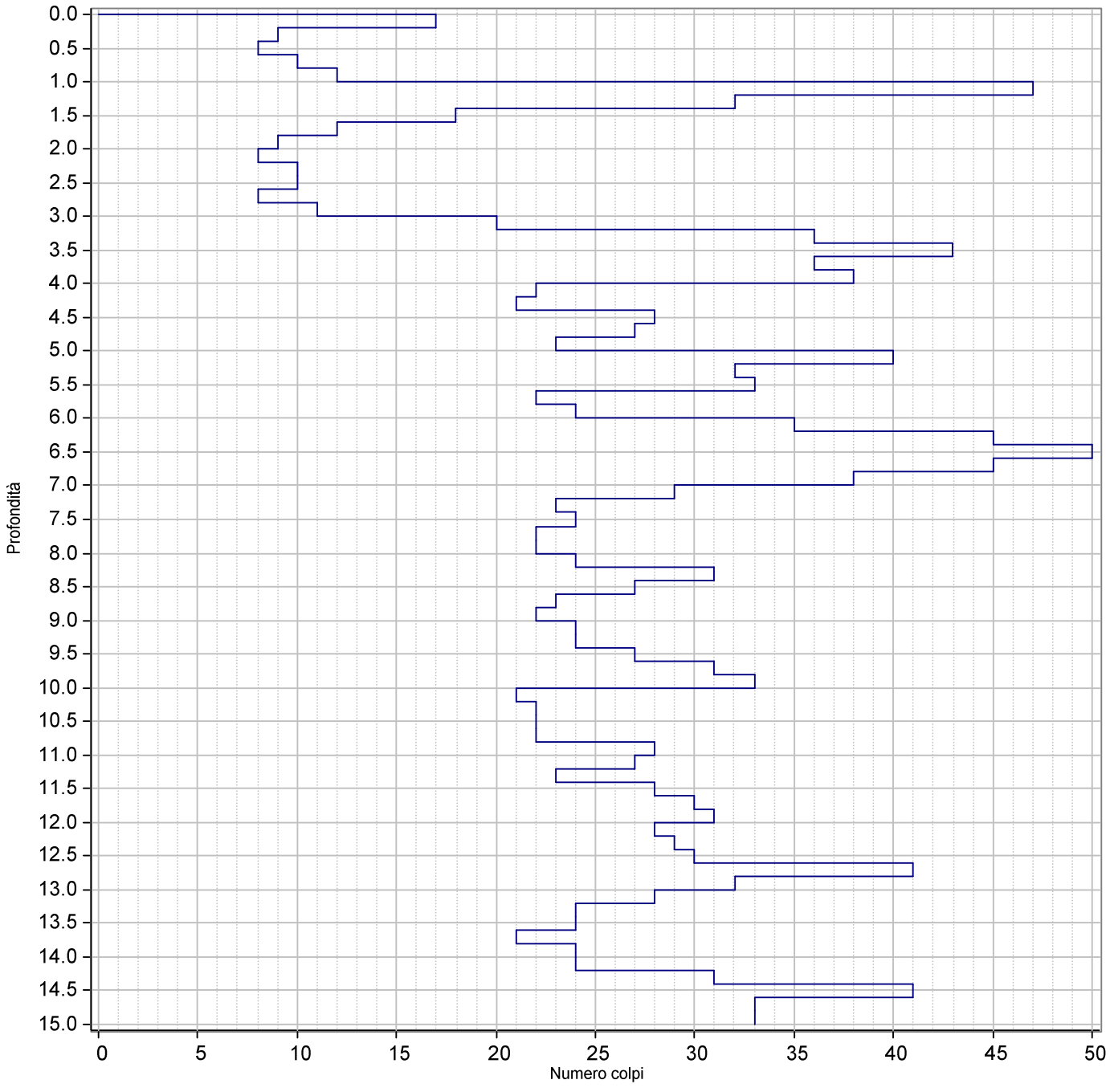
## CARTOGRAFIE:

- CARTA DELLE NUOVE INDAGINI (CI)
- CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 2 E 3 (MS)



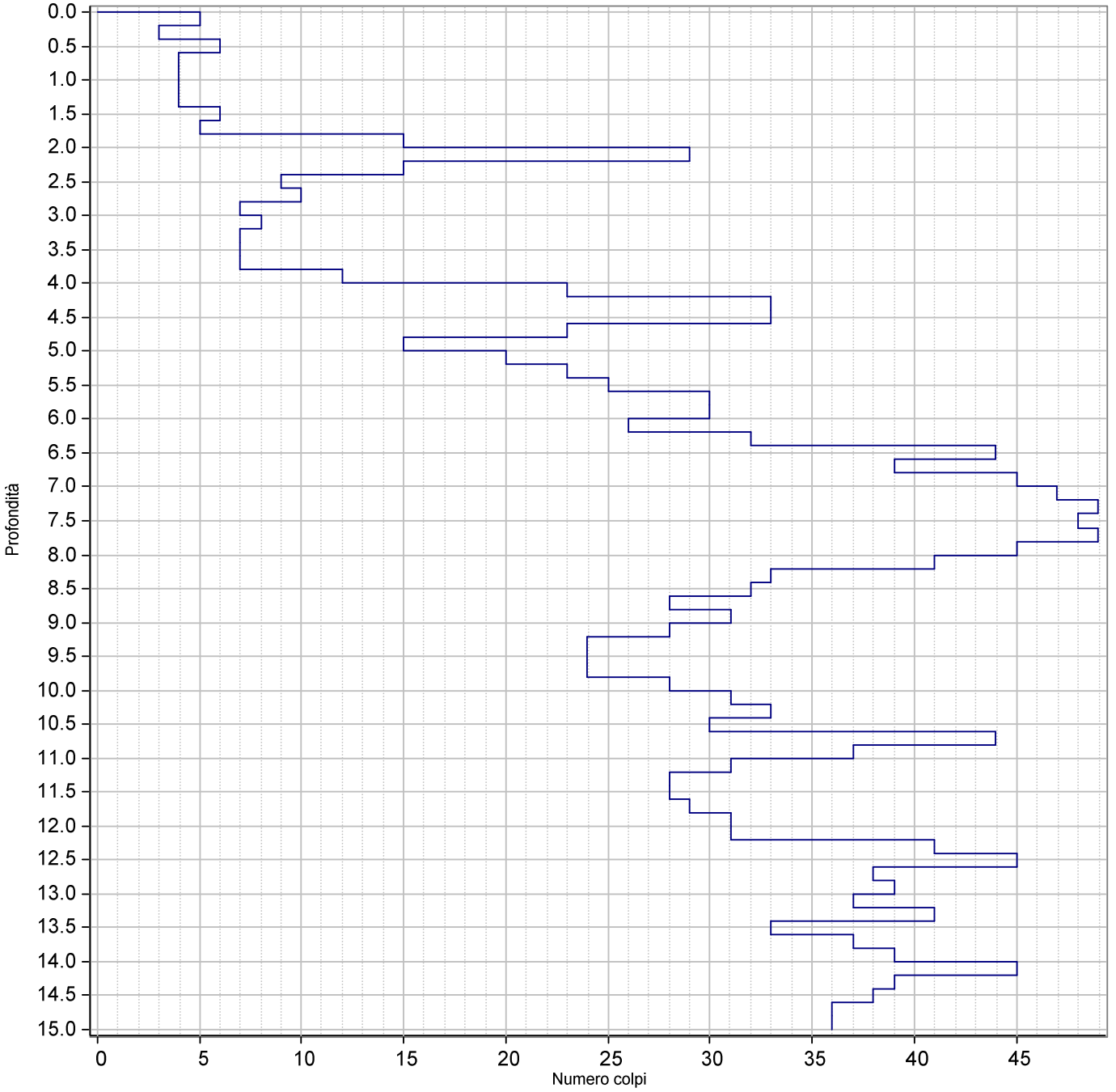
# ALLEGATO D

(PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE PESANTI DPSH)



Committente									
Località							Quota (m)		
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 1	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
1	0.2	26	34.7	28.9	18.44	59.0		107.92	
2	0.4	14	29.5	26.4	17.85	41.0		43.05	
3	0.6	12	28.4	25.7	17.75	38.0		34.4	
4	0.8	15	30.0	26.5	17.9	43.0		47.64	
5	1.0	18	31.4	27.4	18.04	47.0		62.4	
6	1.2	71	45.0	35.3	19.61	85.0		393.68	
7	1.4	48	41.8	32.3	21.33	83.0		256.94	
8	1.6	27	35.1	28.9	19.47	61.0		114.13	
9	1.8	18	31.4	27.5	19.03	47.0		62.4	
10	2.0	14	29.5	26.6	18.83	41.0		43.05	
11	2.2	12	28.4	26.0	18.73	38.0		34.4	
12	2.4	15	30.0	27.0	18.88	43.0		47.64	
13	2.6	15	30.0	27.0	18.88	43.0		47.64	
14	2.8	12	28.4	26.2	18.73	38.0		34.4	
15	3.0	17	31.0	27.8	18.98	46.0		57.32	
16	3.2	30	36.2	30.3	19.12	65.0		133.3	
17	3.4	54	43.5	34.7	19.61	85.0		297.43	
18	3.6	65	45.0	36.3	19.61	85.0		363.98	
19	3.8	54	43.5	35.0	19.61	85.0		297.43	
20	4.0	57	44.2	35.7	19.61	85.0		316.79	
21	4.2	33	37.2	31.3	19.49	68.0		153.16	
22	4.4	32	36.9	31.3	19.37	67.0		146.48	
23	4.6	42	40.1	33.1	20.59	77.0		215.2	
24	4.8	41	39.8	33.1	20.47	76.0		208.22	
25	5.0	35	37.9	32.1	19.74	70.0		166.7	
26	5.2	60	45.0	37.1	19.61	85.0		335.33	
27	5.4	48	41.8	34.4	21.33	83.0		256.94	
28	5.6	50	42.4	34.8	19.61	85.0		270.64	
29	5.8	33	37.2	31.9	19.49	68.0		153.16	
30	6.0	36	38.2	32.6	19.86	71.0		173.54	
31	6.2	53	43.2	35.8	19.61	85.0		290.83	
32	6.4	68	45.0	37.6	19.61	85.0		379.54	
33	6.6	75	45.0	37.7	19.61	85.0		410.02	
34	6.8	68	45.0	37.7	19.61	85.0		379.54	
35	7.0	57	44.2	37.0	19.61	85.0		316.79	
36	7.2	44	40.7	34.4	20.84	79.0		229.17	
37	7.4	35	37.9	32.8	19.74	70.0		166.7	
38	7.6	36	38.2	33.1	19.86	71.0		173.54	
39	7.8	33	37.2	32.5	19.49	68.0		153.16	

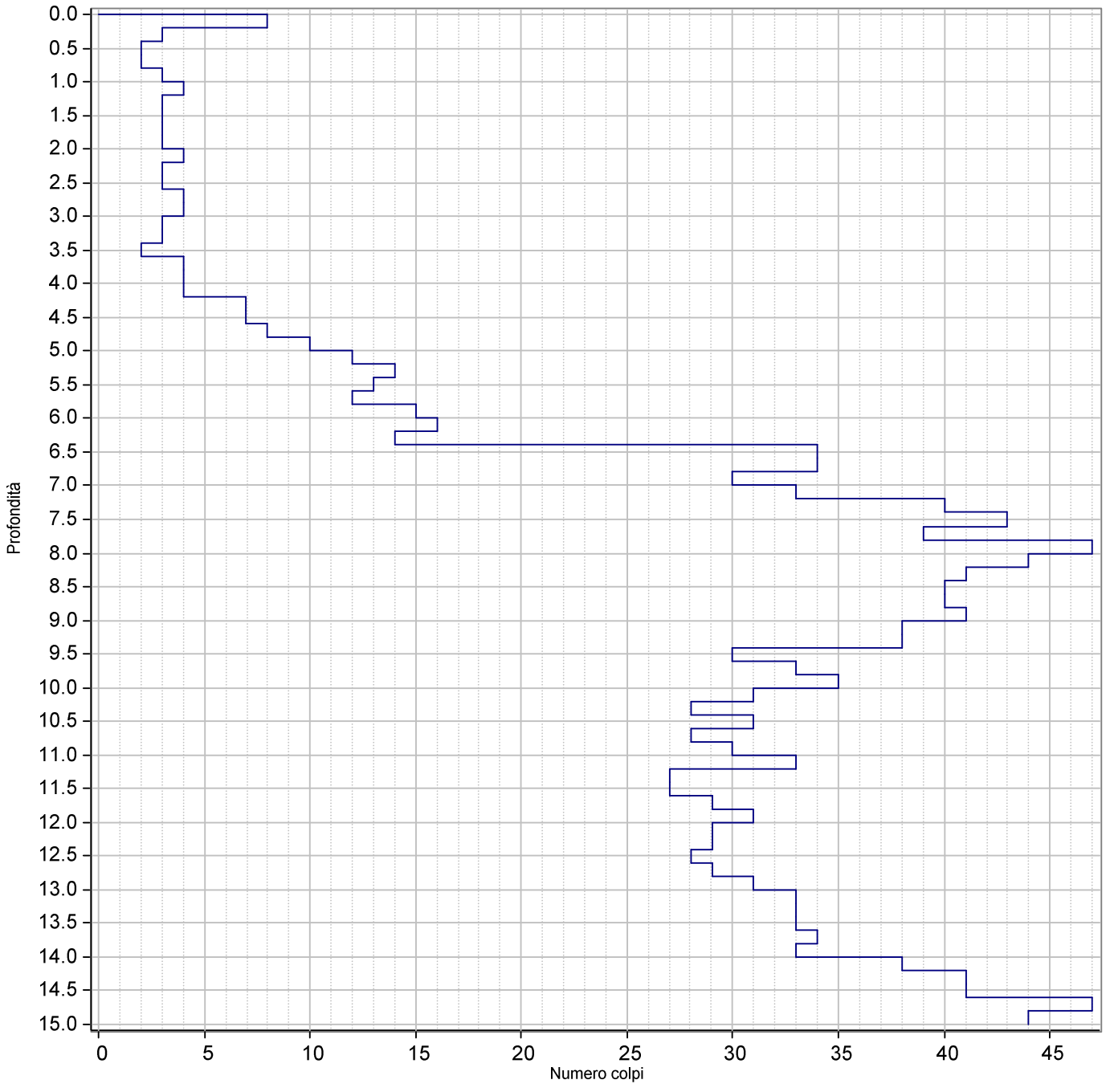
Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 1
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
40	8.0	33	37.2	32.5	19.49	68.0		153.16		
41	8.2	36	38.2	33.2	19.86	71.0		173.54		
42	8.4	47	41.6	35.3	21.21	82.0		250.04		
43	8.6	41	39.8	34.3	20.47	76.0		208.22		
44	8.8	35	37.9	33.2	19.74	70.0		166.7		
45	9.0	33	37.2	32.8	19.49	68.0		153.16		
46	9.2	36	38.2	33.5	19.86	71.0		173.54		
47	9.4	36	38.2	33.5	19.86	71.0		173.54		
48	9.6	41	39.8	34.6	20.47	76.0		208.22		
49	9.8	47	41.6	35.7	21.21	82.0		250.04		
50	10.0	50	42.4	36.2	19.61	85.0		270.64		
51	10.2	32	36.9	32.8	19.37	67.0		146.48		
52	10.4	33	37.2	33.1	19.49	68.0		153.16		
53	10.6	33	37.2	33.1	19.49	68.0		153.16		
54	10.8	33	37.2	33.1	19.49	68.0		153.16		
55	11.0	42	40.1	35.0	20.59	77.0		215.2		
56	11.2	41	39.8	34.9	20.47	76.0		208.22		
57	11.4	35	37.9	33.7	19.74	70.0		166.7		
58	11.6	42	40.1	35.2	20.59	77.0		215.2		
59	11.8	45	41.0	35.8	20.96	80.0		236.15		
60	12.0	47	41.6	36.2	21.21	82.0		250.04		
61	12.2	42	40.1	35.3	20.59	77.0		215.2		
62	12.4	44	40.7	35.7	20.84	79.0		229.17		
63	12.6	45	41.0	35.9	20.96	80.0		236.15		
64	12.8	62	45.0	39.3	19.61	85.0		347.16		
65	13.0	48	41.8	36.5	21.33	83.0		256.94		
66	13.2	42	40.1	35.5	20.59	77.0		215.2		
67	13.4	36	38.2	34.3	19.86	71.0		173.54		
68	13.6	36	38.2	34.3	19.86	71.0		173.54		
69	13.8	32	36.9	33.4	19.37	67.0		146.48		
70	14.0	36	38.2	34.3	19.86	71.0		173.54		
71	14.2	36	38.2	34.4	19.86	71.0		173.54		
72	14.4	47	41.6	36.6	21.21	82.0		250.04		
73	14.6	62	45.0	39.6	19.61	85.0		347.16		
74	14.8	50	42.4	37.2	19.61	85.0		270.64		
75	15.0	50	42.4	37.2	19.61	85.0		270.64		





Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 2
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
1	0.2	8	26.0	24.8	17.98	28.0		19.41		
2	0.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
3	0.6	9	26.6	24.8	18.31	32.0		22.85		
4	0.8	6	24.5	24.2	17.33	22.0		13.16		
5	1.0	6	24.5	24.2	17.33	22.0		13.16		
6	1.2	6	24.5	24.2	17.33	22.0		13.16		
7	1.4	6	24.5	24.3	17.33	22.0		13.16		
8	1.6	9	26.6	25.0	18.31	32.0		22.85		
9	1.8	8	26.0	25.1	17.98	28.0		19.41		
10	2.0	23	33.6	29.0	18.29	55.0		89.92		
11	2.2	44	40.7	32.7	19.86	79.0		229.17		
12	2.4	23	33.6	29.3	18.29	55.0		89.92		
13	2.6	14	29.5	27.2	17.85	41.0		43.05		
14	2.8	15	30.0	27.6	17.9	43.0		47.64		
15	3.0	11	27.8	26.2	17.7	37.0		30.36		
16	3.2	12	28.4	26.8	18.73	38.0		34.4		
17	3.4	11	27.8	26.3	18.68	37.0		30.36		
18	3.6	11	27.8	26.4	18.68	37.0		30.36		
19	3.8	11	27.8	26.4	18.68	37.0		30.36		
20	4.0	18	31.4	28.8	19.03	47.0		62.4		
21	4.2	35	37.9	32.4	19.74	70.0		166.7		
22	4.4	50	42.4	34.9	19.61	85.0		270.64		
23	4.6	50	42.4	35.0	19.61	85.0		270.64		
24	4.8	35	37.9	32.6	19.74	70.0		166.7		
25	5.0	23	33.6	30.2	19.27	55.0		89.92		
26	5.2	30	36.2	31.6	19.12	65.0		133.3		
27	5.4	35	37.9	32.7	19.74	70.0		166.7		
28	5.6	38	38.9	33.4	20.1	73.0		187.34		
29	5.8	45	41.0	34.7	20.96	80.0		236.15		
30	6.0	45	41.0	34.7	20.96	80.0		236.15		
31	6.2	39	39.2	33.8	20.23	74.0		194.28		
32	6.4	48	41.8	35.3	21.33	83.0		256.94		
33	6.6	66	45.0	38.2	19.61	85.0		369.31		
34	6.8	59	44.7	38.0	19.61	85.0		329.25		
35	7.0	68	45.0	38.3	19.61	85.0		379.54		
36	7.2	71	45.0	38.4	19.61	85.0		393.68		
37	7.4	74	45.0	38.4	19.61	85.0		406.22		
38	7.6	72	45.0	38.5	19.61	85.0		398.04		
39	7.8	74	45.0	38.5	19.61	85.0		406.22		

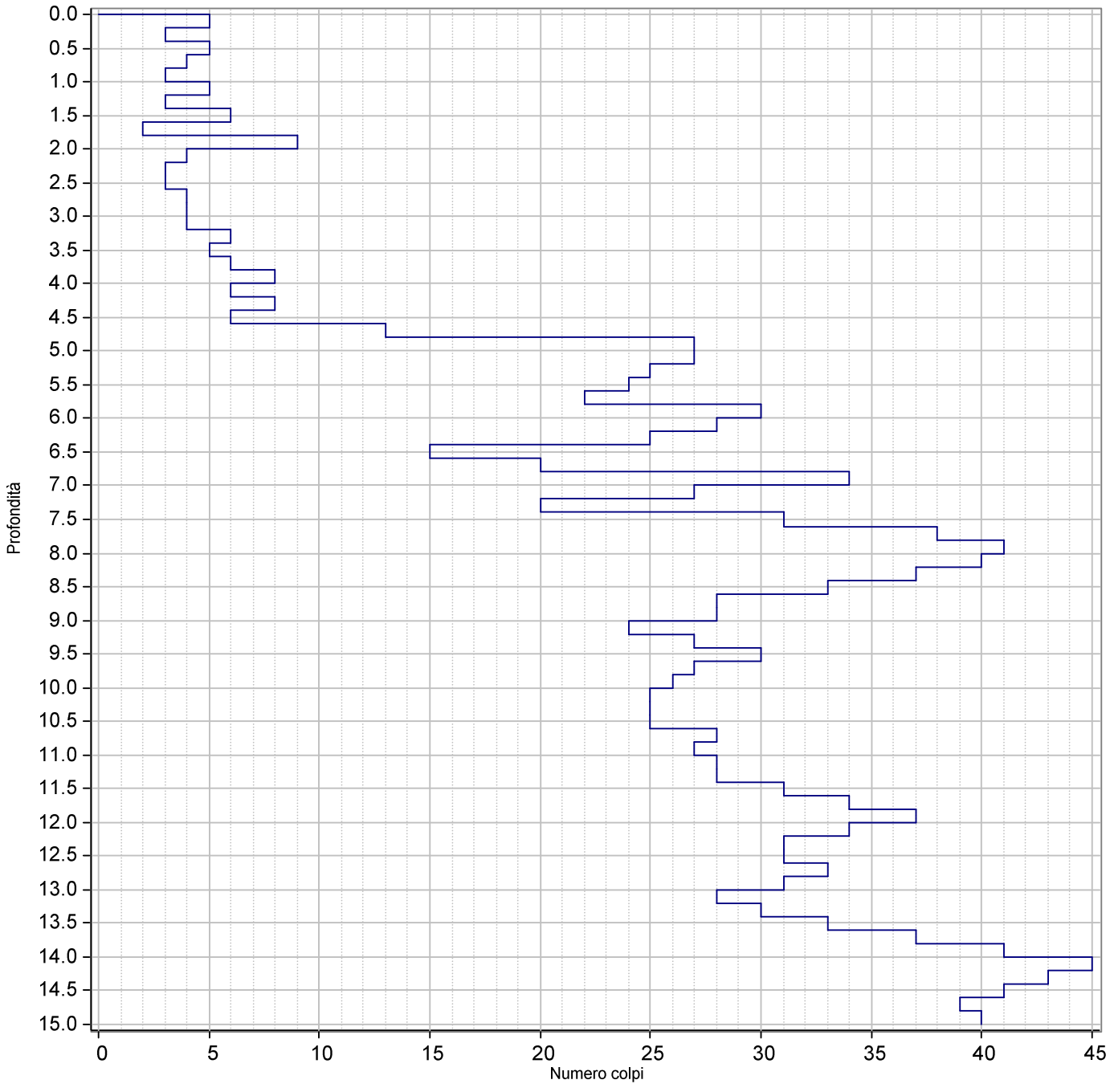
Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 2
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
40	8.0	68	45.0	38.6	19.61	85.0		379.54		
41	8.2	62	45.0	38.6	19.61	85.0		347.16		
42	8.4	50	42.4	36.2	19.61	85.0		270.64		
43	8.6	48	41.8	35.9	21.33	83.0		256.94		
44	8.8	42	40.1	34.9	20.59	77.0		215.2		
45	9.0	47	41.6	35.9	21.21	82.0		250.04		
46	9.2	42	40.1	35.0	20.59	77.0		215.2		
47	9.4	36	38.2	33.8	19.86	71.0		173.54		
48	9.6	36	38.2	33.9	19.86	71.0		173.54		
49	9.8	36	38.2	33.9	19.86	71.0		173.54		
50	10.0	42	40.1	35.2	20.59	77.0		215.2		
51	10.2	47	41.6	36.1	21.21	82.0		250.04		
52	10.4	50	42.4	36.6	19.61	85.0		270.64		
53	10.6	45	41.0	35.8	20.96	80.0		236.15		
54	10.8	66	45.0	39.2	19.61	85.0		369.31		
55	11.0	56	44.0	38.3	19.61	85.0		310.42		
56	11.2	47	41.6	36.3	21.21	82.0		250.04		
57	11.4	42	40.1	35.4	20.59	77.0		215.2		
58	11.6	42	40.1	35.5	20.59	77.0		215.2		
59	11.8	44	40.7	35.9	20.84	79.0		229.17		
60	12.0	47	41.6	36.5	21.21	82.0		250.04		
61	12.2	47	41.6	36.5	21.21	82.0		250.04		
62	12.4	62	45.0	39.5	19.61	85.0		347.16		
63	12.6	68	45.0	39.6	19.61	85.0		379.54		
64	12.8	57	44.2	38.8	19.61	85.0		316.79		
65	13.0	59	44.7	39.3	19.61	85.0		329.25		
66	13.2	56	44.0	38.7	19.61	85.0		310.42		
67	13.4	62	45.0	39.7	19.61	85.0		347.16		
68	13.6	50	42.4	37.2	19.61	85.0		270.64		
69	13.8	56	44.0	38.8	19.61	85.0		310.42		
70	14.0	59	44.7	39.5	19.61	85.0		329.25		
71	14.2	68	45.0	39.8	19.61	85.0		379.54		
72	14.4	59	44.7	39.6	19.61	85.0		329.25		
73	14.6	57	44.2	39.1	19.61	85.0		316.79		
74	14.8	54	43.5	38.5	19.61	85.0		297.43		
75	15.0	54	43.5	38.5	19.61	85.0		297.43		



Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 3
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
1	0.2	12	28.4	25.7	17.75	38.0		34.4		
2	0.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
3	0.6	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49		
4	0.8	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49		
5	1.0	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
6	1.2	6	24.5	24.2	17.33	22.0		13.16		
7	1.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
8	1.6	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
9	1.8	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
10	2.0	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
11	2.2	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16		
12	2.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
13	2.6	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
14	2.8	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16		
15	3.0	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16		
16	3.2	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
17	3.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
18	3.6	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49		
19	3.8	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16		
20	4.0	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16		
21	4.2	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16		
22	4.4	11	27.8	26.6	17.7	37.0		30.36		
23	4.6	11	27.8	26.7	17.7	37.0		30.36		
24	4.8	12	28.4	27.2	17.75	38.0		34.4		
25	5.0	15	30.0	28.3	17.9	43.0		47.64		
26	5.2	18	31.4	29.3	19.03	47.0		62.4		
27	5.4	21	32.7	30.0	19.17	52.0		78.51		
28	5.6	20	32.3	29.9	19.12	50.0		73.0		
29	5.8	18	31.4	29.3	19.03	47.0		62.4		
30	6.0	23	33.6	30.7	19.27	55.0		89.92		
31	6.2	24	34.0	31.0	19.32	56.0		95.81		
32	6.4	21	32.7	30.2	19.17	52.0		78.51		
33	6.6	51	42.7	36.3	19.61	85.0		277.43		
34	6.8	51	42.7	36.4	19.61	85.0		277.43		
35	7.0	45	41.0	35.3	20.96	80.0		236.15		
36	7.2	50	42.4	36.2	19.61	85.0		270.64		
37	7.4	60	45.0	38.7	19.61	85.0		335.33		
38	7.6	65	45.0	38.8	19.61	85.0		363.98		
39	7.8	59	44.7	38.5	19.61	85.0		329.25		

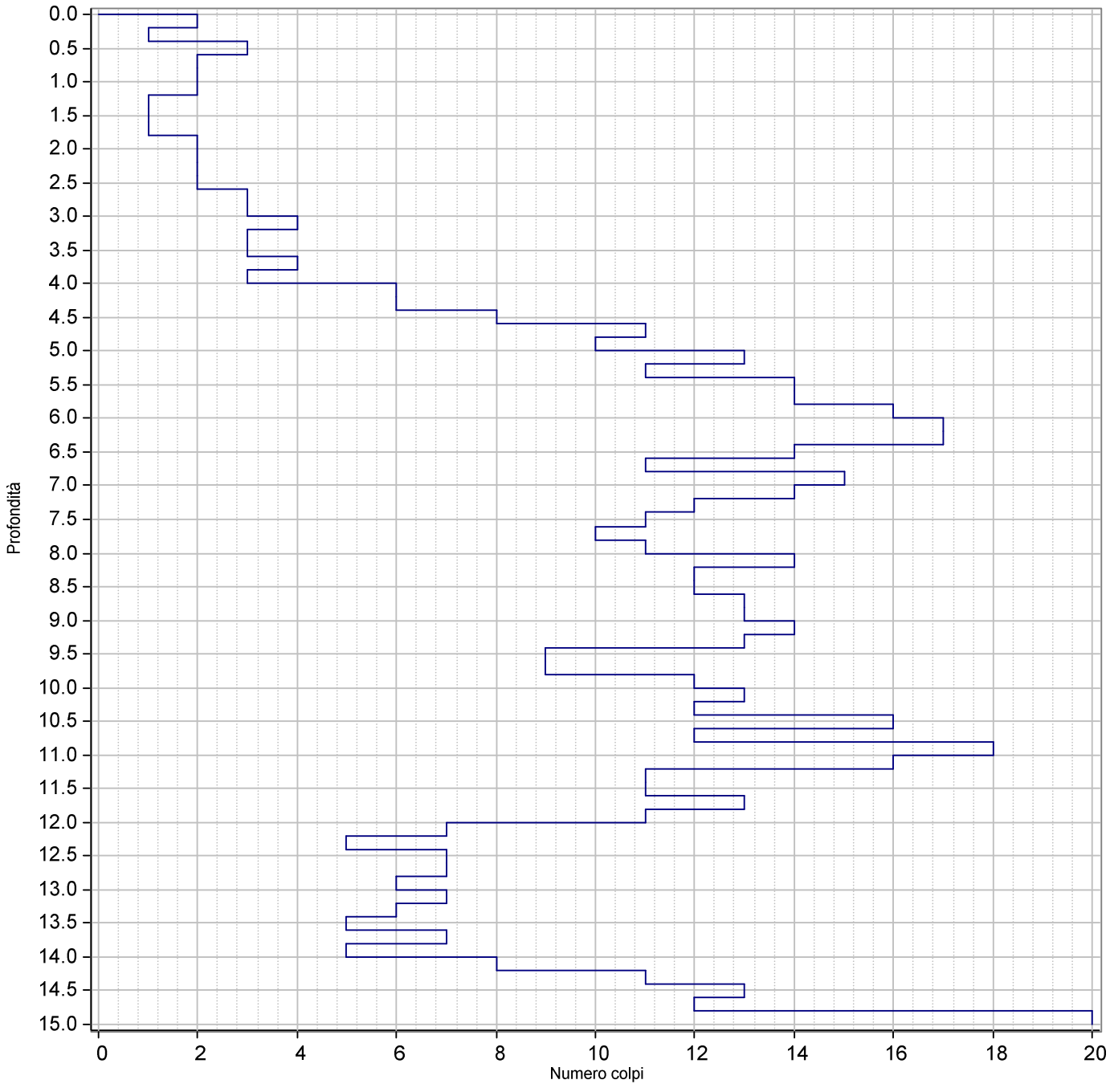
Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 3
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
40	8.0	71	45.0	38.8	19.61	85.0		393.68		
41	8.2	66	45.0	38.9	19.61	85.0		369.31		
42	8.4	62	45.0	38.9	19.61	85.0		347.16		
43	8.6	60	45.0	39.0	19.61	85.0		335.33		
44	8.8	60	45.0	39.0	19.61	85.0		335.33		
45	9.0	62	45.0	39.1	19.61	85.0		347.16		
46	9.2	57	44.2	38.3	19.61	85.0		316.79		
47	9.4	57	44.2	38.4	19.61	85.0		316.79		
48	9.6	45	41.0	35.8	20.96	80.0		236.15		
49	9.8	50	42.4	36.7	19.61	85.0		270.64		
50	10.0	53	43.2	37.5	19.61	85.0		290.83		
51	10.2	47	41.6	36.3	21.21	82.0		250.04		
52	10.4	42	40.1	35.4	20.59	77.0		215.2		
53	10.6	47	41.6	36.4	21.21	82.0		250.04		
54	10.8	42	40.1	35.5	20.59	77.0		215.2		
55	11.0	45	41.0	36.1	20.96	80.0		236.15		
56	11.2	50	42.4	37.0	19.61	85.0		270.64		
57	11.4	41	39.8	35.4	20.47	76.0		208.22		
58	11.6	41	39.8	35.4	20.47	76.0		208.22		
59	11.8	44	40.7	36.1	20.84	79.0		229.17		
60	12.0	47	41.6	36.7	21.21	82.0		250.04		
61	12.2	44	40.7	36.1	20.84	79.0		229.17		
62	12.4	44	40.7	36.2	20.84	79.0		229.17		
63	12.6	42	40.1	35.8	20.59	77.0		215.2		
64	12.8	44	40.7	36.2	20.84	79.0		229.17		
65	13.0	47	41.6	36.8	21.21	82.0		250.04		
66	13.2	50	42.4	37.4	19.61	85.0		270.64		
67	13.4	50	42.4	37.4	19.61	85.0		270.64		
68	13.6	50	42.4	37.4	19.61	85.0		270.64		
69	13.8	51	42.7	37.7	19.61	85.0		277.43		
70	14.0	50	42.4	37.5	19.61	85.0		270.64		
71	14.2	57	44.2	39.2	19.61	85.0		316.79		
72	14.4	62	45.0	40.0	19.61	85.0		347.16		
73	14.6	62	45.0	40.0	19.61	85.0		347.16		
74	14.8	71	45.0	40.1	19.61	85.0		393.68		
75	15.0	66	45.0	40.1	19.61	85.0		369.31		





Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 4
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
1	0.2	8	26.0	24.8	17.98	28.0		19.41		
2	0.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
3	0.6	8	26.0	24.8	17.98	28.0		19.41		
4	0.8	6	24.5	24.2	17.33	22.0		13.16		
5	1.0	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
6	1.2	8	26.0	24.8	17.98	28.0		19.41		
7	1.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37		
8	1.6	9	26.6	25.0	18.31	32.0		22.85		
9	1.8	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49		
10	2.0	14	29.5	26.9	17.85	41.0		43.05		
11	2.2	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16		
12	2.4	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37		
13	2.6	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37		
14	2.8	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16		
15	3.0	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16		
16	3.2	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16		
17	3.4	9	26.6	25.6	19.29	32.0		22.85		
18	3.6	8	26.0	25.5	18.96	28.0		19.41		
19	3.8	9	26.6	25.6	19.29	32.0		22.85		
20	4.0	12	28.4	26.7	18.73	38.0		34.4		
21	4.2	9	26.6	25.7	19.29	32.0		22.85		
22	4.4	12	28.4	26.8	18.73	38.0		34.4		
23	4.6	9	26.6	25.8	19.29	32.0		22.85		
24	4.8	20	32.3	29.2	19.12	50.0		73.0		
25	5.0	41	39.8	33.4	20.47	76.0		208.22		
26	5.2	41	39.8	33.5	20.47	76.0		208.22		
27	5.4	38	38.9	33.0	20.1	73.0		187.34		
28	5.6	36	38.2	32.7	19.86	71.0		173.54		
29	5.8	33	37.2	32.1	19.49	68.0		153.16		
30	6.0	45	41.0	34.4	20.96	80.0		236.15		
31	6.2	42	40.1	34.0	20.59	77.0		215.2		
32	6.4	38	38.9	33.3	20.1	73.0		187.34		
33	6.6	23	33.6	30.3	19.27	55.0		89.92		
34	6.8	30	36.2	31.8	19.12	65.0		133.3		
35	7.0	51	42.7	35.8	19.61	85.0		277.43		
36	7.2	41	39.8	34.1	20.47	76.0		208.22		
37	7.4	30	36.2	31.9	19.12	65.0		133.3		
38	7.6	47	41.6	35.2	21.21	82.0		250.04		
39	7.8	57	44.2	37.5	19.61	85.0		316.79		

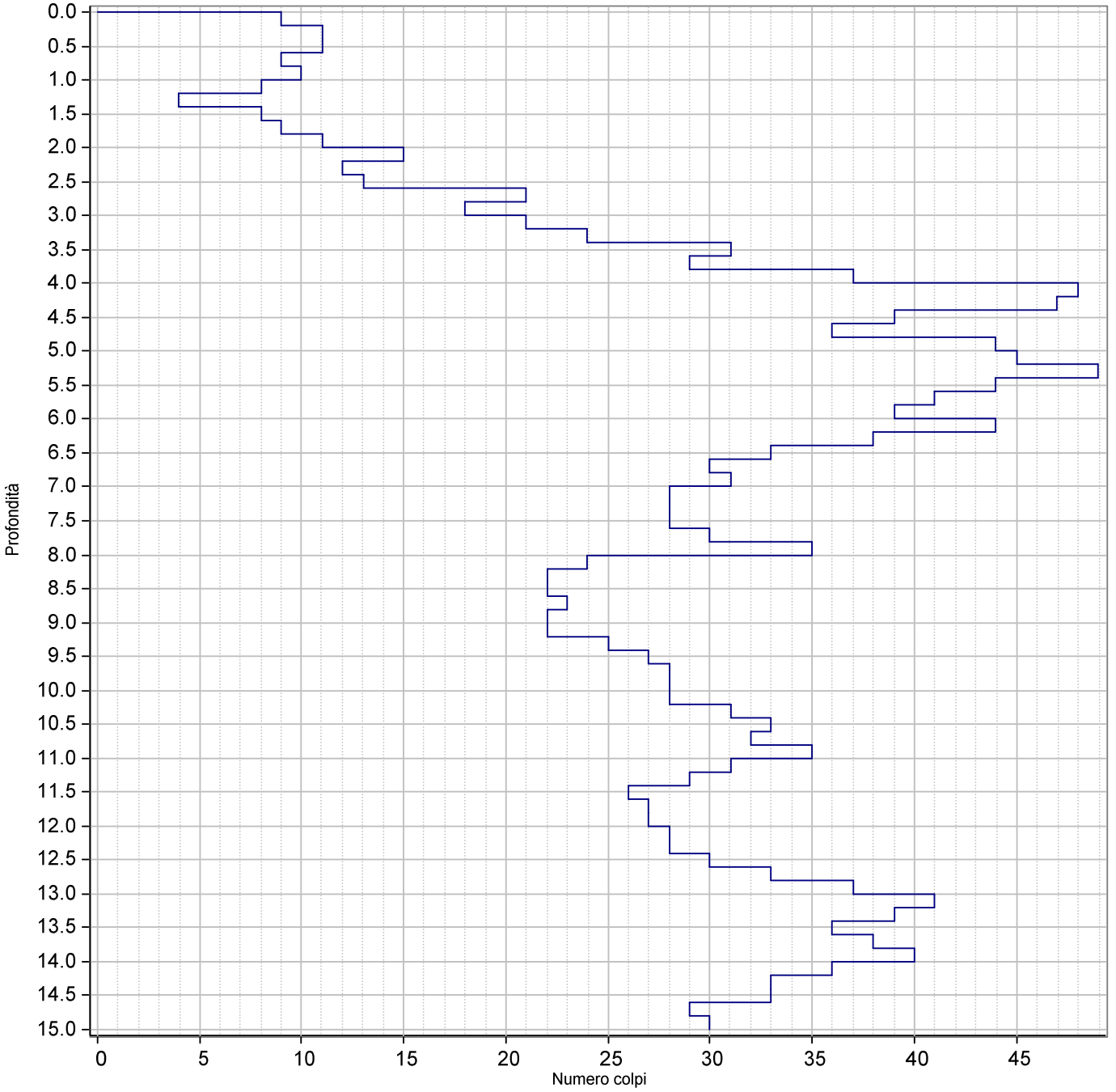
Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 4
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
40	8.0	62	45.0	38.3	19.61	85.0		347.16		
41	8.2	60	45.0	38.3	19.61	85.0		335.33		
42	8.4	56	44.0	37.4	19.61	85.0		310.42		
43	8.6	50	42.4	35.9	19.61	85.0		270.64		
44	8.8	42	40.1	34.7	20.59	77.0		215.2		
45	9.0	42	40.1	34.7	20.59	77.0		215.2		
46	9.2	36	38.2	33.6	19.86	71.0		173.54		
47	9.4	41	39.8	34.6	20.47	76.0		208.22		
48	9.6	45	41.0	35.4	20.96	80.0		236.15		
49	9.8	41	39.8	34.7	20.47	76.0		208.22		
50	10.0	39	39.2	34.4	20.23	74.0		194.28		
51	10.2	38	38.9	34.3	20.1	73.0		187.34		
52	10.4	38	38.9	34.3	20.1	73.0		187.34		
53	10.6	38	38.9	34.3	20.1	73.0		187.34		
54	10.8	42	40.1	35.1	20.59	77.0		215.2		
55	11.0	41	39.8	35.0	20.47	76.0		208.22		
56	11.2	42	40.1	35.2	20.59	77.0		215.2		
57	11.4	42	40.1	35.2	20.59	77.0		215.2		
58	11.6	47	41.6	36.2	21.21	82.0		250.04		
59	11.8	51	42.7	37.0	19.61	85.0		277.43		
60	12.0	56	44.0	38.3	19.61	85.0		310.42		
61	12.2	51	42.7	37.1	19.61	85.0		277.43		
62	12.4	47	41.6	36.4	21.21	82.0		250.04		
63	12.6	47	41.6	36.4	21.21	82.0		250.04		
64	12.8	50	42.4	36.9	19.61	85.0		270.64		
65	13.0	47	41.6	36.5	21.21	82.0		250.04		
66	13.2	42	40.1	35.6	20.59	77.0		215.2		
67	13.4	45	41.0	36.2	20.96	80.0		236.15		
68	13.6	50	42.4	37.1	19.61	85.0		270.64		
69	13.8	56	44.0	38.6	19.61	85.0		310.42		
70	14.0	62	45.0	39.6	19.61	85.0		347.16		
71	14.2	68	45.0	39.7	19.61	85.0		379.54		
72	14.4	65	45.0	39.7	19.61	85.0		363.98		
73	14.6	62	45.0	39.7	19.61	85.0		347.16		
74	14.8	59	44.7	39.5	19.61	85.0		329.25		
75	15.0	60	45.0	39.8	19.61	85.0		335.33		



Committente									
Località							Quota (m)		
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 5	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
1	0.2	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
2	0.4	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
3	0.6	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
4	0.8	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
5	1.0	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
6	1.2	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
7	1.4	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
8	1.6	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
9	1.8	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
10	2.0	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
11	2.2	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
12	2.4	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
13	2.6	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
14	2.8	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
15	3.0	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
16	3.2	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16	
17	3.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
18	3.6	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
19	3.8	6	24.5	24.5	17.33	22.0		13.16	
20	4.0	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
21	4.2	9	26.6	25.9	19.29	32.0		22.85	
22	4.4	9	26.6	26.0	19.29	32.0		22.85	
23	4.6	12	28.4	27.1	18.73	38.0		34.4	
24	4.8	17	31.0	28.7	18.98	46.0		57.32	
25	5.0	15	30.0	28.1	18.88	43.0		47.64	
26	5.2	20	32.3	29.6	19.12	50.0		73.0	
27	5.4	17	31.0	28.8	18.98	46.0		57.32	
28	5.6	21	32.7	29.9	19.17	52.0		78.51	
29	5.8	21	32.7	29.9	19.17	52.0		78.51	
30	6.0	24	34.0	30.8	19.32	56.0		95.81	
31	6.2	26	34.7	31.1	19.42	59.0		107.92	
32	6.4	26	34.7	31.2	19.42	59.0		107.92	
33	6.6	21	32.7	30.0	19.17	52.0		78.51	
34	6.8	17	31.0	29.1	18.98	46.0		57.32	
35	7.0	23	33.6	30.7	19.27	55.0		89.92	
36	7.2	21	32.7	30.1	19.17	52.0		78.51	
37	7.4	18	31.4	29.4	19.03	47.0		62.4	
38	7.6	17	31.0	29.2	18.98	46.0		57.32	
39	7.8	15	30.0	28.5	18.88	43.0		47.64	

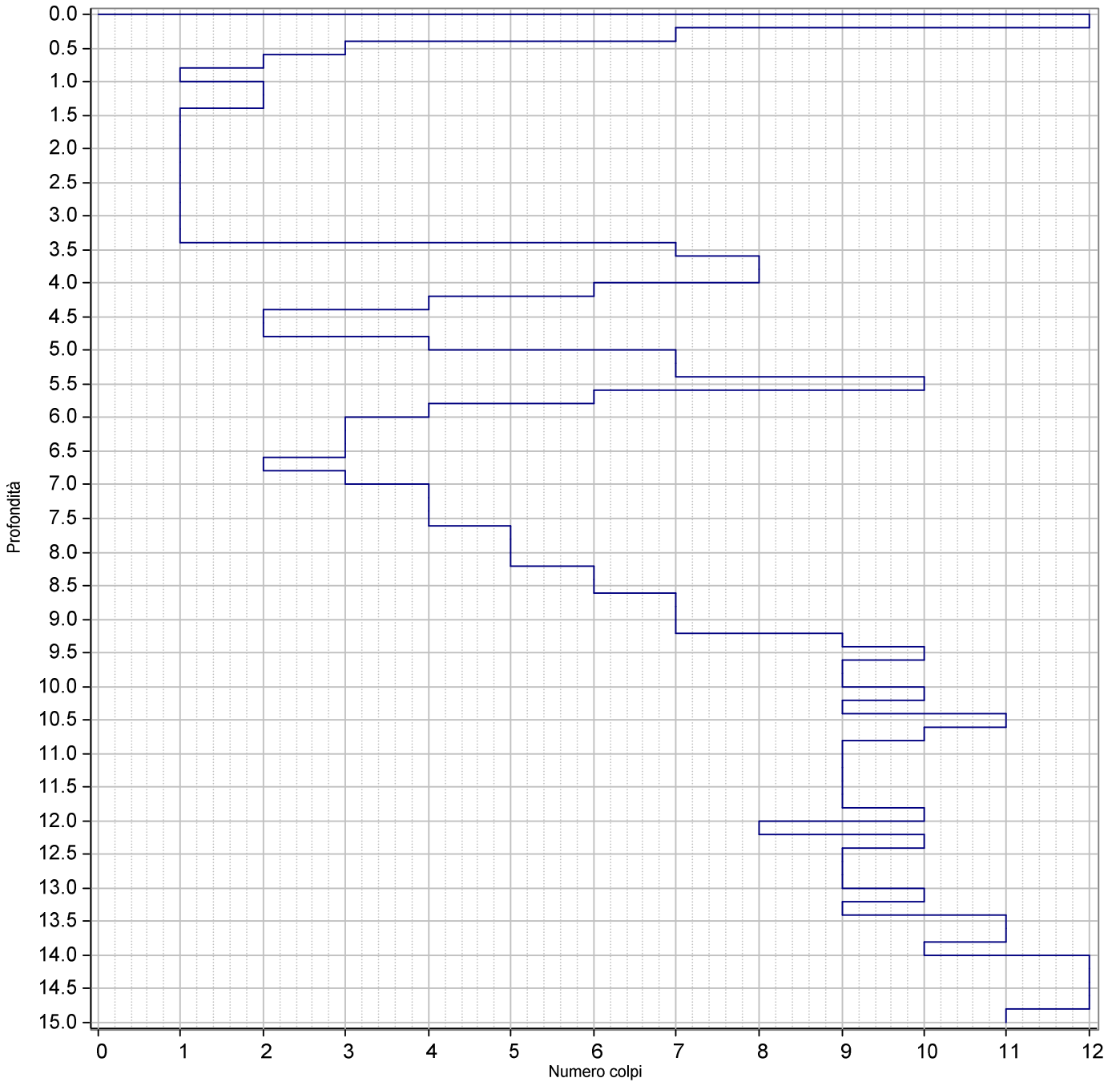


Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 5
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
40	8.0	17	31.0	29.2	18.98	46.0		57.32		
41	8.2	21	32.7	30.3	19.17	52.0		78.51		
42	8.4	18	31.4	29.6	19.03	47.0		62.4		
43	8.6	18	31.4	29.6	19.03	47.0		62.4		
44	8.8	20	32.3	30.2	19.12	50.0		73.0		
45	9.0	20	32.3	30.2	19.12	50.0		73.0		
46	9.2	21	32.7	30.4	19.17	52.0		78.51		
47	9.4	20	32.3	30.2	19.12	50.0		73.0		
48	9.6	14	29.5	28.4	18.83	41.0		43.05		
49	9.8	14	29.5	28.4	18.83	41.0		43.05		
50	10.0	18	31.4	29.7	19.03	47.0		62.4		
51	10.2	20	32.3	30.3	19.12	50.0		73.0		
52	10.4	18	31.4	29.8	19.03	47.0		62.4		
53	10.6	24	34.0	31.4	19.32	56.0		95.81		
54	10.8	18	31.4	29.8	19.03	47.0		62.4		
55	11.0	27	35.1	32.1	19.47	61.0		114.13		
56	11.2	24	34.0	31.5	19.32	56.0		95.81		
57	11.4	17	31.0	29.6	18.98	46.0		57.32		
58	11.6	17	31.0	29.6	18.98	46.0		57.32		
59	11.8	20	32.3	30.5	19.12	50.0		73.0		
60	12.0	17	31.0	29.6	18.98	46.0		57.32		
61	12.2	11	27.8	27.4	18.68	37.0		30.36		
62	12.4	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41		
63	12.6	11	27.8	27.4	18.68	37.0		30.36		
64	12.8	11	27.8	27.4	18.68	37.0		30.36		
65	13.0	9	26.6	26.6	19.29	32.0		22.85		
66	13.2	11	27.8	27.4	18.68	37.0		30.36		
67	13.4	9	26.6	26.6	19.29	32.0		22.85		
68	13.6	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41		
69	13.8	11	27.8	27.5	18.68	37.0		30.36		
70	14.0	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41		
71	14.2	12	28.4	28.0	18.73	38.0		34.4		
72	14.4	17	31.0	29.8	18.98	46.0		57.32		
73	14.6	20	32.3	30.8	19.12	50.0		73.0		
74	14.8	18	31.4	30.2	19.03	47.0		62.4		
75	15.0	30	36.2	33.2	19.12	65.0		133.3		



Committente										
Località							Quota (m)			
Data inizio					Data fine				Sigla	Prova 6
Penetrometro										
Coordinate										
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI										
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)	
1	0.2	14	29.5	26.4	17.85	41.0		43.05		
2	0.4	17	31.0	27.1	18.0	46.0		57.32		
3	0.6	17	31.0	27.1	18.0	46.0		57.32		
4	0.8	14	29.5	26.4	17.85	41.0		43.05		
5	1.0	15	30.0	26.5	17.9	43.0		47.64		
6	1.2	12	28.4	25.7	17.75	38.0		34.4		
7	1.4	6	24.5	24.3	17.33	22.0		13.16		
8	1.6	12	28.4	25.9	17.75	38.0		34.4		
9	1.8	14	29.5	26.7	17.85	41.0		43.05		
10	2.0	17	31.0	27.7	18.0	46.0		57.32		
11	2.2	23	33.6	29.1	18.29	55.0		89.92		
12	2.4	18	31.4	28.2	18.04	47.0		62.4		
13	2.6	20	32.3	28.8	18.14	50.0		73.0		
14	2.8	32	36.9	31.2	18.39	67.0		146.48		
15	3.0	27	35.1	30.4	18.49	61.0		114.13		
16	3.2	32	36.9	31.5	19.37	67.0		146.48		
17	3.4	36	38.2	32.3	19.86	71.0		173.54		
18	3.6	47	41.6	34.3	21.21	82.0		250.04		
19	3.8	44	40.7	33.9	20.84	79.0		229.17		
20	4.0	56	44.0	36.4	19.61	85.0		310.42		
21	4.2	72	45.0	37.4	19.61	85.0		398.04		
22	4.4	71	45.0	37.5	19.61	85.0		393.68		
23	4.6	59	44.7	37.3	19.61	85.0		329.25		
24	4.8	54	43.5	36.2	19.61	85.0		297.43		
25	5.0	66	45.0	37.7	19.61	85.0		369.31		
26	5.2	68	45.0	37.8	19.61	85.0		379.54		
27	5.4	74	45.0	37.8	19.61	85.0		406.22		
28	5.6	66	45.0	37.9	19.61	85.0		369.31		
29	5.8	62	45.0	38.0	19.61	85.0		347.16		
30	6.0	59	44.7	37.7	19.61	85.0		329.25		
31	6.2	66	45.0	38.1	19.61	85.0		369.31		
32	6.4	57	44.2	37.4	19.61	85.0		316.79		
33	6.6	50	42.4	35.7	19.61	85.0		270.64		
34	6.8	45	41.0	35.0	20.96	80.0		236.15		
35	7.0	47	41.6	35.4	21.21	82.0		250.04		
36	7.2	42	40.1	34.6	20.59	77.0		215.2		
37	7.4	42	40.1	34.6	20.59	77.0		215.2		
38	7.6	42	40.1	34.7	20.59	77.0		215.2		
39	7.8	45	41.0	35.3	20.96	80.0		236.15		

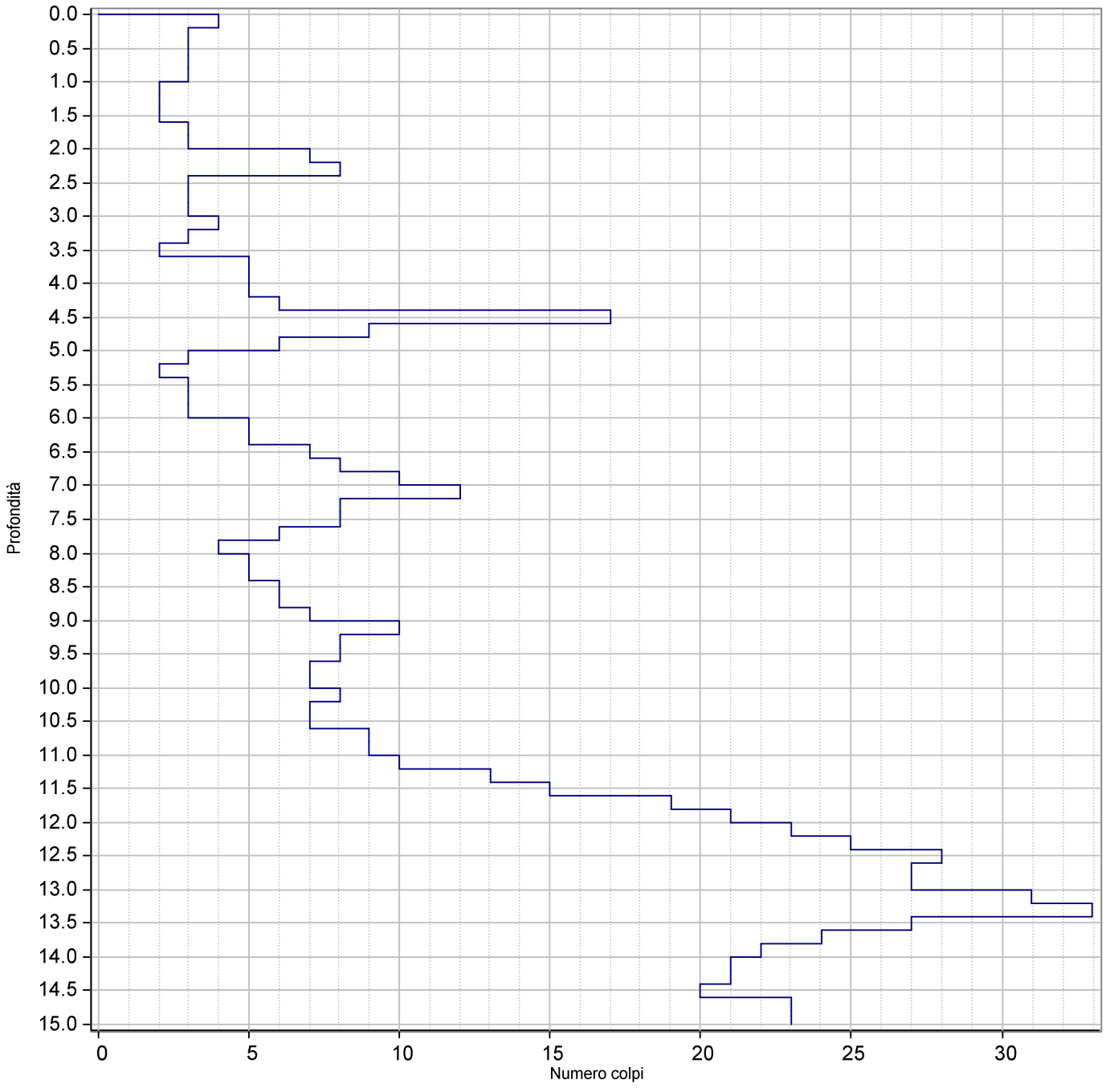
Committente									
Località							Quota (m)		
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 6	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
40	8.0	53	43.2	36.9	19.61	85.0		290.83	
41	8.2	36	38.2	33.6	19.86	71.0		173.54	
42	8.4	33	37.2	33.0	19.49	68.0		153.16	
43	8.6	33	37.2	33.0	19.49	68.0		153.16	
44	8.8	35	37.9	33.6	19.74	70.0		166.7	
45	9.0	33	37.2	33.1	19.49	68.0		153.16	
46	9.2	33	37.2	33.2	19.49	68.0		153.16	
47	9.4	38	38.9	34.3	20.1	73.0		187.34	
48	9.6	41	39.8	34.9	20.47	76.0		208.22	
49	9.8	42	40.1	35.1	20.59	77.0		215.2	
50	10.0	42	40.1	35.2	20.59	77.0		215.2	
51	10.2	42	40.1	35.2	20.59	77.0		215.2	
52	10.4	47	41.6	36.2	21.21	82.0		250.04	
53	10.6	50	42.4	36.7	19.61	85.0		270.64	
54	10.8	48	41.8	36.4	21.33	83.0		256.94	
55	11.0	53	43.2	37.5	19.61	85.0		290.83	
56	11.2	47	41.6	36.4	21.21	82.0		250.04	
57	11.4	44	40.7	35.8	20.84	79.0		229.17	
58	11.6	39	39.2	34.9	20.23	74.0		194.28	
59	11.8	41	39.8	35.3	20.47	76.0		208.22	
60	12.0	41	39.8	35.4	20.47	76.0		208.22	
61	12.2	42	40.1	35.6	20.59	77.0		215.2	
62	12.4	42	40.1	35.6	20.59	77.0		215.2	
63	12.6	45	41.0	36.2	20.96	80.0		236.15	
64	12.8	50	42.4	37.1	19.61	85.0		270.64	
65	13.0	56	44.0	38.7	19.61	85.0		310.42	
66	13.2	62	45.0	39.7	19.61	85.0		347.16	
67	13.4	59	44.7	39.4	19.61	85.0		329.25	
68	13.6	54	43.5	38.3	19.61	85.0		297.43	
69	13.8	57	44.2	39.0	19.61	85.0		316.79	
70	14.0	60	45.0	39.8	19.61	85.0		335.33	
71	14.2	54	43.5	38.4	19.61	85.0		297.43	
72	14.4	50	42.4	37.4	19.61	85.0		270.64	
73	14.6	50	42.4	37.4	19.61	85.0		270.64	
74	14.8	44	40.7	36.4	20.84	79.0		229.17	
75	15.0	45	41.0	36.6	20.96	80.0		236.15	



Committente									
Località								Quota (m)	
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 7	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
1	0.2	18	31.4	27.4	18.04	47.0		62.4	
2	0.4	11	27.8	25.3	17.7	37.0		30.36	
3	0.6	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
4	0.8	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
5	1.0	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
6	1.2	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
7	1.4	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
8	1.6	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
9	1.8	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
10	2.0	2	20.5	20.5	16.67	15.0		3.41	
11	2.2	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
12	2.4	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
13	2.6	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
14	2.8	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
15	3.0	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
16	3.2	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
17	3.4	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
18	3.6	11	27.8	26.1	18.68	37.0		30.36	
19	3.8	12	28.4	26.6	18.73	38.0		34.4	
20	4.0	12	28.4	26.6	18.73	38.0		34.4	
21	4.2	9	26.6	25.7	19.29	32.0		22.85	
22	4.4	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
23	4.6	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
24	4.8	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
25	5.0	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
26	5.2	11	27.8	26.4	18.68	37.0		30.36	
27	5.4	11	27.8	26.4	18.68	37.0		30.36	
28	5.6	15	30.0	27.9	18.88	43.0		47.64	
29	5.8	9	26.6	25.9	19.29	32.0		22.85	
30	6.0	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
31	6.2	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
32	6.4	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
33	6.6	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
34	6.8	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
35	7.0	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
36	7.2	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
37	7.4	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
38	7.6	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
39	7.8	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	

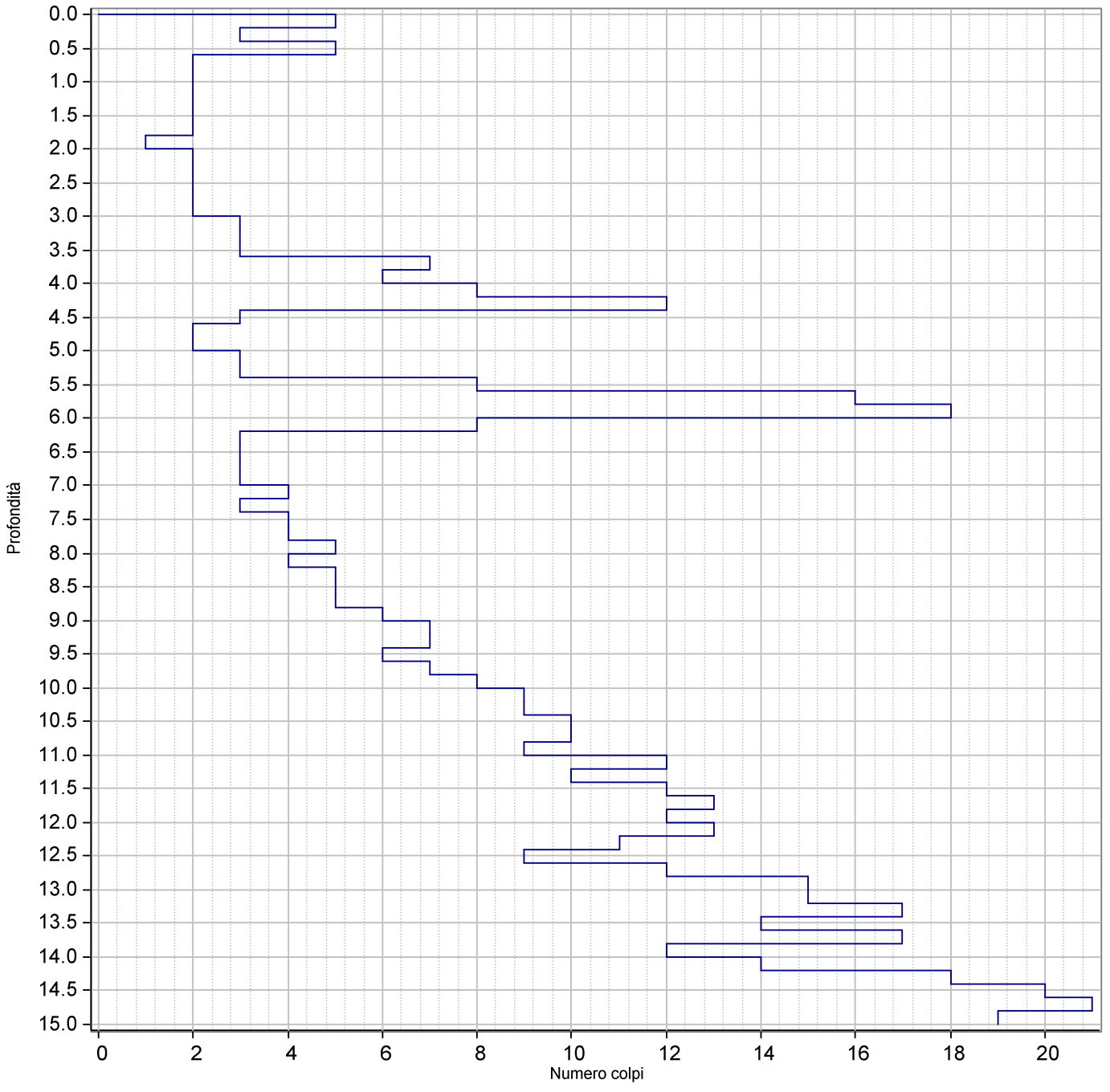


Committente									
Località							Quota (m)		
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 7	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
40	8.0	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
41	8.2	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
42	8.4	9	26.6	26.2	19.29	32.0		22.85	
43	8.6	9	26.6	26.2	19.29	32.0		22.85	
44	8.8	11	27.8	26.9	18.68	37.0		30.36	
45	9.0	11	27.8	26.9	18.68	37.0		30.36	
46	9.2	11	27.8	26.9	18.68	37.0		30.36	
47	9.4	14	29.5	28.2	18.83	41.0		43.05	
48	9.6	15	30.0	28.5	18.88	43.0		47.64	
49	9.8	14	29.5	28.2	18.83	41.0		43.05	
50	10.0	14	29.5	28.2	18.83	41.0		43.05	
51	10.2	15	30.0	28.5	18.88	43.0		47.64	
52	10.4	14	29.5	28.3	18.83	41.0		43.05	
53	10.6	17	31.0	29.3	18.98	46.0		57.32	
54	10.8	15	30.0	28.6	18.88	43.0		47.64	
55	11.0	14	29.5	28.3	18.83	41.0		43.05	
56	11.2	14	29.5	28.4	18.83	41.0		43.05	
57	11.4	14	29.5	28.4	18.83	41.0		43.05	
58	11.6	14	29.5	28.4	18.83	41.0		43.05	
59	11.8	14	29.5	28.4	18.83	41.0		43.05	
60	12.0	15	30.0	28.7	18.88	43.0		47.64	
61	12.2	12	28.4	27.7	18.73	38.0		34.4	
62	12.4	15	30.0	28.8	18.88	43.0		47.64	
63	12.6	14	29.5	28.5	18.83	41.0		43.05	
64	12.8	14	29.5	28.5	18.83	41.0		43.05	
65	13.0	14	29.5	28.5	18.83	41.0		43.05	
66	13.2	15	30.0	28.8	18.88	43.0		47.64	
67	13.4	14	29.5	28.6	18.83	41.0		43.05	
68	13.6	17	31.0	29.6	18.98	46.0		57.32	
69	13.8	17	31.0	29.6	18.98	46.0		57.32	
70	14.0	15	30.0	28.9	18.88	43.0		47.64	
71	14.2	18	31.4	29.9	19.03	47.0		62.4	
72	14.4	18	31.4	29.9	19.03	47.0		62.4	
73	14.6	18	31.4	30.0	19.03	47.0		62.4	
74	14.8	18	31.4	30.0	19.03	47.0		62.4	
75	15.0	17	31.0	29.7	18.98	46.0		57.32	



Committente									
Località								Quota (m)	
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 8	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
1	0.2	6	24.5	24.2	17.33	22.0		13.16	
2	0.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
3	0.6	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
4	0.8	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
5	1.0	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
6	1.2	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
7	1.4	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
8	1.6	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
9	1.8	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
10	2.0	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
11	2.2	11	27.8	25.8	18.68	37.0		30.36	
12	2.4	12	28.4	26.3	18.73	38.0		34.4	
13	2.6	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
14	2.8	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
15	3.0	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
16	3.2	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
17	3.4	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
18	3.6	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
19	3.8	8	26.0	25.5	18.96	28.0		19.41	
20	4.0	8	26.0	25.5	18.96	28.0		19.41	
21	4.2	8	26.0	25.6	18.96	28.0		19.41	
22	4.4	9	26.6	25.7	19.29	32.0		22.85	
23	4.6	26	34.7	30.4	19.42	59.0		107.92	
24	4.8	14	29.5	27.5	18.83	41.0		43.05	
25	5.0	9	26.6	25.8	19.29	32.0		22.85	
26	5.2	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
27	5.4	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
28	5.6	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
29	5.8	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
30	6.0	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
31	6.2	8	26.0	25.8	18.96	28.0		19.41	
32	6.4	8	26.0	25.8	18.96	28.0		19.41	
33	6.6	11	27.8	26.6	18.68	37.0		30.36	
34	6.8	12	28.4	27.1	18.73	38.0		34.4	
35	7.0	15	30.0	28.2	18.88	43.0		47.64	
36	7.2	18	31.4	29.1	19.03	47.0		62.4	
37	7.4	12	28.4	27.2	18.73	38.0		34.4	
38	7.6	12	28.4	27.2	18.73	38.0		34.4	
39	7.8	9	26.6	26.1	19.29	32.0		22.85	

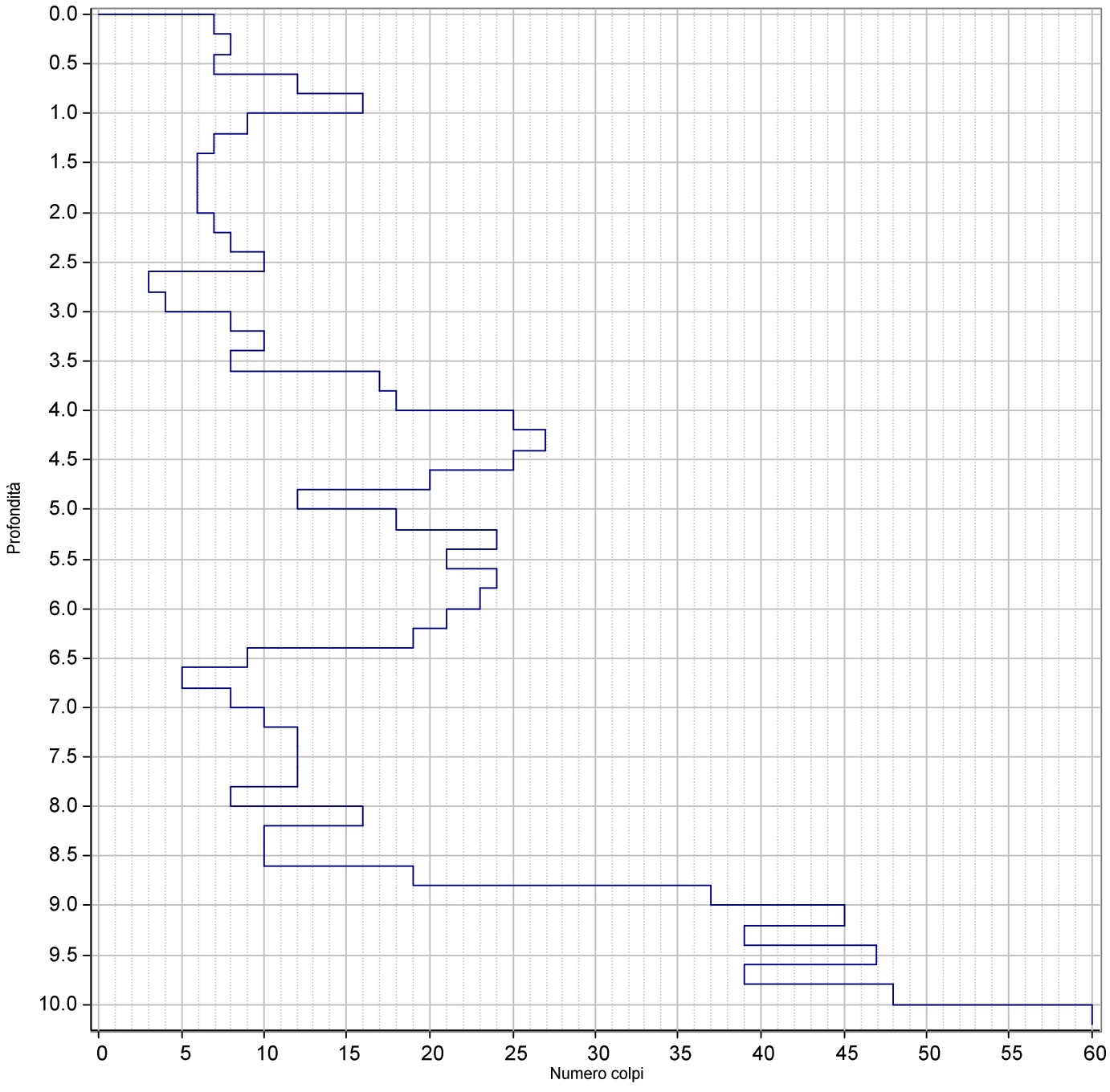
Committente									
Località							Quota (m)		
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 8	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
40	8.0	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
41	8.2	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
42	8.4	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
43	8.6	9	26.6	26.2	19.29	32.0		22.85	
44	8.8	9	26.6	26.2	19.29	32.0		22.85	
45	9.0	11	27.8	26.9	18.68	37.0		30.36	
46	9.2	15	30.0	28.5	18.88	43.0		47.64	
47	9.4	12	28.4	27.4	18.73	38.0		34.4	
48	9.6	12	28.4	27.5	18.73	38.0		34.4	
49	9.8	11	27.8	27.0	18.68	37.0		30.36	
50	10.0	11	27.8	27.0	18.68	37.0		30.36	
51	10.2	12	28.4	27.5	18.73	38.0		34.4	
52	10.4	11	27.8	27.0	18.68	37.0		30.36	
53	10.6	11	27.8	27.1	18.68	37.0		30.36	
54	10.8	14	29.5	28.3	18.83	41.0		43.05	
55	11.0	14	29.5	28.4	18.83	41.0		43.05	
56	11.2	15	30.0	28.7	18.88	43.0		47.64	
57	11.4	20	32.3	30.2	19.12	50.0		73.0	
58	11.6	23	33.6	31.0	19.27	55.0		89.92	
59	11.8	29	35.9	32.4	19.56	64.0		126.83	
60	12.0	32	36.9	33.1	19.37	67.0		146.48	
61	12.2	35	37.9	33.8	19.74	70.0		166.7	
62	12.4	38	38.9	34.5	20.1	73.0		187.34	
63	12.6	42	40.1	35.3	20.59	77.0		215.2	
64	12.8	41	39.8	35.1	20.47	76.0		208.22	
65	13.0	41	39.8	35.1	20.47	76.0		208.22	
66	13.2	47	41.6	36.3	21.21	82.0		250.04	
67	13.4	50	42.4	36.8	19.61	85.0		270.64	
68	13.6	41	39.8	35.2	20.47	76.0		208.22	
69	13.8	36	38.2	34.2	19.86	71.0		173.54	
70	14.0	33	37.2	33.6	19.49	68.0		153.16	
71	14.2	32	36.9	33.4	19.37	67.0		146.48	
72	14.4	32	36.9	33.4	19.37	67.0		146.48	
73	14.6	30	36.2	33.0	19.12	65.0		133.3	
74	14.8	35	37.9	34.2	19.74	70.0		166.7	
75	15.0	35	37.9	34.2	19.74	70.0		166.7	



Committente									
Località								Quota (m)	
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 9	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
1	0.2	8	26.0	24.8	17.98	28.0		19.41	
2	0.4	5	23.7	23.7	17.0	18.0		10.37	
3	0.6	8	26.0	24.8	17.98	28.0		19.41	
4	0.8	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
5	1.0	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
6	1.2	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
7	1.4	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
8	1.6	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
9	1.8	3	21.7	21.7	16.67	15.0		5.49	
10	2.0	2	20.5	20.5	17.65	15.0		3.41	
11	2.2	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
12	2.4	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
13	2.6	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
14	2.8	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
15	3.0	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
16	3.2	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
17	3.4	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
18	3.6	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
19	3.8	11	27.8	26.1	18.68	37.0		30.36	
20	4.0	9	26.6	25.6	19.29	32.0		22.85	
21	4.2	12	28.4	26.6	18.73	38.0		34.4	
22	4.4	18	31.4	28.5	19.03	47.0		62.4	
23	4.6	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
24	4.8	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
25	5.0	3	21.7	21.7	17.65	15.0		5.49	
26	5.2	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
27	5.4	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
28	5.6	12	28.4	26.9	18.73	38.0		34.4	
29	5.8	24	34.0	30.3	19.32	56.0		95.81	
30	6.0	27	35.1	30.8	19.47	61.0		114.13	
31	6.2	12	28.4	27.0	18.73	38.0		34.4	
32	6.4	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
33	6.6	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
34	6.8	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
35	7.0	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
36	7.2	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
37	7.4	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
38	7.6	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
39	7.8	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	



Committente									
Località							Quota (m)		
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 9	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
40	8.0	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
41	8.2	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
42	8.4	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
43	8.6	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
44	8.8	8	26.0	26.0	18.96	28.0		19.41	
45	9.0	9	26.6	26.2	19.29	32.0		22.85	
46	9.2	11	27.8	26.9	18.68	37.0		30.36	
47	9.4	11	27.8	26.9	18.68	37.0		30.36	
48	9.6	9	26.6	26.3	19.29	32.0		22.85	
49	9.8	11	27.8	26.9	18.68	37.0		30.36	
50	10.0	12	28.4	27.4	18.73	38.0		34.4	
51	10.2	14	29.5	28.2	18.83	41.0		43.05	
52	10.4	14	29.5	28.3	18.83	41.0		43.05	
53	10.6	15	30.0	28.6	18.88	43.0		47.64	
54	10.8	15	30.0	28.6	18.88	43.0		47.64	
55	11.0	14	29.5	28.3	18.83	41.0		43.05	
56	11.2	18	31.4	29.6	19.03	47.0		62.4	
57	11.4	15	30.0	28.7	18.88	43.0		47.64	
58	11.6	18	31.4	29.6	19.03	47.0		62.4	
59	11.8	20	32.3	30.2	19.12	50.0		73.0	
60	12.0	18	31.4	29.7	19.03	47.0		62.4	
61	12.2	20	32.3	30.3	19.12	50.0		73.0	
62	12.4	17	31.0	29.4	18.98	46.0		57.32	
63	12.6	14	29.5	28.5	18.83	41.0		43.05	
64	12.8	18	31.4	29.8	19.03	47.0		62.4	
65	13.0	23	33.6	31.2	19.27	55.0		89.92	
66	13.2	23	33.6	31.2	19.27	55.0		89.92	
67	13.4	26	34.7	31.9	19.42	59.0		107.92	
68	13.6	21	32.7	30.6	19.17	52.0		78.51	
69	13.8	26	34.7	31.9	19.42	59.0		107.92	
70	14.0	18	31.4	29.9	19.03	47.0		62.4	
71	14.2	21	32.7	30.7	19.17	52.0		78.51	
72	14.4	27	35.1	32.2	19.47	61.0		114.13	
73	14.6	30	36.2	32.9	19.12	65.0		133.3	
74	14.8	32	36.9	33.4	19.37	67.0		146.48	
75	15.0	29	35.9	32.8	19.56	64.0		126.83	



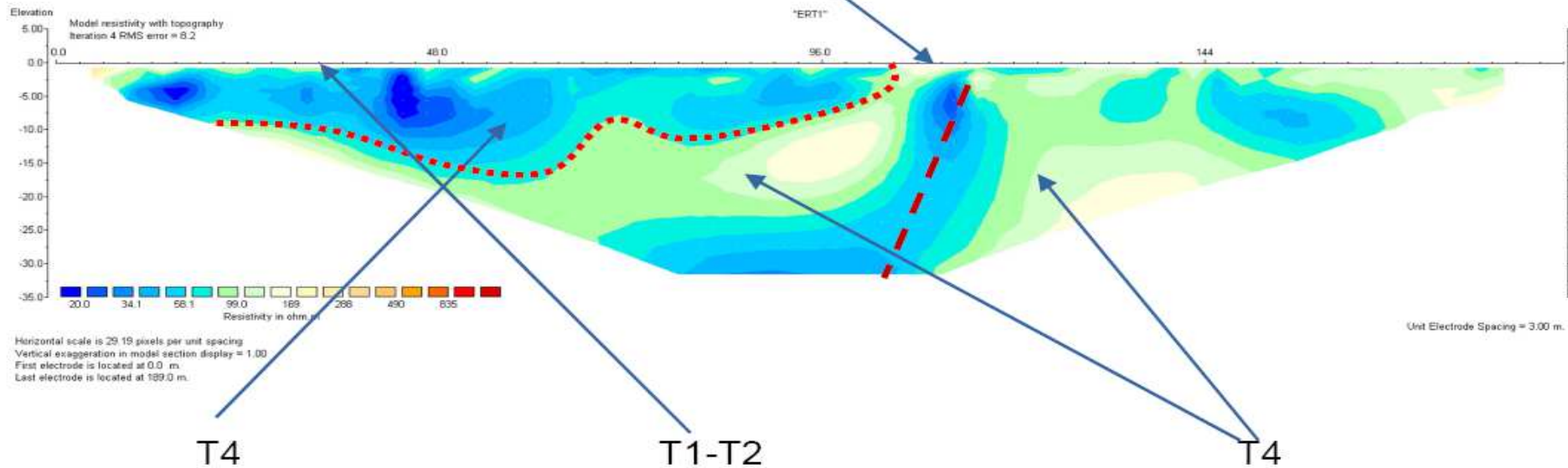
Committente									
Località							Quota (m)		
Data inizio			Data fine			Sigla		Prova 10	
Penetrometro									
Coordinate									
PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI									
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)
1	0.2	11	27.8	25.3	17.7	37.0		30.36	
2	0.4	12	28.4	25.7	17.75	38.0		34.4	
3	0.6	11	27.8	25.3	17.7	37.0		30.36	
4	0.8	18	31.4	27.4	18.04	47.0		62.4	
5	1.0	24	34.0	28.6	18.34	56.0		95.81	
6	1.2	14	29.5	26.4	17.85	41.0		43.05	
7	1.4	11	27.8	25.3	17.7	37.0		30.36	
8	1.6	9	26.6	25.0	18.31	32.0		22.85	
9	1.8	9	26.6	25.2	18.31	32.0		22.85	
10	2.0	9	26.6	25.3	18.31	32.0		22.85	
11	2.2	11	27.8	25.9	18.68	37.0		30.36	
12	2.4	12	28.4	26.4	18.73	38.0		34.4	
13	2.6	15	30.0	27.3	18.88	43.0		47.64	
14	2.8	5	23.7	23.7	17.98	18.0		10.37	
15	3.0	6	24.5	24.5	18.31	22.0		13.16	
16	3.2	12	28.4	26.6	18.73	38.0		34.4	
17	3.4	15	30.0	27.5	18.88	43.0		47.64	
18	3.6	12	28.4	26.6	18.73	38.0		34.4	
19	3.8	26	34.7	30.2	19.42	59.0		107.92	
20	4.0	27	35.1	30.4	19.47	61.0		114.13	
21	4.2	38	38.9	32.6	20.1	73.0		187.34	
22	4.4	41	39.8	33.2	20.47	76.0		208.22	
23	4.6	38	38.9	32.8	20.1	73.0		187.34	
24	4.8	30	36.2	31.3	19.12	65.0		133.3	
25	5.0	18	31.4	28.8	19.03	47.0		62.4	
26	5.2	27	35.1	30.8	19.47	61.0		114.13	
27	5.4	36	38.2	32.6	19.86	71.0		173.54	
28	5.6	32	36.9	31.9	19.37	67.0		146.48	
29	5.8	36	38.2	32.8	19.86	71.0		173.54	
30	6.0	35	37.9	32.7	19.74	70.0		166.7	
31	6.2	32	36.9	32.1	19.37	67.0		146.48	
32	6.4	29	35.9	31.5	19.56	64.0		126.83	
33	6.6	14	29.5	27.9	18.83	41.0		43.05	
34	6.8	8	26.0	25.9	18.96	28.0		19.41	
35	7.0	12	28.4	27.2	18.73	38.0		34.4	
36	7.2	15	30.0	28.3	18.88	43.0		47.64	
37	7.4	18	31.4	29.2	19.03	47.0		62.4	
38	7.6	18	31.4	29.3	19.03	47.0		62.4	
39	7.8	18	31.4	29.3	19.03	47.0		62.4	

Committente											
Località							Quota (m)				
Data inizio						Data fine				Sigla	Prova 10
Penetrometro											
Coordinate											
<b>PARAMETRI GEOTECNICI: RIASSUNTO DATI</b>											
N.	Prof.(m)	Nspt eq.	Phi picco(°)	Phi c.v.(°)	Gamma(kN/mc)	Dr %	Cu(MPa)	EY(MPa)	Eed.(MPa)		
40	8.0	12	28.4	27.3	18.73	38.0		34.4			
41	8.2	24	34.0	30.9	19.32	56.0		95.81			
42	8.4	15	30.0	28.4	18.88	43.0		47.64			
43	8.6	15	30.0	28.5	18.88	43.0		47.64			
44	8.8	29	35.9	32.0	19.56	64.0		126.83			
45	9.0	56	44.0	37.6	19.61	85.0		310.42			
46	9.2	68	45.0	38.6	19.61	85.0		379.54			
47	9.4	59	44.7	38.3	19.61	85.0		329.25			
48	9.6	71	45.0	38.7	19.61	85.0		393.68			
49	9.8	59	44.7	38.4	19.61	85.0		329.25			
50	10.0	72	45.0	38.8	19.61	85.0		398.04			
51	10.2	90	45.0	38.8	19.61	85.0		439.38			

# ALLEGATO E

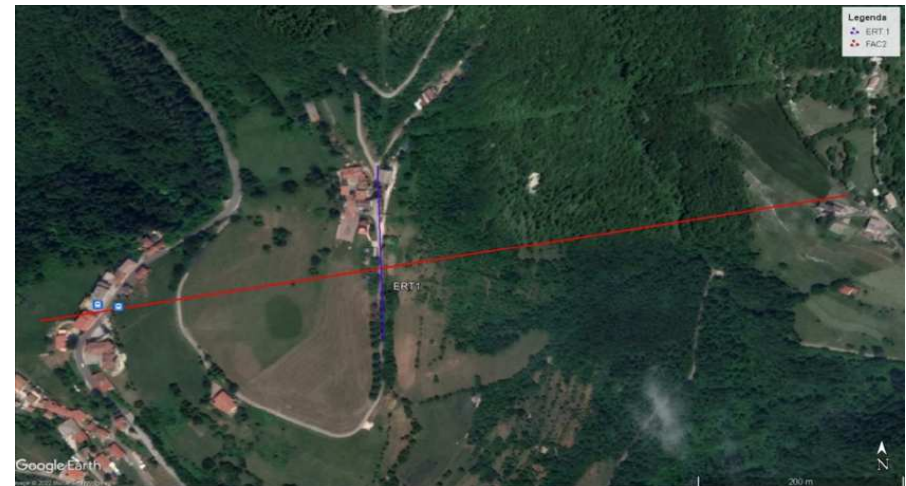
(INDAGINI GEOELETTRICHE ERT)

## Possibile FAC



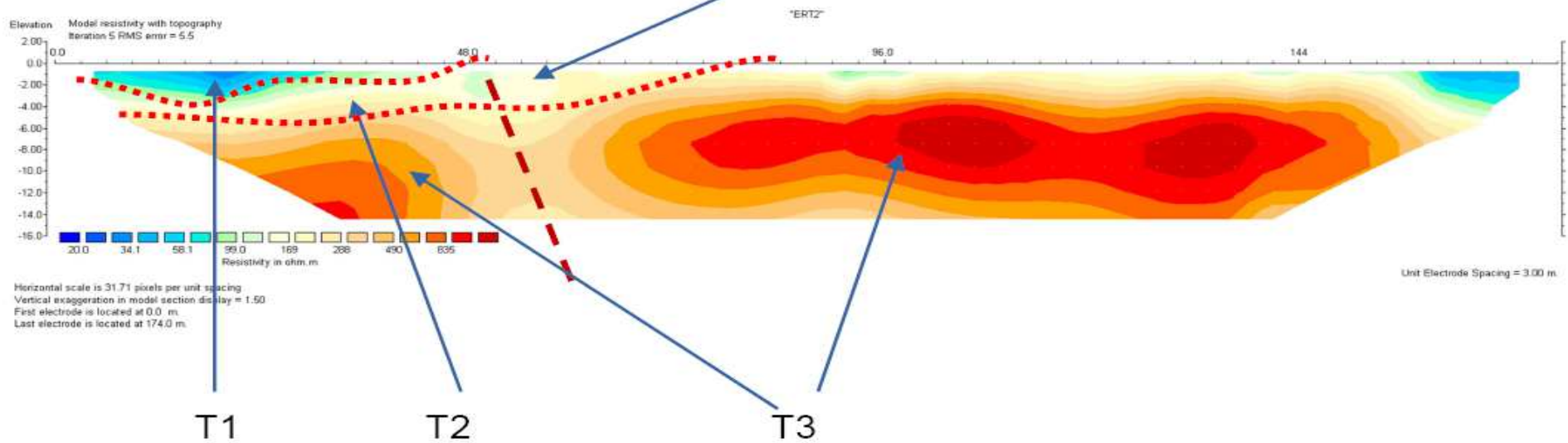
- Terreni di tipo 1 **T1**: Terreni coesivi limosi-argillosi. Valori di resistività tra 0.0 e 60.0 ohm\*m.
- Terreni di tipo 2 **T2**: Terreni coesivo-granulari sabbie-limose. Valori di resistività tra 60.0 e 220.00 ohm\*m.
- Terreni di tipo 4 **T4**: Rocce di tipo calcareo marnoso, identificabili in Tomografia ERT1 (settore a monte dell'abitato). Valori di resistività compresi tra 20.0 e 220.0 ohm\*m, dove per resistività inferiori a 20.0 si identifica la presenza di possibile falda acquifera.

Lunghezza profilo: 189 metri



024057L26



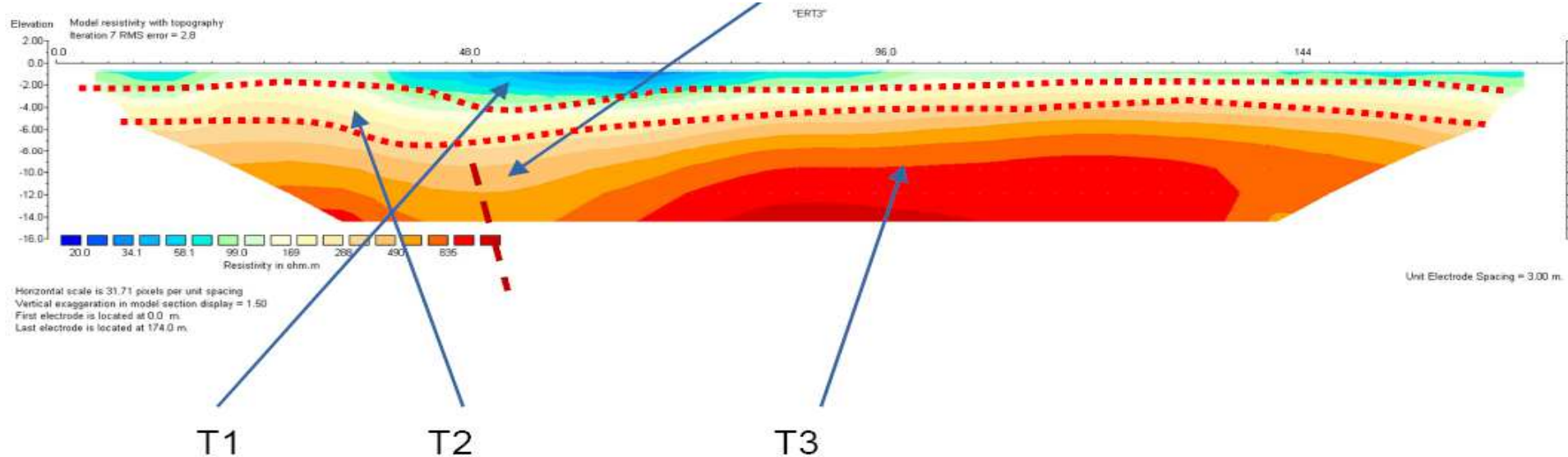


- Terreni di tipo 1 **T1**: Terreni coesivi limosi-argillosi. Valori di resistività tra 0.0 e 60.0 ohm\*m.
- Terreni di tipo 2 **T2**: Terreni coesivo-granulari sabbie-limose. Valori di resistività tra 60.0 e 220.00 ohm\*m.
- Terreni di tipo 3 **T3**: Terreni granulari ghiaie e ghiaie sabbiose. Valori di resistività tra 220.0 e oltre 835.0 ohm\*m.

Lunghezza profilo: 174 metri

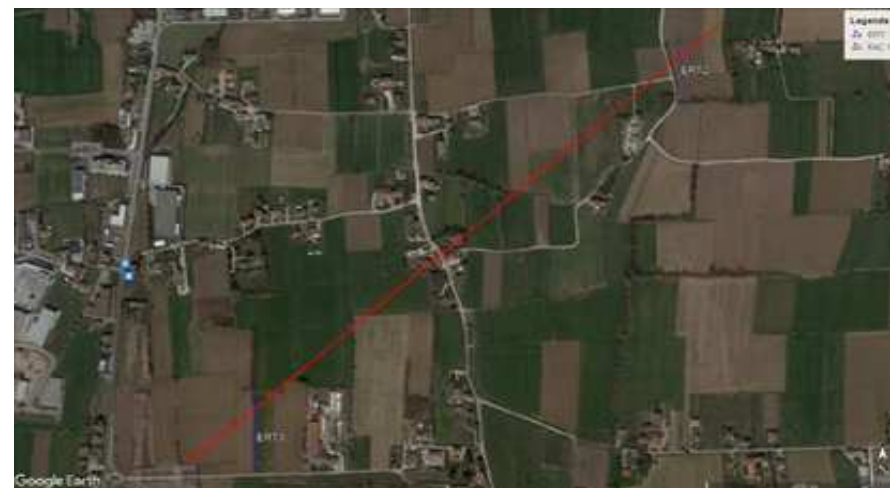


024057L27



- Terreni di tipo 1 **T1**: Terreni coesivi limosi-argillosi. Valori di resistività tra 0.0 e 60.0 ohm\*m.
- Terreni di tipo 2 **T2**: Terreni coesivo-granulari sabbie-limose. Valori di resistività tra 60.0 e 220.00 ohm\*m.
- Terreni di tipo 3 **T3**: Terreni granulari ghiaie e ghiaie sabbiose. Valori di resistività tra 220.0 e oltre 835.0 ohm\*m.

Lunghezza profilo: 174 metri



024057L28

# ALLEGATO L

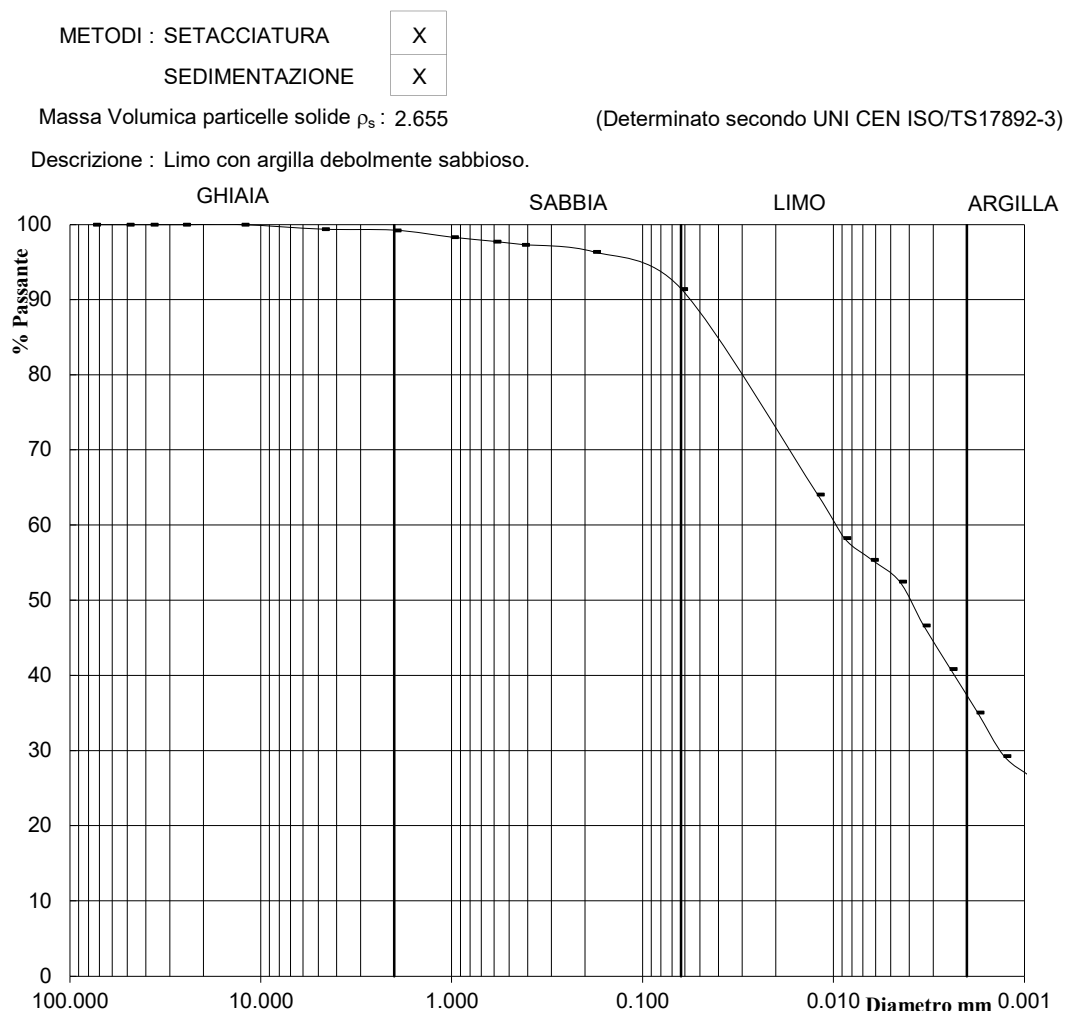
(ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO)

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commissa N°: GDP22087	Certificato N°	181
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	05/22
Sondaggio: DPSH1	Data Accettazione:	20/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	20/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	100.00
12.5	100.00
4.75	99.39
2	99.24
1	98.33
0.6	97.75
0.425	97.34
0.18	96.37
0.0630	91.46
0.0121	64.10
0.0088	58.30
0.0063	55.40
0.0045	52.50
0.0034	46.70
0.0024	40.90
0.0018	35.10
0.0013	29.30
0.0009	26.40



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	1	8	53	38

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

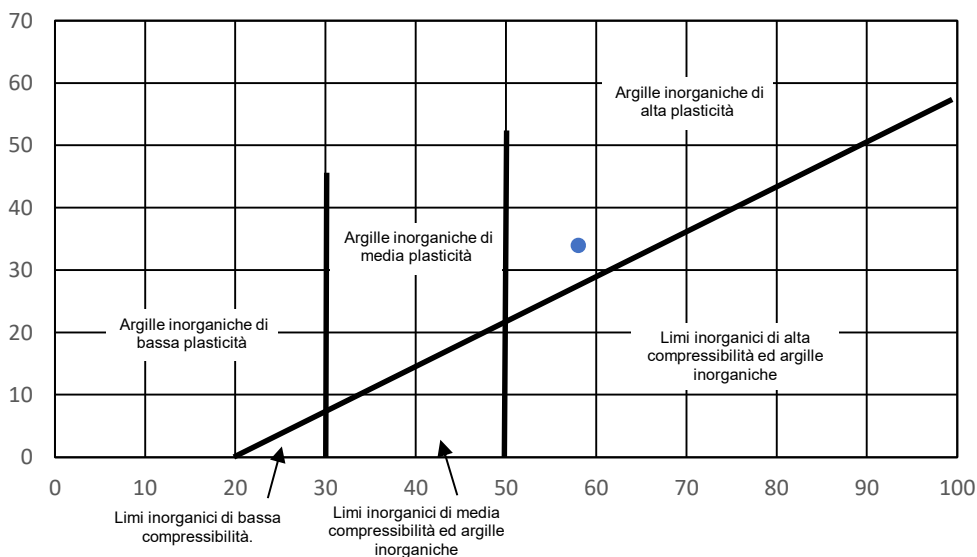
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	185
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH1	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	X
Determinazione su frazione di terreno vagliato	
% Passante al vaglio 0.42 mm	

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>58</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>24</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>34</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Spesimentatore  
Dott. Geol. Marco Zabeo

C5 (rev. 0 del 04/21)

Direttore Laboratorio  
Dott. Geol. Julien Perin

Pag. 1/1

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	183
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH1	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.906** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.582** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **20.5** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	184
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH1	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	182
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	05/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH1	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

W 20.5 (%)

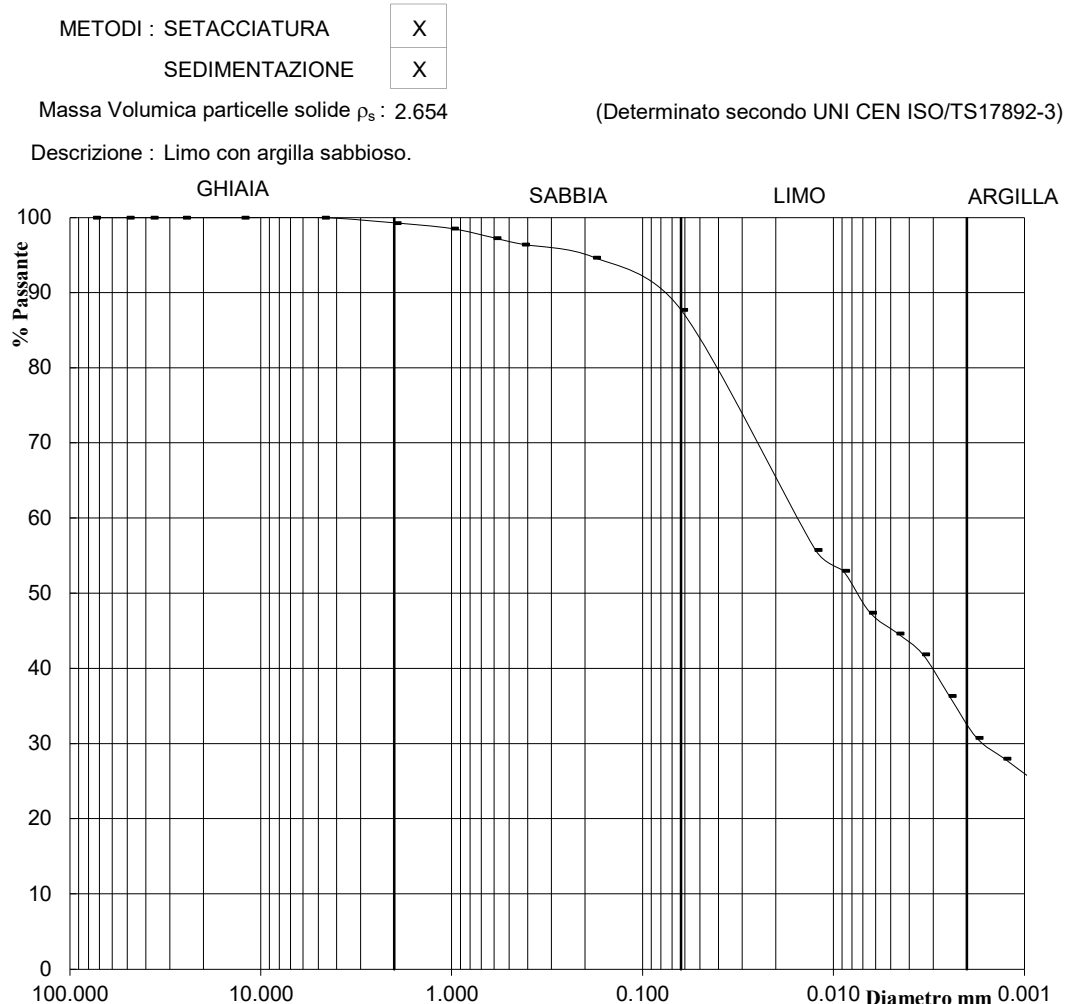
NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commessa N°: GDP22087	Certificato N°	186
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	05/22
Sondaggio: DPSH2	Data Accettazione:	20/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	20/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	100.00
12.5	100.00
4.75	100.00
2	99.29
1	98.54
0.6	97.28
0.425	96.43
0.18	94.69
0.0630	87.73
0.0124	55.79
0.0089	53.01
0.0065	47.46
0.0046	44.68
0.0034	41.91
0.0025	36.36
0.0018	30.81
0.0013	28.03
0.0009	25.26



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	1	12	56	32

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

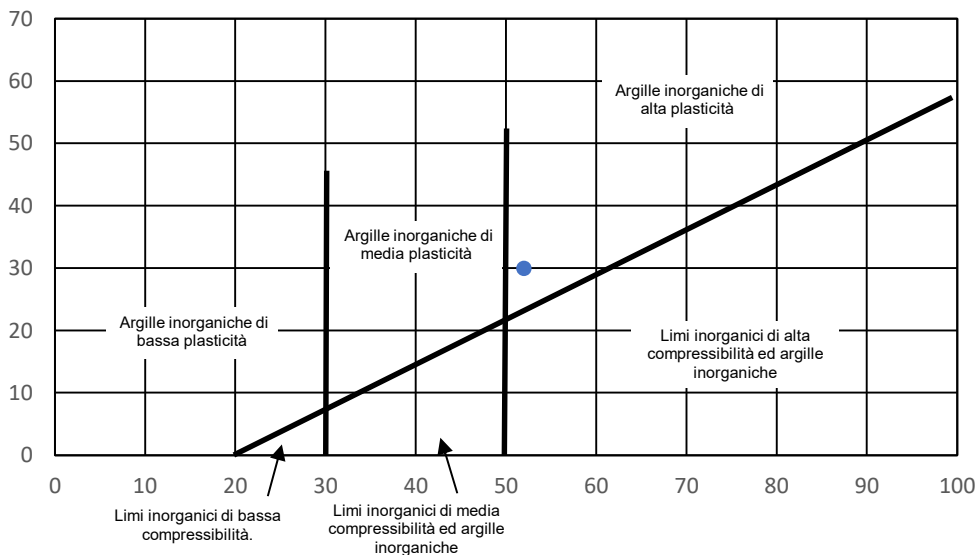
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	190
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH2	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	X
Determinazione su frazione di terreno vagliato	
% Passante al vaglio 0.42 mm	

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>52</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>22</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>30</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	188
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH2	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.933** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.628** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **18.8** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	189
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH2	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	187
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	05/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH2	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

**W** **18.8** (%)

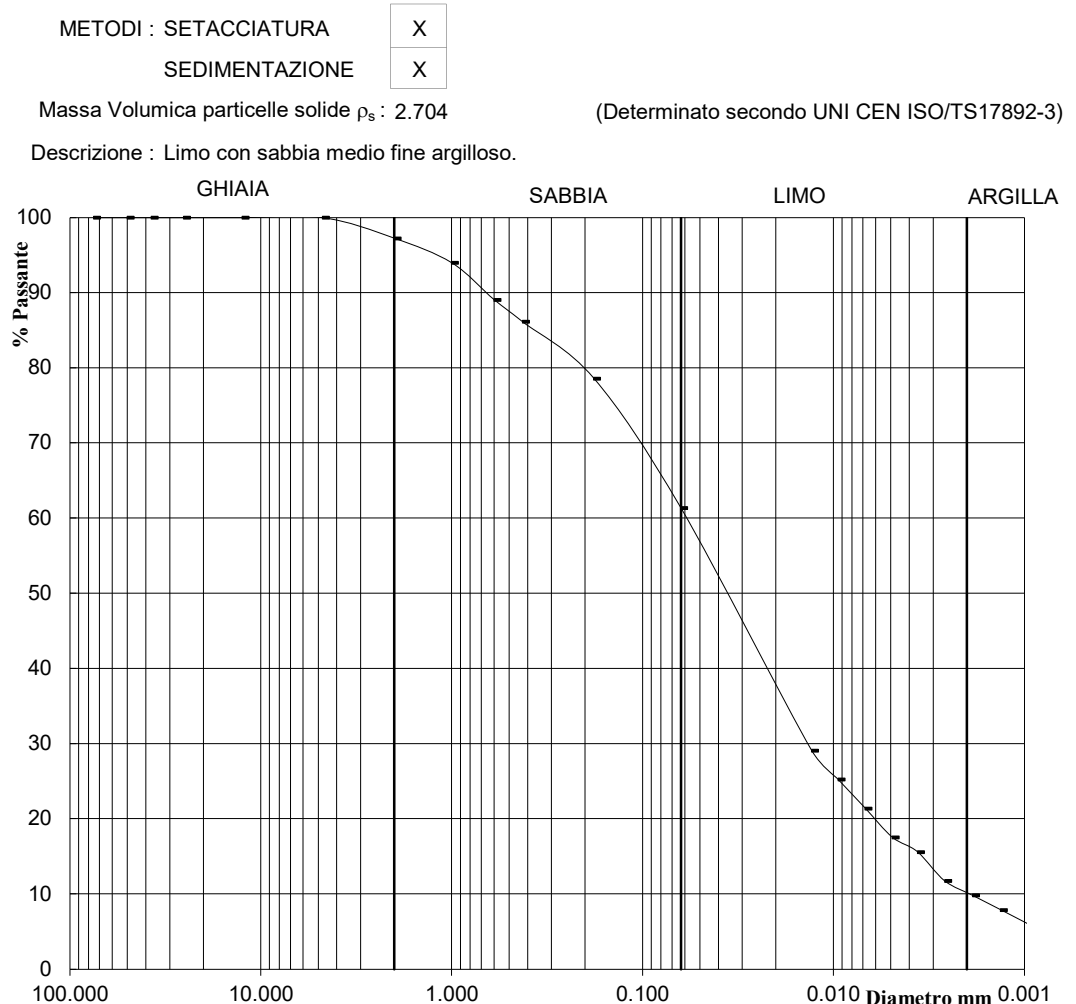
NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commessa N°: GDP22087	Certificato N°	191
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	05/22
Sondaggio: DPSH3	Data Accettazione:	20/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	20/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	100.00
12.5	100.00
4.75	100.00
2	97.25
1	93.98
0.6	89.06
0.425	86.16
0.18	78.58
0.0630	61.36
0.0130	29.10
0.0094	25.24
0.0068	21.39
0.0049	17.53
0.0036	15.61
0.0026	11.75
0.0019	9.83



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	3	36	51	10

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

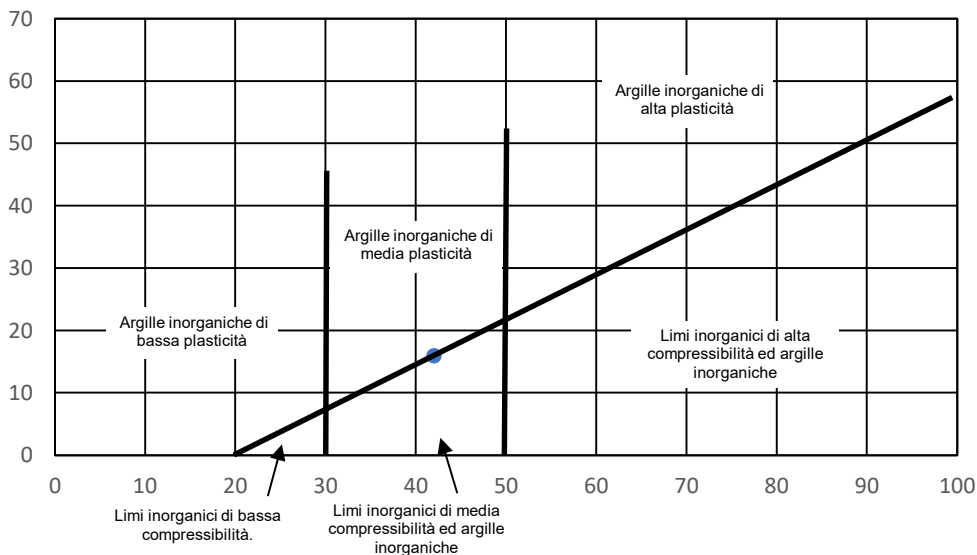
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	195
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH3	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	X
Determinazione su frazione di terreno vagliato	
% Passante al vaglio 0.42 mm	

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>42</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>26</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>16</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Spesimentatore  
Dott. Geol. Marco Zabeo

C5 (rev. 0 del 04/21)

Direttore Laboratorio  
Dott. Geol. Julien Perin

Pag. 1/1

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE

### Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	193
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH3	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale      $\rho$      **1.854** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro      $\rho_d$      **1.465** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua     **W**     **26.5** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	194
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH3	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   ( $\text{Mg/m}^3$ )

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	192
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	05/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH3	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

**W** 26.5 (%)

NOTE:

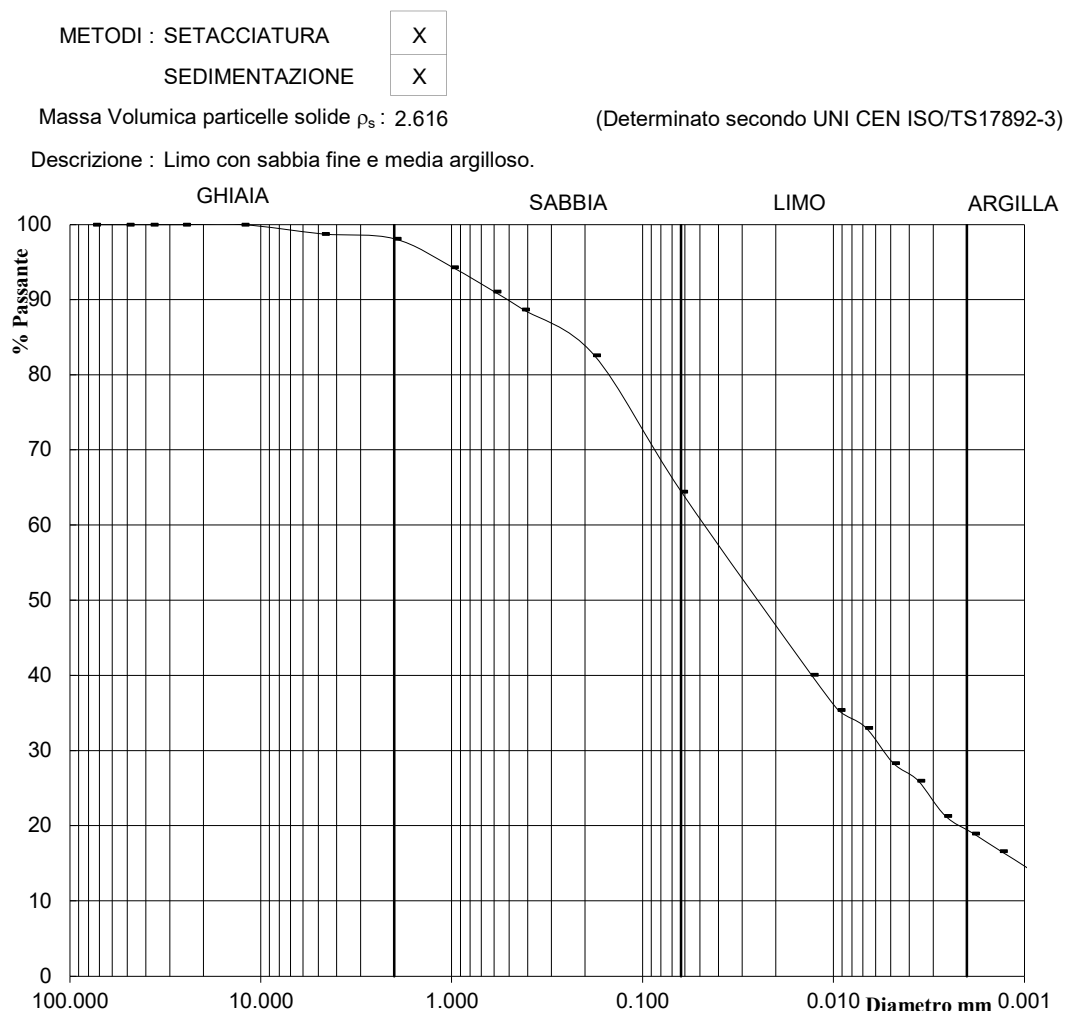


Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commissa N°: GDP22087	Certificato N°	196
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	05/22
Sondaggio: DPSH4	Data Accettazione:	20/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	20/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	100.00
12.5	100.00
4.75	98.76
2	98.12
1	94.36
0.6	91.09
0.425	88.73
0.18	82.63
0.0630	64.49
0.0131	40.11
0.0094	35.42
0.0068	33.07
0.0049	28.38
0.0036	26.03
0.0026	21.34
0.0019	19.00
0.0013	16.65
0.0009	14.31



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	2	34	45	19

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

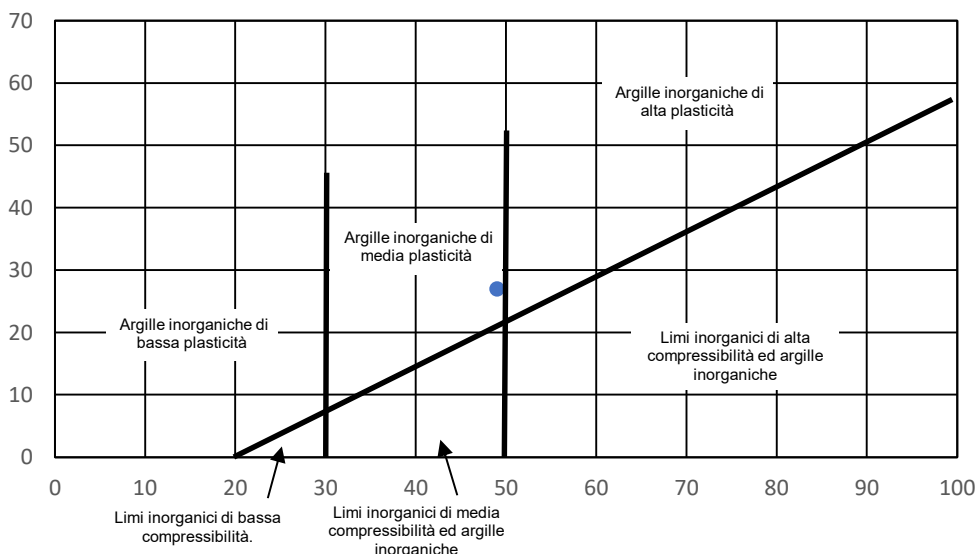
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	200
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH4	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	X
Determinazione su frazione di terreno vagliato	
% Passante al vaglio 0.42 mm	

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>49</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>22</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>27</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Spesimentatore  
Dott. Geol. Marco Zabeo

C5 (rev. 0 del 04/21)

Direttore Laboratorio  
Dott. Geol. Julien Perin

Pag. 1/1

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	198
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH4	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.864** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.521** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **22.6** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	199
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH4	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   ( $\text{Mg/m}^3$ )

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	197
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	05/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH4	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

W 22.6 (%)

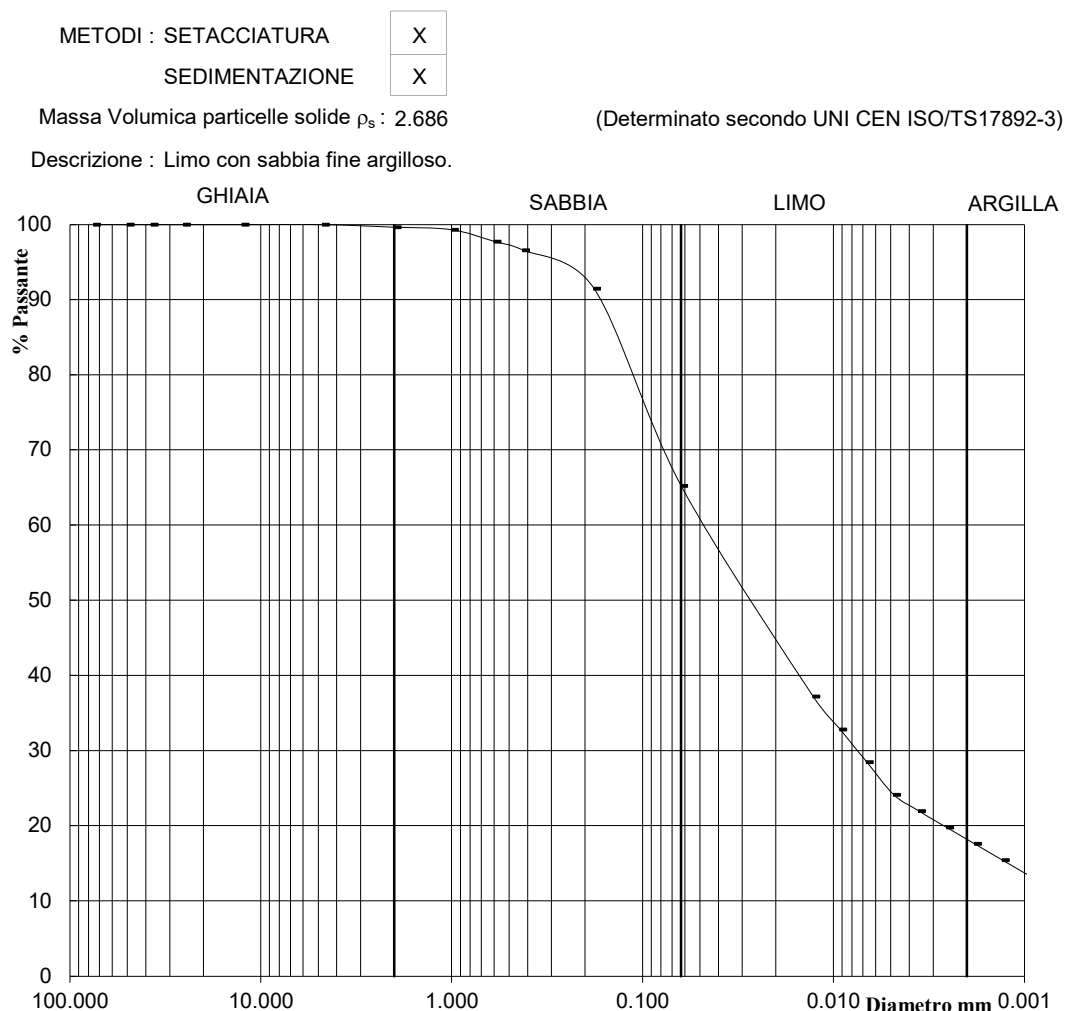
NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commissa N°: GDP22087	Certificato N°	201
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	05/22
Sondaggio: DPSH5	Data Accettazione:	20/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	20/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	100.00
12.5	100.00
4.75	100.00
2	99.65
1	99.31
0.6	97.76
0.425	96.61
0.18	91.49
0.0630	65.27
0.0128	37.21
0.0093	32.86
0.0067	28.50
0.0048	24.15
0.0036	21.98
0.0025	19.80
0.0018	17.62
0.0013	15.45
0.0009	13.27



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	0	34	47	18

NOTE:



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

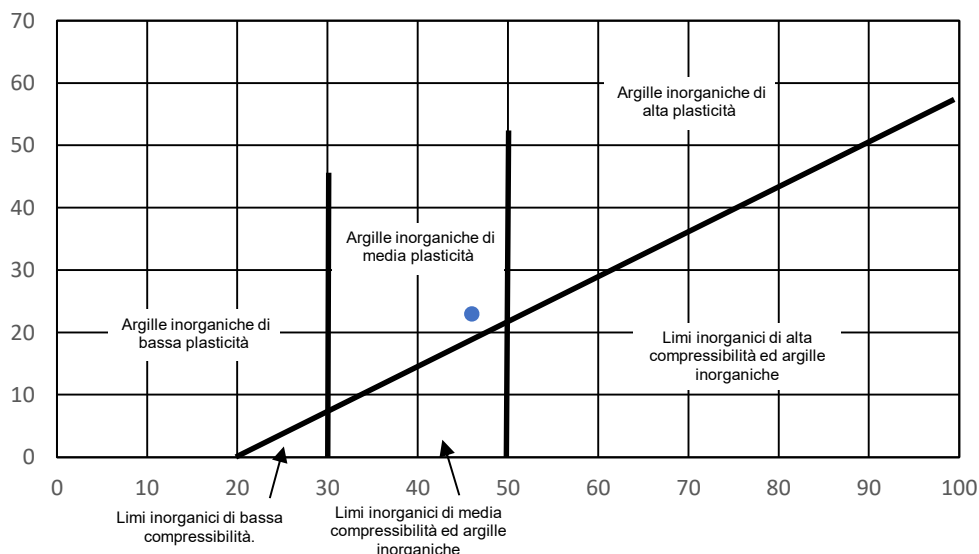
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	205
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH5	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	X
Determinazione su frazione di terreno vagliato	
% Passante al vaglio 0.42 mm	

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>46</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>23</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>23</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE

### Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	203
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH5	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.901** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.520** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **25.1** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	204
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	5/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH5	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	202
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	05/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH5	Data ricevimento campione:	20/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	20/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

**W** 25.1 (%)

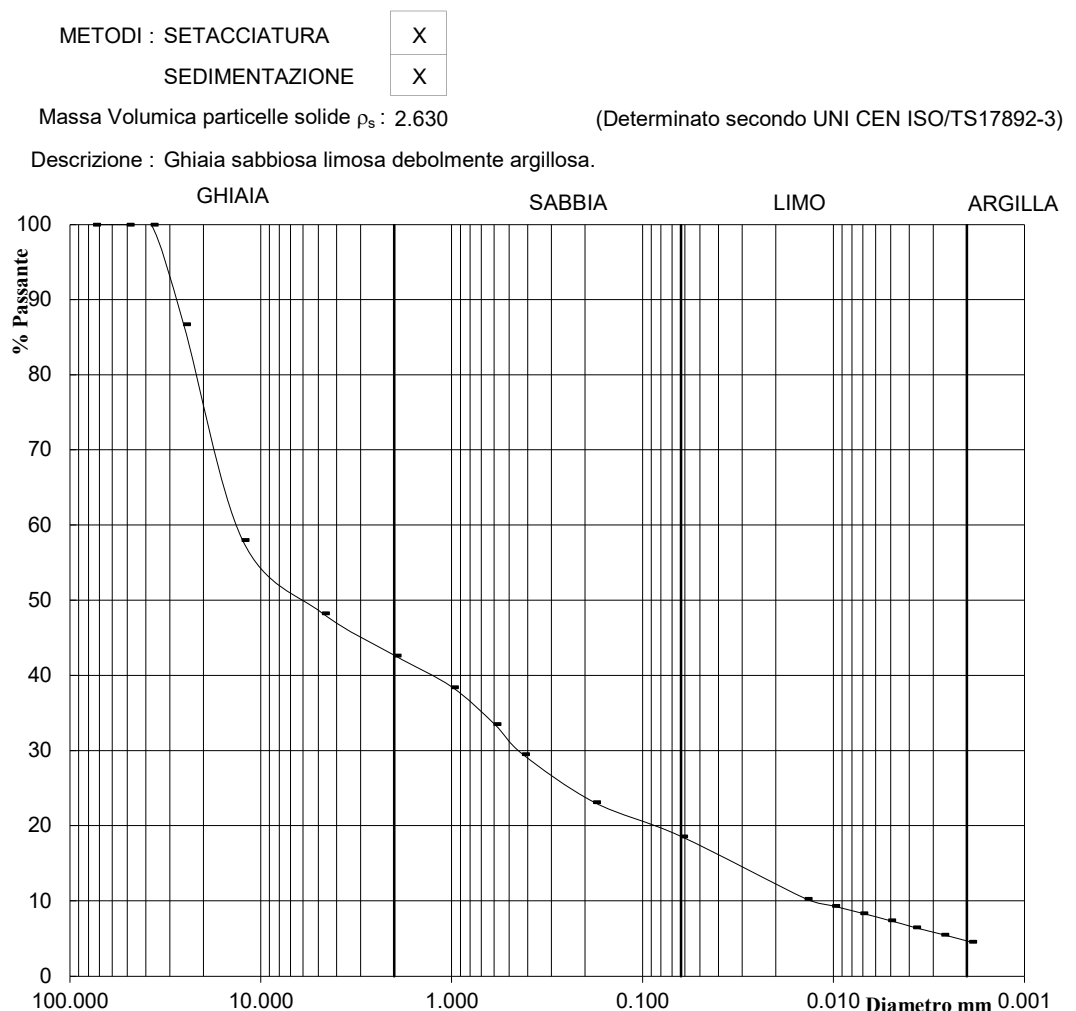
NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commessa N°: GDP22087	Certificato N°	206
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	06/22
Sondaggio: DPSH6	Data Accettazione:	21/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	21/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	86.75
12.5	58.05
4.75	48.29
2	42.68
1	38.48
0.6	33.57
0.425	29.55
0.18	23.16
0.0630	18.61
0.0141	10.31
0.0101	9.36
0.0072	8.41
0.0051	7.45
0.0038	6.50
0.0027	5.55
0.0019	4.59



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	57	24	13	6

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

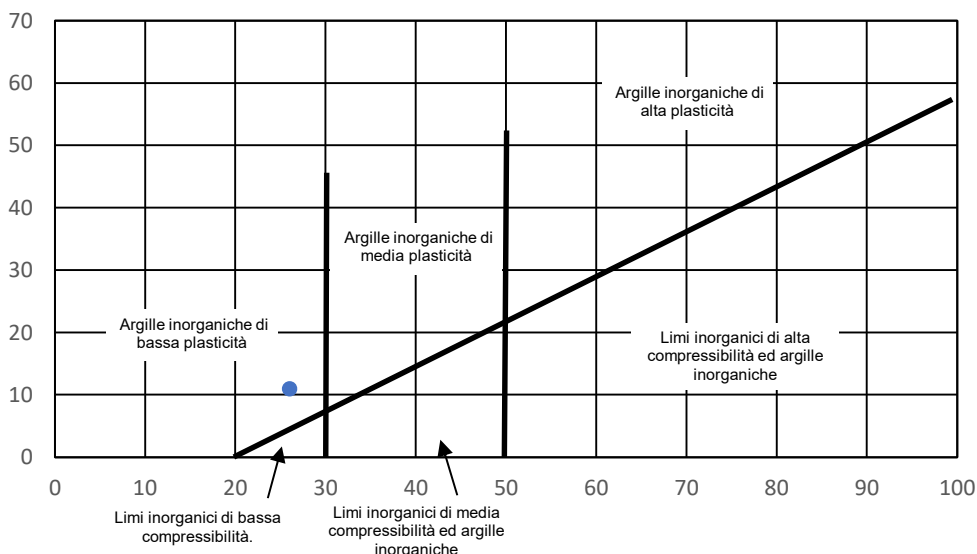
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	210
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH6	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	
Determinazione su frazione di terreno vagliato	<b>x</b>
% Passante al vaglio 0.42 mm	<b>30</b>

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>26</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>15</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>11</b>
Grado di Plasticità	<b>Poco Plastico</b>	

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Spesimentatore  
Dott. Geol. Marco Zabeo

C5 (rev. 0 del 04/21)

Direttore Laboratorio  
Dott. Geol. Julien Perin

Pag. 1/1



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	208
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH6	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.939** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.831** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **5.9** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	209
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH6	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	207
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	06/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH6	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

W 5.9 (%)

NOTE:



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

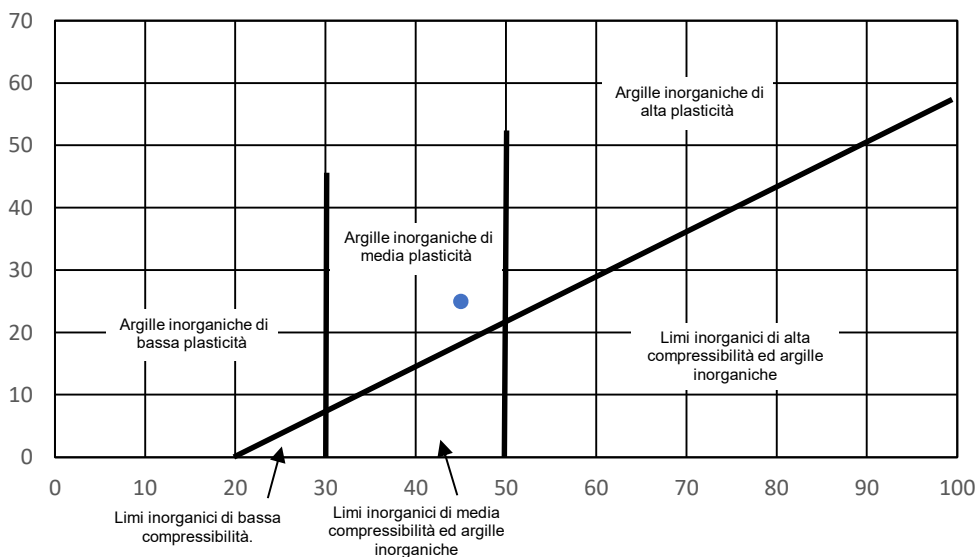
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	215
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH7	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	
Determinazione su frazione di terreno vagliato	<b>x</b>
% Passante al vaglio 0.42 mm	<b>57</b>

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>45</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>20</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>25</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE

### Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	213
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH7	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.997** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.656** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **20.6** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	214
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH7	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	212
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	06/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH7	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

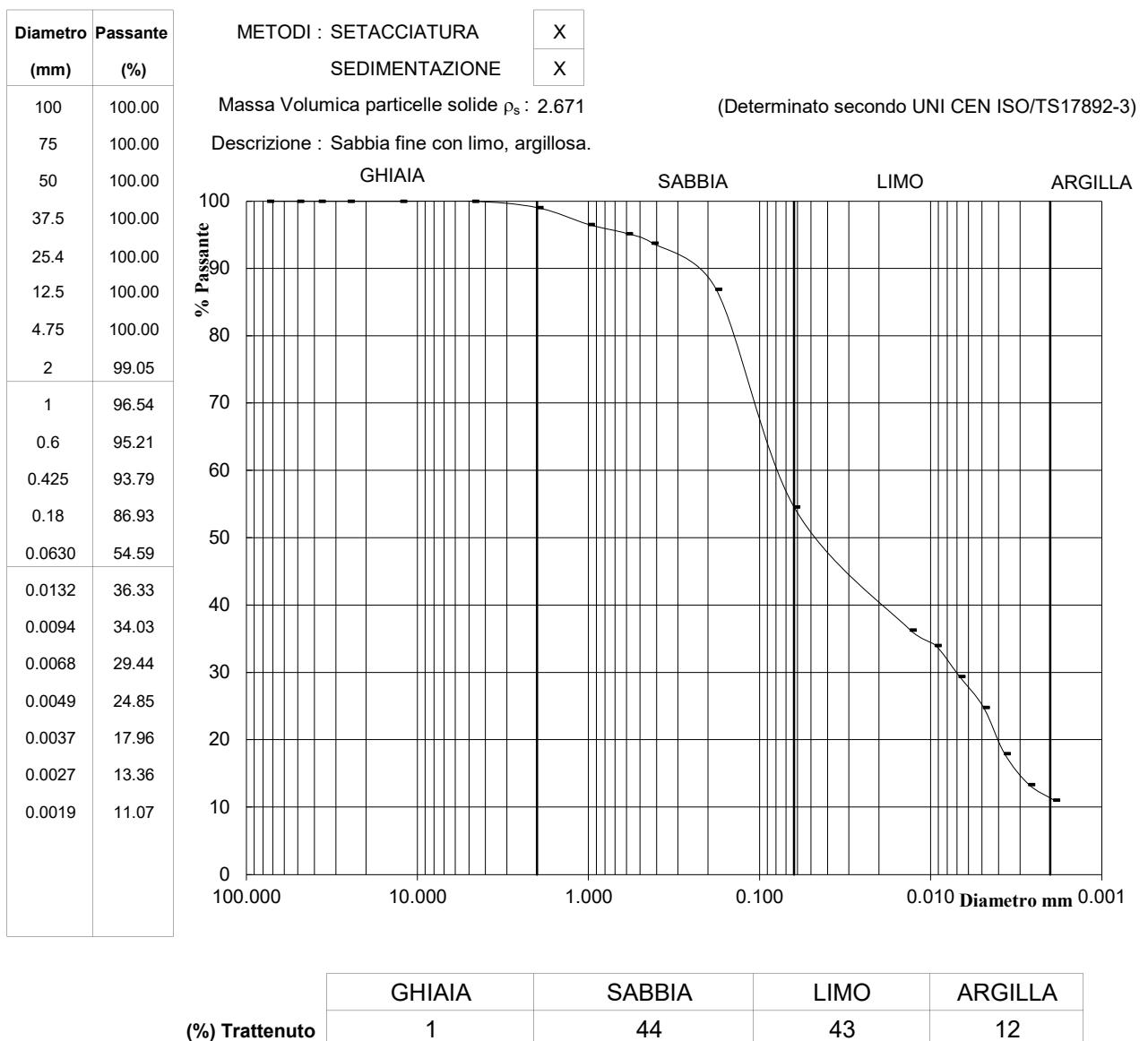
**W** **26.4** (%)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commessa N°: GDP22087	Certificato N°	216
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	06/22
Sondaggio: DPSH8	Data Accettazione:	21/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	21/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		



NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

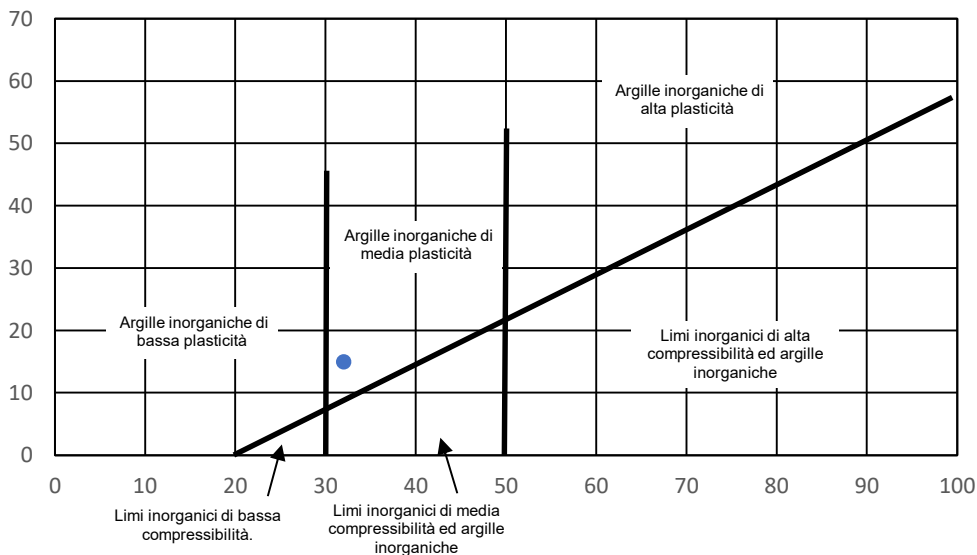
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	220
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH8	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	X
Determinazione su frazione di terreno vagliato	
% Passante al vaglio 0.42 mm	

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>32</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>17</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>15</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Spesimentatore  
Dott. Geol. Marco Zabeo

C5 (rev. 0 del 04/21)

Direttore Laboratorio  
Dott. Geol. Julien Perin

Pag. 1/1

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	218
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH8	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.997** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.656** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **20.6** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	219
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH8	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'



Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	217
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	06/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH8	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

W 20.6 (%)

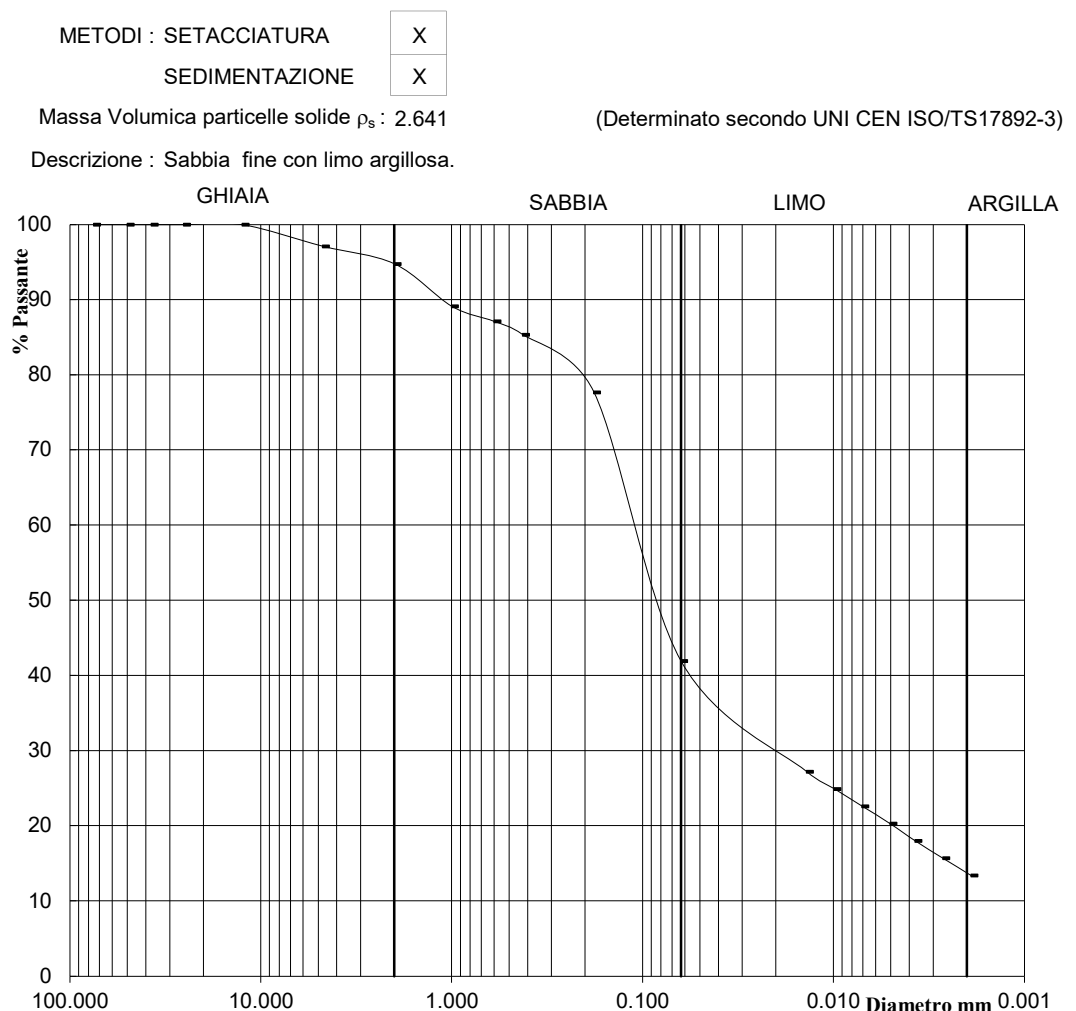
NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commissa N°: GDP22087	Certificato N°	221
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	06/22
Sondaggio: DPSH9	Data Accettazione:	21/06/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	21/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	100.00
12.5	100.00
4.75	97.11
2	94.78
1	89.14
0.6	87.13
0.425	85.36
0.18	77.71
0.0630	41.94
0.0139	27.23
0.0099	24.92
0.0071	22.62
0.0051	20.32
0.0037	18.01
0.0027	15.71
0.0019	13.41



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	5	53	28	14

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

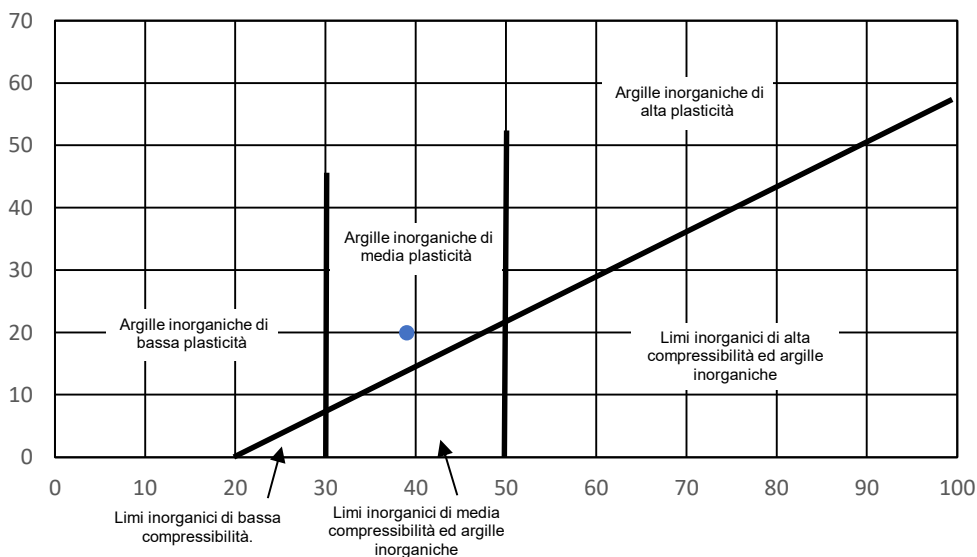
## DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI CONSISTENZA (o di Atterberg) Metodo del Cono (UNI CEN ISO/TS 17892-12)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	225
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH9	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Tipo di cono impiegato (angolo, massa)	30°/80g
Determinazione su terreno allo stato naturale	
Determinazione su frazione di terreno vagliato	<b>x</b>
% Passante al vaglio 0.42 mm	<b>85</b>

Limite di liquidità	<b>WI</b>	<b>39</b>
Limite di plasticità	<b>Wp</b>	<b>19</b>
Indice di plasticità	<b>Ip</b>	<b>20</b>
Grado di Plasticità		<b>Plastico</b>

CARTA DI PLASTICITA DI CASAGRANDE



NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	223
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH9	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale  $\rho$  **1.849** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro  $\rho_d$  **1.545** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua **W** **19.7** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	224
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH9	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	222
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	06/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH9	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

**W** **19.7** (%)

NOTE:

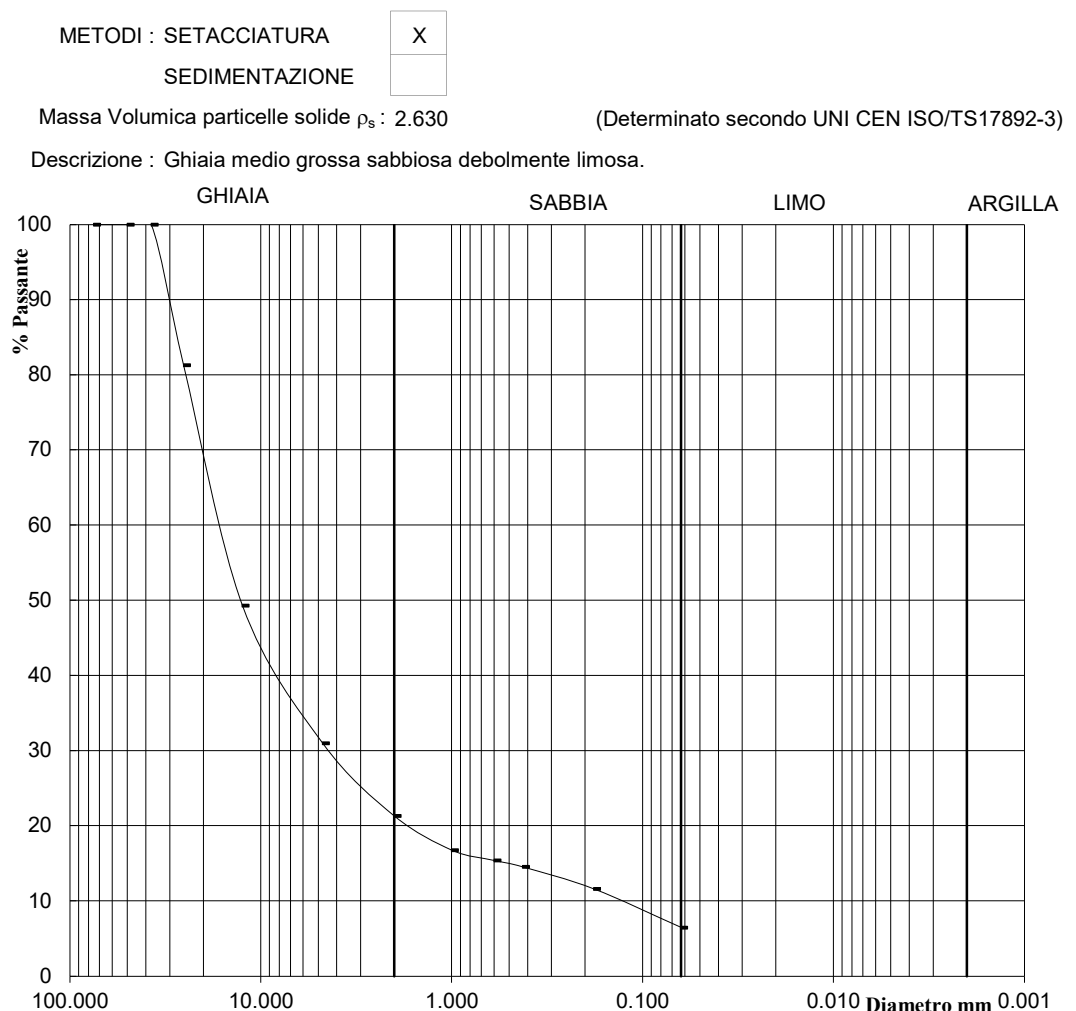


Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA DISTRIBUZIONE GRANULOMETRICA UNI CEN ISO/TS 17892-4

Commissa N°: GDP22087	Certificato N°	226
Committente: Studio HGEO	Revisione 0 del:	23/06/22
Cantiere: Marostica (VI)	VAC N°:	6/22
Sondaggio: DPSH10	Data Accettazione:	21/09/2022
Campione: 1	Data Inizio Prova:	21/06/2022
Profondità (m): 0.5 - 1.5		

Diametro (mm)	Passante (%)
100	100.00
75	100.00
50	100.00
37.5	100.00
25.4	81.30
12.5	49.31
4.75	31.01
2	21.33
1	16.78
0.6	15.41
0.425	14.55
0.18	11.61
0.0630	6.49



	GHIAIA	SABBIA	LIMO	ARGILLA
(%) Trattenuto	79	15	6	0

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE

### Metodo con misurazioni lineari (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	228
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH10	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Massa volumica a umidità naturale      $\rho$      **1.626** (Mg/m<sup>3</sup>)

Massa volumica allo stato anidro      $\rho_d$      **1.551** (Mg/m<sup>3</sup>)

Contenuto d'acqua     **W**     **4.8** (%)

(determinato secondo UNI CEN ISO/TS 17892-1)

NOTE:

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI Metodo del Picnometro (dimensione max grani 4 mm) (UNI CEN ISO/TS 17892-3)

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	229
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	6/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH10	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

Metodo di Prova A (essicato)

Metodo di Prova B (umido)  X

$\rho_s$   (Mg/m<sup>3</sup>)

NOTE: Fluido di controllo Acqua Demineralizzata e Disaerazione con pompa a vuoto per 30'

Laboratorio Autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti all'esecuzione e certificazione di Prove su Terre ai sensi dell'art.59 DPR n°380/2001

## DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO D'ACQUA UNI CEN ISO/TS 17892-1

Commessa N°:	GDP22087	Certificato N°:	227
Committente:	Studio HGEO	VAC N°:	06/22
Cantiere:	Marostica (VI)	Data emissione:	23/06/22
Sondaggio:	DPSH10	Data ricevimento campione:	21/06/22
Campione:	1	Data inizio prove:	21/06/22
Profondità (m):	0.5 - 1.5		

W 4.8 (%)

NOTE:

# ALLEGATO M

(INDAGINI GEOFISICHE MASW)

# ALLEGATO P

(POZZI ISPRA)



Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 158281 <b>Regione:</b> VENETO <b>Provincia:</b> VICENZA <b>Comune:</b> MAROSTICA <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA <b>Profondità (m):</b> 55,00 <b>Quota pc sim (m):</b> 87,00 <b>Anno realizzazione:</b> 1995 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> ND <b>Portata esercizio (l/s):</b> 11,000 <b>Numero falde:</b> 1 <b>Numero filtri:</b> 1 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> NO <b>Numero strati:</b> 7 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,654861 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,719931 <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 39' 17.51" E <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 43' 11.76" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	55,00	55,00	180

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	25,00	55,00	30,00

#### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	50,00	55,00	5,00	155

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1995	24,30	24,90	0,60	11,000

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	5,00	4,00		GHIAIA IN MATRICE LIMOSA
3	5,00	10,00	5,00		GHIAIA CON CIOTTOLI
4	10,00	20,00	10,00		GHIAIA SABBIOSA
5	20,00	30,00	10,00		GHIAIAI CON CIOTTOLI
6	30,00	40,00	10,00		GHIAIA IN MATRICE LIMOSA
7	40,00	55,00	15,00		GHIAIA IN MATRICE LIMOSA

**Dati generali**

**Codice:** 158246  
**Regione:** VENETO  
**Provincia:** VICENZA  
**Comune:** MAROSTICA  
**Tipologia:** PERFORAZIONE  
**Opera:** POZZO PER ACQUA  
**Profondità (m):** 68,00  
**Quota pc slm (m):** 91,00  
**Anno realizzazione:** 1992  
**Numero diametri:** 0  
**Presenza acqua:** NO  
**Portata massima (l/s):** ND  
**Portata esercizio (l/s):** 30,000  
**Numero falde:** 0  
**Numero filtri:** 0  
**Numero piezometrie:** 0  
**Stratigrafia:** SI  
**Certificazione(\*):** NO  
**Numero strati:** 11  
**Longitudine WGS84 (dd):** 11,673469  
**Latitudine WGS84 (dd):** 45,745481  
**Longitudine WGS84 (dms):** 11° 40' 24.50" E  
**Latitudine WGS84 (dms):** 45° 44' 43.74" N

(\*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione

**Ubicazione indicativa dell'area d'indagine****STRATIGRAFIA**

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	9,00	8,00		GHIAIE GROSSOLANE
3	9,00	18,00	9,00		GHIAIE GROSSOLANE IN MATRICE LIMOSA
4	18,00	20,00	2,00		GHIAIE SABBIOSE
5	20,00	34,00	14,00		GHIAIE GROSSOLANE GHIAIE SABBIOSE
6	34,00	43,00	9,00		GHIAIE SABBIOSE
7	43,00	47,00	4,00		GHIAIA GROSSOLANA
8	47,00	53,00	6,00		GHIAIA SABBIOSA LIMOSA
9	53,00	62,00	9,00		GHAIAIE SABBIOSE
10	62,00	63,00	1,00		ARGILLA MARRONE
11	63,00	68,00	5,00		ARGILLA GRIGIO SCURO

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p> <b>Codice:</b> 163694  <b>Regione:</b> VENETO  <b>Provincia:</b> VICENZA  <b>Comune:</b> MAROSTICA  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 54,00  <b>Quota pc s.l.m. (m):</b> 95,00  <b>Anno realizzazione:</b> 2004  <b>Numero diametri:</b> 1  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> ND  <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND  <b>Numero falde:</b> 1  <b>Numero filtri:</b> 1  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 6  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,678469  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,743539  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 40' 42.49" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 44' 36.75" N </p> <p>(*Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	54,00	54,00	270

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	30,12	53,00	22,88

#### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	48,00	53,00	5,00	220

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
set/2004	30,12	ND	ND	ND

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,70	0,70		TERRENO AGRARIO
2	0,70	6,00	5,30		GHIAIE A GROSSI ELEMENTI
3	6,00	23,00	17,00		GHIAIE A MATRICE SABBIOSA
4	23,00	34,50	11,50		GHIAIE CON LENTI SABBIOSE
5	34,50	53,00	18,50		GHIAIE A MATRICE SABBIOSA
6	53,00	54,00	1,00		ARGILLA



Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 158286 <b>Regione:</b> VENETO <b>Provincia:</b> VICENZA <b>Comune:</b> MAROSTICA <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA <b>Profondità (m):</b> 180,00 <b>Quota pc slm (m):</b> 111,00 <b>Anno realizzazione:</b> 1997 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> NO <b>Portata massima (l/s):</b> ND <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND <b>Numero falde:</b> 0 <b>Numero filtri:</b> 0 <b>Numero piezometrie:</b> 0 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> NO <b>Numero strati:</b> 3 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,680969 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,755489 <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 40' 51.49" E <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 45' 19.77" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	180,00	180,00	170

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO
2	1,00	17,00	16,00		GHIAIA E SABBIA
3	17,00	180,00	163,00		ARENARIE

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 158281 <b>Regione:</b> VENETO <b>Provincia:</b> VICENZA <b>Comune:</b> MAROSTICA <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA <b>Profondità (m):</b> 55,00 <b>Quota pc slm (m):</b> 87,00 <b>Anno realizzazione:</b> 1995 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> ND <b>Portata esercizio (l/s):</b> 11,000 <b>Numero falde:</b> 1 <b>Numero filtri:</b> 1 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> NO <b>Numero strati:</b> 7 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,654861 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,719931 <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 39' 17.51" E <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 43' 11.76" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	55,00	55,00	180

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	25,00	55,00	30,00

#### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	50,00	55,00	5,00	155

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/1995	24,30	24,90	0,60	11,000

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO VEGETALE
2	1,00	5,00	4,00		GHIAIA IN MATRICE LIMOSA
3	5,00	10,00	5,00		GHIAIA CON CIOTTOLI
4	10,00	20,00	10,00		GHIAIA SABBIOSA
5	20,00	30,00	10,00		GHIAIA CON CIOTTOLI
6	30,00	40,00	10,00		GHIAIA IN MATRICE LIMOSA
7	40,00	55,00	15,00		GHIAIA IN MATRICE LIMOSA

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 158358 <b>Regione:</b> VENETO <b>Provincia:</b> VICENZA <b>Comune:</b> MASON VICENTINO <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA <b>Profondità (m):</b> 63,00 <b>Quota pc slm (m):</b> 87,00 <b>Anno realizzazione:</b> 1999 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> 1,100 <b>Portata esercizio (l/s):</b> 1,100 <b>Numero falde:</b> 1 <b>Numero filtri:</b> 1 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> SI <b>Numero strati:</b> 2 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,640969 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,724369 <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 38' 27.49" E <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 43' 27.74" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	63,00	63,00	114

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	50,00	63,00	13,00

#### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	61,00	63,00	2,00	114

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
apr/1999	10,00	20,00	10,00	1,100

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	50,00	50,00		ARGILLA MISTA
2	50,00	63,00	13,00		GHIAIA



Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 158580 <b>Regione:</b> VENETO <b>Provincia:</b> VICENZA <b>Comune:</b> NOVE <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA <b>Profondità (m):</b> 58,00 <b>Quota pc slm (m):</b> 79,00 <b>Anno realizzazione:</b> 2002 <b>Numero diametri:</b> 1 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> 1,000 <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND <b>Numero falde:</b> 3 <b>Numero filtri:</b> 1 <b>Numero piezometrie:</b> 0 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> NO <b>Numero strati:</b> 9 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,672639 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,708539 <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 40' 21.50" E <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 42' 30.74" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	58,00	58,00	102

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	22,00	25,50	3,50
2	41,00	46,50	5,50
3	52,00	58,00	6,00

#### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	55,50	58,00	2,50	102

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	4,50	4,50		GHIAIA - ARGILLA - SABBIA
2	4,50	22,00	17,50		GHIAIA - SABBIA
3	22,00	25,50	3,50		GHIAIA
4	25,50	34,00	8,50		GHIAIA - ARGILLA
5	34,00	41,00	7,00		GHIAIA - SABBIA
6	41,00	46,50	5,50		GHIAIA
7	46,50	50,00	3,50		ARGILLA
8	50,00	52,00	2,00		SABBIA
9	52,00	58,00	6,00		GHIAIA

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<b>Codice:</b> 156166 <b>Regione:</b> VENETO <b>Provincia:</b> VICENZA <b>Comune:</b> BASSANO DEL GRAPPA <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA <b>Profondità (m):</b> 60,00 <b>Quota pc slm (m):</b> 95,00 <b>Anno realizzazione:</b> 2003 <b>Numero diametri:</b> 2 <b>Presenza acqua:</b> SI <b>Portata massima (l/s):</b> ND <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND <b>Numero falde:</b> 1 <b>Numero filtri:</b> 1 <b>Numero piezometrie:</b> 1 <b>Stratigrafia:</b> SI <b>Certificazione(*):</b> NO <b>Numero strati:</b> 7 <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,690969 <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,746600 <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 41' 27.50" E <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 44' 47.77" N  (*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia	

#### DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0,00	60,00	60,00	160

#### FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	40,10	60,00	19,90

#### POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	51,00	55,00	4,00	114

#### MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
nov/2003	40,10	ND	ND	ND

#### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO AGRARIO
2	1,00	7,00	6,00		CIOTTOLI E SABBIA
3	7,00	14,00	7,00		GHIAIE A GROSSI ELEMENTI
4	14,00	30,00	16,00		GHIAIE A MATRICE SABBIOSA
5	30,00	38,00	8,00		GHIAIE CON LENTI SABBIOSE
6	38,00	55,00	17,00		GHIAIE A MATRICE SABBIOSA
7	55,00	60,00	5,00		ARGILLA

Dati generali	Ubicazione indicativa dell'area d'indagine
<p> <b>Codice:</b> 157975  <b>Regione:</b> VENETO  <b>Provincia:</b> VICENZA  <b>Comune:</b> BASSANO DEL GRAPPA  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 47,00  <b>Quota pc slm (m):</b> 113,00  <b>Anno realizzazione:</b> 1993  <b>Numero diametri:</b> 0  <b>Presenza acqua:</b> NO  <b>Portata massima (l/s):</b> ND  <b>Portata esercizio (l/s):</b> ND  <b>Numero falde:</b> 0  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 0  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 3  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 11,696531  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 45,760769  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 11° 41' 47.52" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 45° 45' 38.77" N </p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	

### STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	1,00	1,00		TERRENO AGRARIO
2	1,00	22,00	21,00		GHIAIE A MATRICE LIMOSO-SABBIOSA
3	22,00	47,00	25,00		ARENARIE GIALLASTRE