

Comune di Alseno

# P.O.C.

Piano Operativo Comunale  
2014/2018

## **RELAZIONE GEOLOGICA**

Elaborato **POC 3**  
MAGGIO 2015

**LAVORO A CURA DI**

**Geode s.c.r.l. Via Martinella 50/C 43124 Parma Tel 0521/257057 Fax 0521/921910**

Dott. Geol. Giancarlo Bonini  
iscritto all'Ordine dei Geologi dell'Emilia-Romagna (n. 802)

Collaboratori

Dott. Simona Contini

**INDICE**

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Assetto geologico e geomorfologico</b>	<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Tettonica e sedimentazione</b>	<b>6</b>
<b>2.2</b>	<b>Stratigrafia e geologia comunale</b>	<b>7</b>
2.2.1	Supersistema Emiliano-Romagnolo	7
2.2.1.1	Sistema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)	7
2.2.1.1.1	AES8 - Subsystema di Ravenna	7
2.2.1.1.2	AES7 - Subsystema di Villa Verucchio	8
2.2.1.1.3	AES3 - Subsystema di Agazzano	9
2.2.1.2	Sistema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI)	9
2.2.2	Supersistema del Quaternario Marino	10
2.2.2.1	CMZ - Sistema di Costamezzana	10
2.2.2.2	ATS - Sistema del Torrente Stirone	10
2.2.3	Supersistema della Val D'Arda	10
2.2.3.1	BDG - Il Sistema di Badagnano	11
2.2.4	Supersistema post evaporitico	11
2.2.4.1	Sistema del torrente Ongina	11
2.2.4.1.1	Argille Azzurre (FAA) - Argille di Lugagnano (LUG)	12
2.2.5	Successione Epiligure	12
2.2.5.1	La formazione del Termina - TER	12
<b>2.3</b>	<b>Assetto geomorfologico</b>	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Idrogeologia</b>	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Le unità idrostratigrafiche del Comune di Alseno</b>	<b>20</b>
2.5.1	Gruppi Acquiferi	20
2.5.2	Complesso Acquifero C4	20
2.5.3	Complesso Acquifero C3	21
2.5.4	Complesso Acquifero A2	21
2.5.5	Complesso Acquifero A1	21
2.5.6	Complesso Acquifero superficiale (A0)	21
<b>3</b>	<b>Definizione della pericolosità sismica di base e degli eventi di riferimento</b>	<b>22</b>
<b>3.1</b>	<b>Zonazione sismogenetica</b>	<b>25</b>
3.1.1	Le sorgenti sismogenetiche	26
<b>3.2</b>	<b>Sismicità storica</b>	<b>27</b>
<b>4</b>	<b>Gli ambiti di POC</b>	<b>30</b>
<b>4.1</b>	<b>Alseno 1/parte</b>	<b>30</b>
<b>4.2</b>	<b>Alseno 2/parte</b>	<b>35</b>
<b>4.3</b>	<b>Alseno 9</b>	<b>39</b>
<b>4.4</b>	<b>Castelnuovo Fogliani 1/parte</b>	<b>43</b>
<b>4.5</b>	<b>Castelnuovo Fogliani 2/parte</b>	<b>48</b>
<b>4.6</b>	<b>Lusurasco 2/parte</b>	<b>52</b>
<b>4.7</b>	<b>Lusurasco 4/parte</b>	<b>56</b>
<b>5</b>	<b>Interventi per opere e servizi pubblici</b>	<b>61</b>
<b>5.1</b>	<b>S9 - Nuova Rotatoria in località Crocetta a Castelnuovo Fogliani</b>	<b>62</b>
5.1.1	Studio di microzonazione sismica di terzo livello	65

5.1.1.1	Le prove geognostiche integrative	65
5.1.1.1.1	Prove penetrometriche statiche (CPT)	65
5.1.1.1.2	Prove penetrometriche dinamiche (SCPT-DIN)	66
5.1.1.1.3	Prove sismiche tipo HV	66
5.1.1.2	Modello geologico del sottosuolo	67
5.1.1.2.1	Frequenza naturale dei depositi	68
5.1.1.2.2	Velocità delle onde di taglio	69
5.1.1.2.3	Curve di decadimento del modulo di taglio e di incremento del damping	70
5.1.1.3	Definizione del moto di input	72
5.1.1.4	Analisi di risposta sismica locale	73
5.1.1.4.1	Conclusioni	76
<b>5.2</b>	<b>Stabilità nei confronti della liquefazione</b>	<b>77</b>
5.2.1	Verifica della suscettività dei terreni alla liquefazione	77
<b>5.3</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>79</b>
<b>ALLEGATO 1 Indagini sismiche passive anno 2013</b>		<b>80</b>
HV23 – ALSENO 2/PARTE		83
HV24 – ALSENO 9		85
HV25 – CASTELNUOVO FOGLIANI 1/PARTE		87
HV26 – LUSURASCO 4/PARTE		89
<b>ALLEGATO 2 Indagini sismiche passive anno 2015</b>		<b>91</b>
HV28 - CASTELNUOVO FOGLIANI, S9		92
HV29 - CASTELNUOVO FOGLIANI, S9		97
HV30 - CASTELNUOVO FOGLIANI, S9		102
<b>ALLEGATO 3 Indagini geognostiche</b>		<b>108</b>

## 1 INTRODUZIONE

La presente relazione geologica è redatta a supporto del Piano Operativo Comunale (POC) del Comune di Alseno (PC).

Il comune di Alseno confina con i seguenti comuni: Busseto, Fidenza, Salsomaggiore Terme, Vernasca, Castell'Arquato, Fiorenzuola d'Arda e Besenzone.

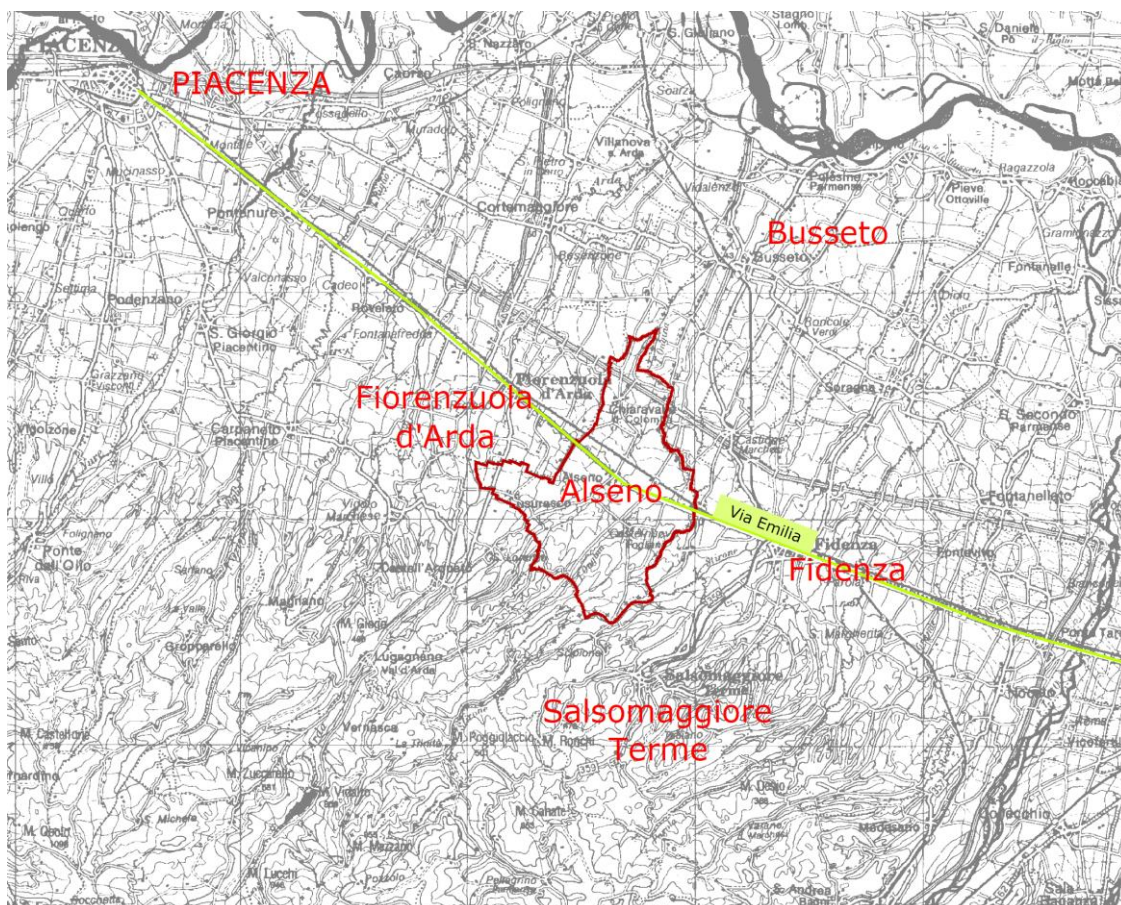


Figura 1.1. Ubicazione confine comunale su base Carta tecnica semplificata

Il territorio comunale ha un'estensione di circa 55 kmq e si sviluppa tra le quote massime di circa 200 m slm della zona posta a sud-ovest ad una quota 47 m slm nelle aree poste a nord. Il territorio comunale è attraversato in senso longitudinale da tre principali corsi d'acqua che da ovest ad est sono il t. Arda, il t. Ongina (affluenti diretti del Fiume Po) ed il t. Stirone (affluente in sinistra idrografica del F. Taro).

## 2 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

### 2.1 Tettonica e sedimentazione

La migrazione progressiva verso NE delle avanfosse plio-pleistoceniche, nel settore emiliano occidentale del bacino Padano-Adriatico, è legata alla nascita e allo sviluppo dell'attività di sovrascorrimento lungo due archi principali di strutture compressive, orientate NO-SE: il Fronte di Sovrascorrimento Pedepenninico e il Fronte di Sovrascorrimento Esterno (Pieghie Emiliane di PIERI & GROPPI, 1982). Questi archi di strutture condizionano in tutto il Plio-Pleistocene la crescita e la distribuzione dei sistemi deposizionali sul margine meridionale del bacino, interferendo con le fasi di erosione e sedimentazione guidate dalle oscillazioni climatico – eustatiche e sono quindi responsabili dell'attuale giacitura e dei rapporti geometrici e stratigrafici che intercorrono fra le varie unità geologiche presenti in questa porzione di territorio e nel Comune di Alseno, sia in superficie che nel sottosuolo.

Nell'area in esame questi depositi costituiscono le porzioni più interne e prossimali di tale bacino; la successione può essere suddivisa in unità separate da superfici di discontinuità di importanza regionale che registrano la complessa interazione tra le oscillazioni climatico-eustatiche, ben documentate, soprattutto per quanto riguarda il Pleistocene, e l'evoluzione strutturale della catena. Queste unità sono correlabili lungo tutto il fronte della catena appenninica, dal settore nord-occidentale fino alla Romagna e alle Marche; in tal senso costituiscono l'ossatura principale dello schema stratigrafico-fisico relativo a questo intervallo di tempo e il loro riconoscimento e utilizzo consente una miglior comprensione dell'evoluzione tettonico-sedimentaria dell'avanfossa appenninica durante il Pliocene ed il Pleistocene.

Queste unità (sintemi) sono ulteriormente suddivisibili e raggruppabili in unità di rango gerarchico rispettivamente inferiore (subsintemi) e superiore (supersintemi) ed hanno un forte connotato operativo, in quanto ben riconoscibili sul terreno e cartografabili in tutta l'area in esame.

In accordo con quanto esposto nelle note dei Fogli Geologici 180 e 181 (Progetto CARG), a cui si rimanda, l'organizzazione latero-verticale dei sintemi e supersintemi è attribuita principalmente alla tettonica; in particolare queste unità registrano l'alternarsi di fasi tettoniche intense e fasi di relativa stabilità e riflettono, quindi, l'evoluzione paleogeografica del margine appenninico. Il supersintema ed il sintema sono caratterizzati, a scala diversa, da una successione deposta in seguito all'evento tettonico (Post-tettonico) nella parte inferiore e da una successione deposta durante il successivo evento tettonico (Sin-tettonico) nella parte superiore. Diversamente il controllo climatico-eustatico sembra essere il fattore preponderante sul tipo di sedimentazione e sull'organizzazione stratigrafica alla scala delle unità di ordine gerarchico inferiore (subsintemi).

Per quanto riguarda la giacitura, tutte le unità geologiche presentano un'immersione verso N-NE ma hanno differenti inclinazioni. In particolare per quanto riguarda il supersintema del Quaternario Marino l'unità BDG (Sintema di Badagnano) ha inclinazioni variabili tra i 15 e i 20 gradi, l'ATS (Sintema del Torrente Stirone) tra i 5 e i 10 gradi, il CMZ (Sintema di Costa Mezzana) tra i 2 e i 4 gradi; tutte queste unità, che presentano spessori modesti in affioramento, possono raggiungere diverse centinaia di metri nel sottosuolo. Il grosso aumento di spessore avviene andando verso la zona depocentrale (sinclinale) del bacino sedimentario compreso tra il Fronte di Sovrascorrimento Pedepenninico, a Nord, e il fronte di sovrascorrimento esterno a Sud; infatti più ci avviciniamo all'asse delle strutture compressive e più queste unità risentono di minori tassi di subsidenza e, durante le fasi di parossismo tettonico, di forti troncature erosive.

La grossa variazione di spessore che si riscontra all'interno delle unità BDG, ATS e CMZ decresce con la deposizione delle unità appartenenti al Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore, così come la loro inclinazione; questo è dovuto al progressivo colmamento del bacino sedimentario sopraccitato, colmamento dovuto appunto alla migrazione progressiva verso NE delle avanfosse plio-pleistoceniche.

In particolare l'unità AES3 ha un'inclinazione di circa 1 grado mentre le altre unità, AES7 e AES8 sono quasi sub-orizzontali; queste unità, anche se relativamente recenti, risentono ugualmente dell'assetto strutturale presente nell'area in esame.

Situazione peculiare da sottolineare è la presenza in area adiacente al settore meridionale del comune della "Struttura di Salsomaggiore Terme" delimitata a nord dal thrust di Salsomaggiore.

## 2.2 Stratigrafia e geologia comunale

Nell'area del territorio comunale di Alseno affiorano prevalentemente i depositi appartenenti alla "Successione post-evaporitica del margine Padano Adriatico", rappresentata dal Supersintema Post-Evaporitico (Sintema del Torrente Ongina), dal Supersintema della Val d'Arda (Sintema di Badagnano), dal Supersintema Quaternario Marino (Sintema del Torrente Stirone e Sintema di Costamezzana) e dal Supersintema Emiliano-Romagnolo. Affiora inoltre meno estesamente la "Successione Epiligure" rappresentata in questo caso dalla Formazione del Termina.

### 2.2.1 *Supersintema Emiliano-Romagnolo*

Le unità geologiche raggruppate all'interno del ciclo Quaternario Continentale, denominato Supersintema Emiliano-Romagnolo (equivalente all'Allogruppo Emiliano-Romagnolo di R.E.R.-ENI-AGIP, 1998<sup>1</sup>) sono suddivise in due unità principali: un'unità inferiore, detta Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Inferiore della pubblicazione citata) ed un'unità superiore, detta Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (equivalente all'Alloformazione Emiliano-Romagnola Superiore della pubblicazione citata). Il Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (Pleistocene medio-Olocene) è stato suddiviso in cinque subsintemi identificabili in affioramento mediante caratteristiche morfo-pedostratigrafiche: si tratta infatti di conoidi alluvionali terrazzate, le cui superfici deposizionali relitte, poste a quote diverse e separate da scarpate erosive, presentano un'evoluzione pedostratigrafica differente; in ordine crescente di età si trova: Subsintema di Ravenna (AES8), Subsintema di Villa Verucchio (AES7), Subsintema di Agazzano (AES3), Subsintema di Maiatico (AES2), Subsintema di Monterlinzana (AES1).

#### 2.2.1.1 Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore (AES)

Unità costituita da depositi alluvionali intravallivi, terrazzati, di conoide alluvionale ghiaiosa e di interconoide. Il tetto è rappresentato dalla superficie topografica, mentre il contatto di base è erosivo e discordante sul substrato del Pliocene e del Pleistocene medio-inferiore. Pleistocene medio-Olocene. L'unità è suddivisa in cinque subsintemi, tre dei quali affiorano nel comune di Alseno.

##### 2.2.1.1.1 *AES8 - Subsintema di Ravenna*

Il Subsintema di Ravenna è composto da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi. Depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati e depositi di interconoide rispettivamente. Il profilo di alterazione varia da qualche decina di cm fino ad 1 m ed è di tipo A/Bw/Bk(C). Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sul substrato pliocenico e su AES2, AES3 e AES7. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 15 metri (zona Arda \_ Lusurasco-Alseno spessore 8.0-12.0 m; zona Ongina Calstelnuovo F. spessore di circa 10 m; area Stirone 3.0-8.0 m). L'unità coincide con gli ultimi depositi terrazzanti e terrazzati dei reticoli idrografici dei torrenti Stirone, Ongina ed Arda. L'età è Pleistocene superiore - Olocene; post circa 18.000 anni B.P.

Su base morfologica, archeologica e pedostratigrafica viene distinta, all'interno dell'Subsintema di Ravenna, l'Unità di Modena.

##### AES8a - Unità di Modena

L'unità di Modena affiora prevalentemente nelle incisioni dei reticoli idrografici più recenti (rio S. Franca e rio Grattarolo) e nel caso dei t. Stirone, Arda, e Ongina è terrazzante rispetto all'AES8; questa unità è composta da ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua: depositi alluvionali intravallivi, terrazzati e di conoide. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (poche decine di cm) e di tipo A/C, localmente A/Bw/C.

L'età è Olocene; post IV-VII sec. d.C. Lo spessore massimo dell'unità è di alcuni metri.

All'interno del Subsintema di Ravenna (inclusa l'Unità di Modena) si possono distinguere depositi che nel loro insieme definiscono un sistema deposizionale alluvionale:

##### Depositi di conoide alluvionale:

<sup>1</sup> REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA., Firenze, 120 pp.*

*Ghiaie di riempimento di canale fluviale:* ghiaie da grossolane a fini con matrice sabbiosa o argillosa, in strati da spessi a molto spessi, generalmente amalgamati. Presenti delle intercalazioni di sabbia spesso sviluppate al tetto degli strati. Strutture sedimentarie assenti o date da embriciatura dei ciottoli e gradazione positiva (nelle ghiaie più fini). Formano corpi a geometria lobata, nastriforme (canali singoli) o tabulare (canali di conoide lateralmente e verticalmente amalgamati) di spessore variabile da 3 a 10 m.

#### Depositi di piana alluvionale

*Sabbie e limi di riempimento di canale e di argine:* da sabbie gradate da medio-grossolane anche con ciottoli, a sabbie fini e finissime con passaggio graduale a limi ed argille. Strati da spessi a molto spessi, spesso amalgamati. Strutture sedimentarie, quando visibili, date da gradazione positiva e laminazione piano-parallela o inclinata. Depositi prossimali di riempimento di canale e di rotta fluviale.

Alternanze di sabbie fini e finissime, spesso limose, in strati da sottili a spessi, limi, limi sabbiosi e limi argillosi, in strati da molto sottili a medi. Gli strati sono organizzati in sequenze con gradazione positiva o negativo-positiva. Localmente sono presenti sabbie medio-grossolane alla base delle sequenze positive ed intercalazioni di argilla al tetto.

#### Depositi di argine, canale e rotta fluviale.

Formano corpi rilevati a geometria nastriforme (canali di piana alluvionale e di transizione alla conoide) e lobata (rotte) di spessore variabile di qualche metro.

*Argille e limi di piana inondabile (solo in AES8a):* argille e limi in strati medi e spessi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose in strati da molto sottili a medi. Presenti anche livelli di argille organiche. Spesso le argille ed i limi sono bioturbati e non sono visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie; altrove è presente una fitta laminazione piano-parallela.

Si sviluppano generalmente in corrispondenza delle aree relativamente depresse interposte ai rilievi deposizionali degli argini, canali e rotte fluviali. Hanno spessori di pochi metri e passano lateralmente a depositi di argine, canale e rotta fluviale con contatto graduale.

*Depositi di tracimazione indifferenziati (solo in AES8):* alternanze di sabbie fini e finissime, limi ed argille in strati da molto sottili a spessi. Le alternanze sabbioso-limose sono in strati sottili e medi organizzati in sequenze con gradazione positiva o negativo-positiva, le argille sono in strati da medi, a molto spessi, spesso bioturbati e non sono visibili la stratificazione e le strutture sedimentarie. Al tetto delle sequenze positive sono spesso presenti accumuli di sostanza organica o paleosuoli. Depositi non differenziati a causa dei processi di erosione, bioturbazione, seppellimento parziale e pedogenesi che hanno modificato le tessiture e le forme originarie e non hanno consentito di distinguere i depositi di argine da quelli di piana inondabile. Localmente sono inclusi depositi grossolani di canale fluviale.

#### *2.2.1.1.2 AES7 - Subsintema di Villa Verucchio*

Il subsintema è suddiviso, su base morfologica e pedostratigrafica, in due unità di spessore variabile da alcuni metri ad alcune decine di metri. Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico, mentre il contatto di base è erosivo e discordante su AES2, AES3, CMZ, ATS e BDG. Lo spessore massimo è di 30 m circa.

#### AES7b - Unità di Vignola

L'AES7b affiora prevalentemente nella parte Ovest del Comune di Alseno; Alseno stessa giace sulla sua superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico. L'unità è composta da Ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Il profilo di alterazione presenta uno spessore fino ad 1.5-2.0 m ed è di tipo A/Bw/BC/C e A/Bt/Bck/C. I depositi sono attribuibili ai sistemi idrografici dei torrenti Arda, Ongina e Stirone. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 15 m.

#### AES7a - Unità di Niviano

Gli affioramenti dell'unità AES7a sono arealmente limitati e si trovano nella zona ovest del comune di Alseno; in particolare sulla sua superficie deposizionale relitta giace l'abitato di S.Rocchino e parte della strada provinciale che da S.Rocchino porta a Castell'Arquato.

L'unità è composta da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. Limi e limi sabbiosi con intercalazioni di ghiaie e sabbie: depositi di interconoide. Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto, raggiunge i 4-5 m di profondità ed è di tipo



Btb/Btgb/BCb/Ckb sulle litofacies grossolane e di tipo A/Bw/Bkss e A/Bw/Btc/Bg sulle litofacies fini. L'unità presenta una copertura fine, composita e discontinua, di spessore fino a 2 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri. I depositi sono attribuibili al t. Arda. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di poche decine di metri.

#### 2.2.1.1.3 AES3 - Subsistema di Agazzano

L'areale in cui affiora l'AES3 è decisamente più esteso rispetto a quello dell'AES7a e si trova prevalentemente nella parte sud ed orientale del comune di Alseno; in particolare sulla sua superficie deposizionale relitta giacciono da monte verso valle gli abitati di Cortina, Fellegara e Gasparini per la zona affiorante tra la Val d'Arda e la Valle Ongina e l'abitato di Castelnuovo Fogliani per la zona affiorante tra la Valle Ongina e la Valle dello Stirone.

L'unità è costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose di colore grigio-nocciola, giallo-rossastro all'alterazione (depositi di conoide alluvionale) e da depositi fini dati da limi stratificati, grigio-nocciola, giallo-ocracei all'alterazione, con subordinati livelli di ghiaie e sabbie (depositi di interconoide). I depositi intravallivi sono spesso terrazzati e incisi dai reticoli idrografici più recenti.

Il profilo di alterazione dell'unità è molto evoluto, raggiunge i 6-7 m di profondità ed è di tipo Btb/Btcb/BCb/Ckb/Cb sulle litofacies grossolane e di tipo A/Bw/Bkss sulle litofacies fini. L'unità presenta una copertura fine, composita, dello spessore massimo di 4 m, costituita da limi e limi argillosi giallastri contenenti manufatti del Paleolitico medio. Il suo profilo di alterazione è molto evoluto e di tipo A/E/Bt/Btc/Btb/Btcb/Btb/Btcb. Parte di tale copertura fine è interpretato come un deposito eolico (loess). Il contatto di base è erosivo e discordante sulle unità AES2 e sulle unità plio-pleistoceniche. I depositi sono attribuibili all'attività dei paleotorrenti Arda e Stirone. Lo spessore massimo di circa 25-30 metri e l'età è Pleistocene medio.

#### 2.2.1.2 Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI)

Nell'area del Foglio (181), il sintema affiora estesamente in sinistra Taro, a sud di Fidenza, e in particolare è magnificamente esposto nell'alveo del torrente Stirone. Si tratta di un'unità deposta in ambienti sedimentari di piana alluvionale, bacino interfluviale e conoide distale. E' costituita da depositi prevalentemente limosi e limoso argillosi, di colore tipicamente grigio azzurrognolo, nei quali si intercalano livelli ghiaiosi che, in corrispondenza dei paleo-apparati fluviali principali, possono diventare localmente preponderanti. Le litofacies fini si ritrovano solitamente in banchi, spessi alcuni metri, massivi o con stratificazione piano parallela debolmente espressa, intervallati da strati decimetrici più argillosi e di colore scuro. Sono frequenti i livelli ricchi in sostanza organica (prevalentemente frustoli carboniosi) e con presenza di macrofossili di ambiente continentale (gasteropodi a guscio sottile).

Il contatto di base con i depositi del Supersintema Quaternario Marino è netto o erosivo e discordante.

Lo spessore massimo di AEI è di 30-40 m circa in affioramento, fino ad oltre 160 m circa nel sottosuolo; AEI è stato attraversato e descritto nei seguenti sondaggi eseguiti dalla Regione Emilia-Romagna:

- PR181S1 tra -8.5 e -71 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S3 tra -22 e -74 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S5 tra -19 e -49 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S7 tra -152 e -166 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S9 tra -42.9 e -79.2 metri di profondità dal piano campagna
- PR181S11 tra -120 e -140 metri di profondità dal piano campagna

Non è stato fino ad ora possibile ottenere datazioni precise di questa unità: l'intervallo di tempo da essa coperto esce infatti abbondantemente dal campo di risoluzione delle analisi radiometriche con il C<sub>14</sub> e la taratura cronostratigrafica delle sequenze polliniche relativa alla Pianura Padana non è a tutt'oggi affidabile.

Tuttavia la base viene datata approssimativamente a 800.000 yr BP con riferimento agli studi di BUCHA et alii (1975) i quali individuarono nella sezione del T. Stirone il limite Matuyama–Brunhes pochi metri al di sopra della superficie di inconformità posta alla base dell'AEI. Inoltre, nella parte basale dell'unità affiorante nel T. Stirone è stato rinvenuto un esemplare di *Dicerorhinus hemitoeus*, databile intorno a 800.000 yr BP (CIGALA FULGOSI, 1976).

Età: Pleistocene inferiore – Pleistocene medio.

Il Sintema Emiliano-Romagnolo Inferiore (AEI) non affiora nel territorio del comune di Alseno, ma è presente nel sottosuolo.

### 2.2.2 *Supersintema del Quaternario Marino*

Stratigraficamente sottostante al Sintema Emiliano-Romagnolo affiora il Supersintema del Quaternario Marino. L'unità è costituita da depositi paralici e marini, giacenti al di sopra di una superficie di discontinuità regionale, cartografata in affioramento e presente nel sottosuolo del comune di Alseno. Al tetto l'unità è limitata da una superficie di discontinuità, localmente erosiva, marcata dal brusco avanzamento dei sistemi deposizionali e dalla diffusione dei depositi continentali. La presenza, all'interno dell'unità, di una importante superficie di discontinuità di ordine gerarchico inferiore consente la distinzione di due sintemi: il Sintema del Torrente Stirone ed il Sintema di Costamezzana. L'età è Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

#### 2.2.2.1 CMZ - Sintema di Costamezzana

Il CMZ affiora prevalentemente nella zona sud del comune di Alseno, in particolare i suoi depositi affiorano nella zona di Colle S. Giuseppe ove vengono incisi dai reticoli idrografici minori del rio S. Maria e rio Posticcio, inoltre affiora lungo i versanti meridionali della valle del t. Ongina, mentre verso Ovest sono individuabili lungo l'impluvio del rio Castellazzo e soprattutto lungo l'asta del rio Serra-Grattarolo. Sono ben visibili lungo l'impluvio del t. Stirone poco a valle di San Nicomede anche fuori comune.

L'unità è costituita da corpi metrici lenticolari di ghiaie, raramente gradate, amalgamate con matrice sabbiosa e clasti pelitici anche di grandi dimensioni (metrici), sabbie medie o fini ben selezionate con localmente sviluppo di stratificazione obliqua, laminazione piano-parallela, HCS. Intercalazioni lenticolari di ghiaie fini e medie in matrice sabbiosa. Argille e limi grigio-nerastri fossiliferi (presenza di pecten e cerastodermi lungo l'impluvio dei rio Posticcio e del rio S. Maria) e bioturbati, frustoli vegetali. Le facies sono interpretate come depositi di *fan-delta* e di ambienti marino-marginali e continentali. Il contatto basale è erosivo o netto e discordante su ATS e BDG. L'età è del Pleistocene inferiore e lo spessore è variabile da alcuni metri a qualche centinaio di metri.

#### 2.2.2.2 ATS - Sintema del Torrente Stirone

L'ATS affiora per areali limitati nella zona sud del comune di Alseno, inciso dai reticoli idrografici minori quali rio Marabotto, rio Posticcio, rio Acqua Puzza, nonché dal t. Ongina e dal t. Stirone.

L'unità è limitata alla base da un'importante superficie di discontinuità ed è costituita da corpi lenticolari metrici ghiaioso sabbiosi con stratificazione incrociata con base netta e spesso erosiva, con diffusi clay chips. Sono presenti strati sabbiosi, da tabulari a lenticolari con laminazioni piano-parallele, HCS ed accumuli bioclastici concentrati in livelli sottili. Sono presenti inoltre depositi sabbiosi e sabbioso-siltosi fossiliferi molto bioturbati e con laminazioni incrociate. Limi e limi sabbiosi contenenti frustoli vegetali e macrofossili. Le facies sono interpretate come depositi di *fan-delta* e di ambienti marino-marginali e continentali. Il contatto basale è erosivo o netto e discordante su BDG. Lo spessore è variabile e compreso tra i 50 e gli 80 m, spessore massimo nel sottosuolo circa 400m. L'età è attribuibile al Pliocene superiore - Pleistocene inf.

### 2.2.3 *Supersintema della Val D'Arda*

Stratigraficamente sottostante al Supersintema del Quaternario Marino è presente il Supersintema della Val D'Arda. Corrisponde alla parte superiore delle Argille di Lugagnano (attualmente definite Argille Azzurre) e alla Formazione di Castell'Arquato. La successione sedimentaria di questo supersintema registra la complessa evoluzione del margine appenninico in seguito alla frammentazione del bacino di avanfossa miocenica durante il Pliocene inferiore e l'attivazione di thrust che conducono alla formazione di un articolato sistema di bacini tipo piggy back. Il Supersintema della Val d'Arda è costituito da due sintemi: il Sistema di Badagnano e il Sistema del Torrente Chero, distinti sulla base di una superficie di discontinuità stratigrafica affiorante, caratterizzata da un netto contrasto di facies e localmente dalla troncatura erosiva del sintema inferiore. Lo spessore massimo in affioramento è di circa 300m, nel sottosuolo circa 600m. Nel Comune di Alseno affiora ed è presente solo il Sistema di Badagnano (BDG). L'età è Pliocene superiore - Pleistocene inferiore.

### 2.2.3.1 BDG - Il Sintema di Badagnano

L'unità di BDG affiora per areali limitati nella zona sud del comune di Alseno, inciso dai reticoli idraulici quali rio Marabotto, rio Posticcio, rio Acqua Puzza, dal t. Ongina e dal t. Stirone. Il sintema di Badagnano è costituito da depositi prevalentemente sabbiosi di fronte deltizio associati a depositi marino-marginali e da depositi di prodelta prevalentemente fini.

Questo sintema è limitato alla base da un'importante superficie di discontinuità, che si riconosce a scala regionale e che determina la troncatura erosiva delle unità sottostanti (subsintemi di Montezago e Monte Giogo).

Nelle zone in esame affiora la base del sintema, caratterizzata dalla presenza di un corpo calcarenitico; questa unità affiora per almeno 10-15 metri nella Valle Ongina ed è composta prevalentemente da calcareniti bioclastiche (sostanzialmente simili a quelle del Subsintema di Monte Giogo) a cui si intercalano livelli di argilliti e siltiti bioturbate.

Le calcareniti presentano un basso contenuto di matrice e sono spesso ben cementate; il contenuto fossilifero è ricco e sono diffusi resti di alghe, gasteropodi e bivalvi (soprattutto pectinidi come *Aequipecten scabrella*, *Amusium cristatum*, *Pecten flabelliformis*). Le calcareniti costituiscono corpi da 6 a 10 m di spessore con stratificazioni complesse, in cui predominano quelle incrociate a larga scala. L'assenza di facies di spiaggia suggerisce un ambiente di sedimentazione di *offshore* dominato da correnti. L'età è attribuibile al Pliocene Medio e Superiore.

### 2.2.4 Supersintema post evaporitico

Questa unità appoggia sui depositi sin-tettonici associati alla fase deformativa intra-messiniana, che mette fine nel dominio appenninico, ed anche nel resto dell'area mediterranea, alla deposizione delle evaporiti e provoca l'isolamento totale del Mediterraneo dall'Oceano Atlantico. Nelle zone più subsidenti e a maggior tasso di sedimentazione, questo supersintema può essere suddiviso in due unità separate da una discontinuità minore. L'unità inferiore è costituita dai depositi prevalentemente pelitico-arenitici di tipo torbiditico che ricoprono il complesso risedimentato del dominio umbromarchigiano-romagnolo (Sintema di Campore); questa unità è denominata Sintema di Noceto non affiorante nel territorio in esame. L'unità superiore, definita Sintema del Torrente Ongina poggia su una discontinuità erosiva di ordine minore che segna comunque la formazione di sistemi di drenaggio appenninici che scaricano in bacino depositi grossolani (conglomerati, arenarie) formando piccoli sistemi fluvio-deltizi. L'unità superiore nel complesso mostra in tutta l'avanfossa appenninica un'organizzazione ciclica molto evidente che si sovrappone ad un trend generalizzato di tipo trasgressivo, con onlap sui margini dei bacini e contro gli alti strutturali, legato probabilmente ad una fase di quiescenza tettonica; in questa unità si riconoscono tre unità litostratigrafiche: la Formazione a Colombacci, la Formazione di Vernasca e le Argille di Lugagnano (il nome "argille di Lugagnano" è stato ormai abbandonato a favore del nome "Argille Azzurre"). Il limite tra la Formazione di Vernasca e le Argille di Lugagnano corrisponde anche alla superficie che segna in tutto il Mediterraneo il ritorno brusco a condizioni marine relativamente profonde, evento che chiude la crisi di salinità messiniana e che marca il passaggio al Pliocene.

Il tetto del supersintema è costituito da una discontinuità di importanza regionale che nell'area in esame segna un deciso sollevamento del fronte appenninico. Presenta uno spessore massimo di 600-700 m in affioramento e di oltre 2000 m nel sottosuolo.

#### 2.2.4.1 Sintema del torrente Ongina

Unità costituita da depositi arenitico-siltosi di piattaforma, limitata alla base da una superficie di discontinuità che marca il tetto dei depositi caotici e dei depositi torbiditici del Messiniano, nelle porzioni più esterne della catena. In questo sintema si riconoscono tre unità litologiche: la Formazione a Colombacci, la Formazione di Vernasca e le Argille Azzurre (precedentemente definite all'interno del foglio 180 come "Argille di Lugagnano"); tali unità sono distinte sulla base delle associazioni di facies e separate, le ultime due, da una superficie di trasgressione riconoscibile a scala regionale.

Nelle Note illustrative della Carta Geologica del Foglio 181 viene riportato: "Nel Foglio 180 confinante, le porzioni media ed inferiore delle Argille di Lugagnano sono attribuite al Sintema del T. Ongina mentre la

porzione superiore è stata inclusa nel Subsistema di Montezago. Questa suddivisione si basa su dati di sottosuolo e su condizioni di affioramento che non hanno equivalenti nel Foglio 181, risulta difficile riconoscere i caratteri che peremetterebbero di operare le suddivisioni stratigrafiche con lo stesso criterio". In tal senso nel Foglio 181 le Argille di Lugagnano (LUG) sono una formazione facente parte della Successione post-evaporitica.

#### 2.2.4.1.1 Argille Azzurre (FAA) - Argille di Lugagnano (LUG)

L'unità affiora molto marginalmente nella zona sud-orientale del comune di Alseno lungo l'impluvio del rio Marabotto e del t. Stirone.

Le Argille Azzurre sono costituite da una monotona successione di argille marnose compatte grigio-azzurre, a frattura concoide, con rari livelli sabbioso-siltosi per lo più concentrati nella porzione basale della formazione e rari livelli siltosi in quella superiore. Il contenuto paleontologico è sempre molto abbondante; abbondanti sono anche i resti di frammenti vegetali lignitizzati e i livelli ad intensa bioturbazione. La stratificazione piano-parallela in genere è mal distinguibile. L'ambiente deposizionale ipotizzato era costituito da un bacino profondo a sedimentazione torbiditica ed emipelagica, probabilmente corrispondente al settore interno dell'avanfossa pliocenica del fronte appenninico. Le argille di Lugagnano presentano uno spessore massimo di circa 800 m. Il limite inferiore non affiora nel comune di Alseno.

Le determinazioni biostratigrafiche attribuiscono questa unità al Pliocene-Pleistocene inferiore, in accordo con le datazioni presenti in letteratura.

#### 2.2.5 Successione Epiligure

La successione epiligure si deposita originariamente in discordanza sulle unità Liguri, entro bacini episuturali dalla complessa architettura fisiografica. La sedimentazione inizia nell'Eocene medio e perdura, anche se con numerose interruzioni e conseguenti discontinuità stratigrafiche, fino al Miocene superiore; si tratta di una successione sin-orogena, in grado di registrare gli eventi tettonici che hanno interessato il substrato ligure durante l'orogenesi terziaria dell'Appennino. La successione è caratterizzata da un'estrema variabilità delle facies sedimentarie, le quali, insieme alla composizione del detrito arenitico, indicano un ambiente deposizionale confinato ed articolato, da relativamente profondo a piattaforma, sin tettonico, che migrava insieme al substrato ligure.

All'interno del comune di Alseno, nella zona sud-orientale della Successione Epiligure affiora unicamente la Formazione del Termina, descritta al paragrafo successivo.

##### 2.2.5.1 La formazione del Termina - TER

L'unità affiora in un piccolo lembo nella zona sud-orientale del comune di Alseno lungo l'asta del t. Stirone.

Le marne del Termina fanno parte della successione post fase Burdigaliana e si depongono in ambiente di piattaforma-scarpata. I litotipi principali sono marne e marne argillose di colore grigio. La stratificazione piano parallela, in genere poco evidente, è caratterizzata da strati da medi a spessi; non sono osservabili strutture sedimentarie interne di particolare rilievo, mentre si segnala una diffusa presenza di bioclasti e biosomi. Sono presenti intercalazioni di arenarie finissime e fini in strati sottili ed amalgamati e localmente ammassi circoscritti o stratiformi di calcari contenenti associazioni di molluschi di grandi dimensioni. Le determinazioni biostratigrafiche attribuiscono questa unità al Serravalliano sup.- Messiniano inf.

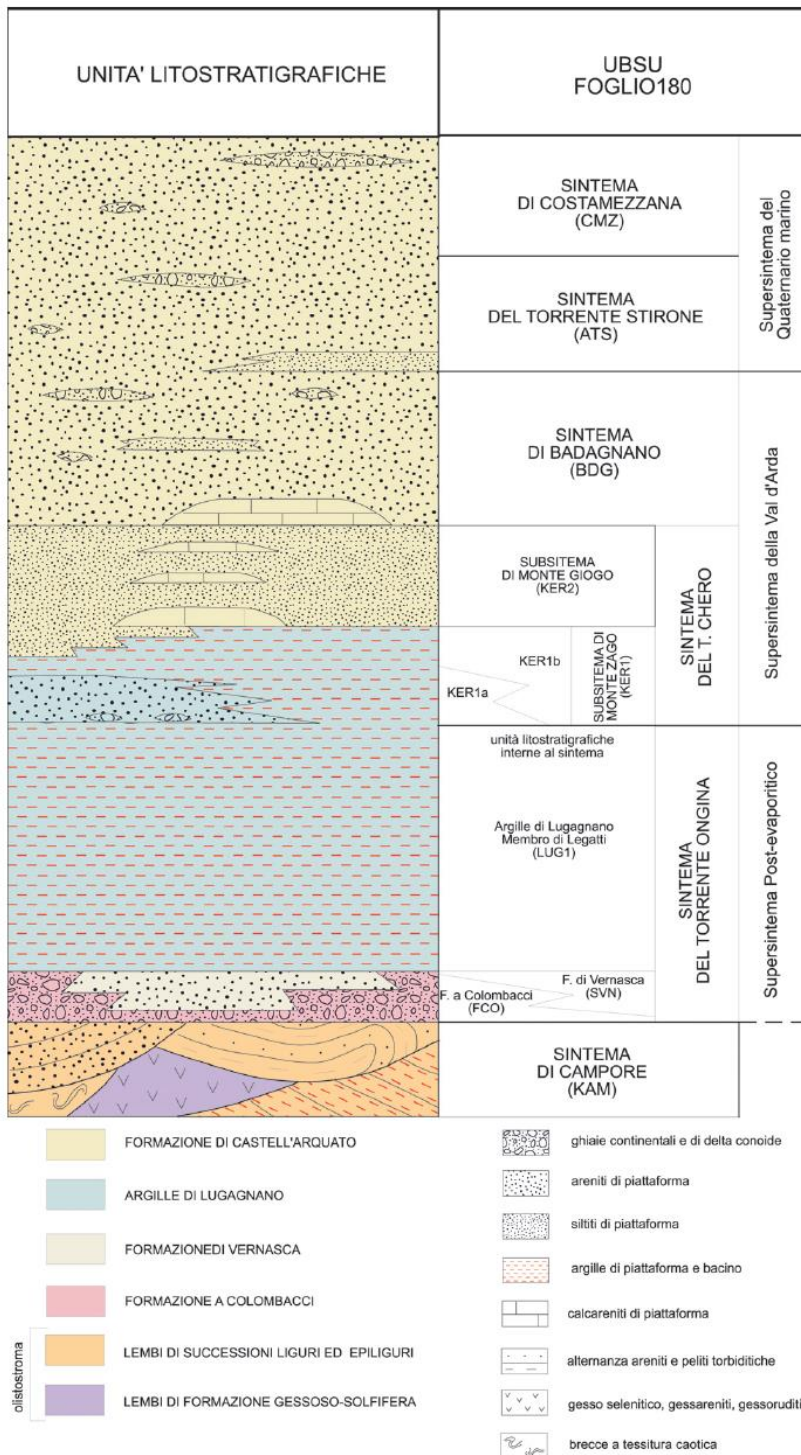


Figura 2.1. Schema di correlazione regionale tra le unità litostatigrafiche da letteratura ed UBSU utilizzate nel Foglio 180 della successione sedimentaria miocenica (post evaporitica, pliocenica ed del Pleistocene inferiore). Estratto da "Note illustrative della Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:50.000 – Foglio 180 Salsomaggiore Terme.

### 2.3 Assetto geomorfologico

Per rendere morfologicamente più leggibile il territorio si è suddiviso il comune in aree aventi aspetto morfologico ed evoluzione morfodinamica differente:

- Ambito morfologico della media pianura.
- Ambito morfologico dell'alta pianura.
- Ambito di pertinenza del torrente Arda.
- Ambito morfologico della bassa collina.
- Ambito morfologico della media collina.
- Area valliva e terrazzata del torrente Stirone.

Di seguito sono descritte le singole aree geografiche, nella figura seguente è riportata la delimitazione delle aree sopra descritte.

#### Ambito morfologico della media pianura

Interessa il settore settentrionale del comune ed è caratterizzato da tre aspetti morfologici: reticolo idrografico principale arginato, reticolo idrografico secondario non arginato di origine antropica (canali di bonifica) con densità di drenaggio elevata ed aree pianeggianti con pendenza < 1%.

I corsi d'acqua sono essenzialmente rettificati e limitati nella loro evoluzione dall'intervento umano. L'evoluzione morfologica avviene per un ruscellamento diffuso a bassa energia. La litologia di superficie è limo argillosa con presenza di orizzonti torbosi o comunque di argille organiche. Tra i 2.0 ed i 4.0 m di profondità si trovano localmente lenti di ghiaie come ad esempio nell'abitato di Chiaravalle della Colomba.

In tale ambito si sviluppa l'Autostrada del Sole A1 Milano-Roma e la linea ferroviaria ad A.V. Nell'ambito in esame ricade l'abitato di Chiaravalle della Colomba e, tra le altre, le località di Borio, Borrea, Cà Ongina I e II, Cascina Ongina, Il Castelletto. Si nota come nella zona centrale il limite meridionale dell'area geografica in esame sia posizionato più a nord in quanto le arginature del rio Grattarolo hanno inizio più a nord rispetto alle arginature del t. Ongina.

Tra le forme morfologiche attive riconoscibili si individuano aree depresse in pianura alluvionale con evidenza di una debole scarpata morfologica posta a nord di località Borio.

Tra le morfologie fossili si riconoscono tra l'altro i dossi fluviali. Sono presenti dossi ben conservati (area compresa tra la confluenza del rio Grattarolo nel t. Ongina e le località di Cà Ongina I e II) con piede pronunciato e dossi mal conservati (interessano parte dell'impluvio del rio Grattarolo, che risulta per alcuni tratti pensile rispetto alla piana esondabile e parte dell'abitato di Chiaravalle della Colomba – zona occidentale) e piede scarsamente riconoscibile. Queste forme stanno ad indicare una certa divagazione dei

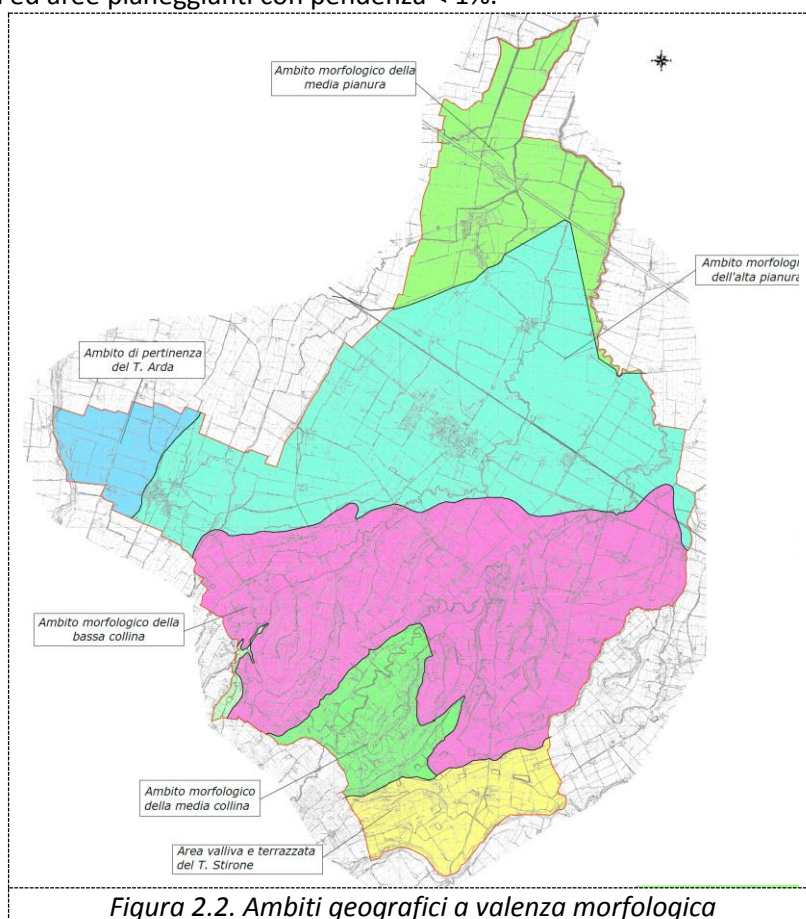


Figura 2.2. Ambiti geografici a valenza morfologica

corsi d'acqua in epoca storica e protostorica. Evidenza della divagazione dei torrenti in epoca storica è anche il gomito fluviale che il t. Ongina forma all'altezza di Cà Ongina I; tale gomito fluviale forma un angolo di poco superiore i 90° deviando il corso del t. Ongina che a monte defluisce in direzione NNE ed a valle del gomito ONO. Verso NE a valle del gomito fluviale ci sono evidenze di paleoalveo. La datazione della divagazione del torrente Ongina è post romana (medioevale – bibliografia). Altre forme morfologiche riconoscibili sono da imputare ad attività antropiche e costituite dalla creazione di un reticolo idrografico di bonifica in minima parte anche riconducibile alla centuriazione romana.

In ultima analisi si evidenzia la presenza in questo ambiente dei fontanili.

#### Ambito morfologico dell'alta pianura

Tale area è caratterizzata dalla presenza dei conoidi fossili dei t. Arda ed Ongina ed attualmente caratterizzata dai corsi d'acqua Ongina e Grattarolo che si presentano meadreggianti in una pianura alluvionale con assenza di arginatura. Gli alvei di morbida sono sovente incassati ed originano scarpate fluviali aventi altezza di 2.0-4.0 m. Il reticolo di drenaggio secondario è ancora fortemente sagomato dall'intervento antropico con la presenza di una rete minuta di canali di irrigazione. Presenta pendenza della superficie topografica (coincidenti con la paleosuperficie dei conoidi) variabile da 0.8 % a 1.1%. La litologia di superficie è essenzialmente limo-argillosa, il tetto del primo orizzonte di ghiaie (anche se discontinuo) è posto a profondità generalmente maggiori di 5.0 m (solo nei pressi dell'abitato di Lusurasco la soggiacenza del tetto delle ghiaie è generalmente minore di 5.0 m).

Tale ambito è anche caratterizzato dalla presenza dell'abitato di Alseno e delle località di Lusurasco, Saliceto, Stazione di Alseno; risulta quindi essere il più popolato ed è interessato da una importante rete viaria (SS9 Via Emilia, S.P. di Genova) e dalla linea ferroviaria Milano-Bologna.

Come già evidenziato, gli elementi caratterizzanti di tale ambito sono i conoidi dei torrente Arda ed Ongina; i conoidi presenti all'interno del territorio comunale sono considerati non attivi in quanto non possono essere riattivati dalle cause originali che li hanno generati. Di seguito si riporta una sintetica descrizione dei conoidi principali:

**Il Conoide del t. Arda.** Una parte consistente del territorio comunale è interessata dal conoide del t. Arda. Il vertice di tale conoide è ubicato nel Comune di Castell'Arquato, l'unghia (porzione terminale dello stesso) nel Comune di Alseno e nel Comune di Fiorenzuola. E' delimitato ad oriente da un terrazzo più antico del t. Ongina. Il capoluogo e l'abitato di Lusurasco sorgono sopra tale forma. La pendenza della paleosuperficie (coincidente con la superficie topografica) immerge verso NNE con pendenza che diminuisce da sud a nord: nei pressi dell'abitato di Lusurasco la pendenza è di circa 1.1%, la parte a monte di Alseno è di 1.05%, mentre la parte a valle di Alseno è pari all'1.0%. Le stratigrafie del data base comunale evidenziano la presenza di più orizzonti ghiaia (serbatoi acquiferi) delimitati da acquitardi essenzialmente argillo-limosi.

**Il Conoide del t. Ongina.** Tale conoide risulta poco riconoscibile dal punto di vista geometrico e sembra incerto il suo reale limite. E' in effetti probabile che piuttosto che un conoide in s.s. la zona sia costituita da una piana alluvionale terrazzata. In tale zona è situata la località della Stazione di Alseno e di S. Maria Maddalena (parte del conoide, sul quale sorge una porzione dell'abitato di Castelnuovo Fogliani, è ubicato nell'ambito di bassa collina). La pendenza della paleosuperficie è piuttosto costante e pari a 0.8%. Le stratigrafie evidenziano la presenza di orizzonti discontinui di ghiaia relativamente superficiale nei depositi recenti (depositi Ongina). L'assetto morfoidraulico del t. Ongina evidenzia la presenza di meandri attivi, tagli di meandri (poco a sud del ponte della FS sul torrente), meandri abbandonati (nei pressi della via Emilia); sono anche presenti terrazzi erosivi ribassati rispetto alla pianura alluvionale giudicati riattivabili.

#### Ambito di pertinenza del torrente Arda

Tale porzione di territorio è essenzialmente caratterizzata dalla presenza dell'alveo del t. Arda e da una serie di scarpate prodotte nell'olocene.

A tal proposito si evidenzia come siano presenti 4 ordini di scarpata interni al deposito olocenico. Il terrazzo più antico coincide con l'area su cui sorge Lusurasco, il secondo terrazzo si sviluppa poco ad ovest di Lusurasco. Poco ad est dell'alveo del t. Arda si sviluppa una piccola scarpata che separa il terrazzo AES8 dal terrazzo AES8a (deposito databile post IV-VII secolo d.C.). Avvicinandoci al t. Arda si evidenzia attualmente una fase di incisione dei depositi AES8a. L'alveo del torrente ha una direzione di deflusso S-N; la litologia

superficiale del sito evidenzia come l'area è caratterizzata da ghiaie eterometriche affioranti o subaffioranti. Il suolo è poco evoluto e di scarsa profondità.

Tra le altre forme presenti si segnala: poco a monte del limite comunale il t. Arda presenta un gomito fluviale con traccia di paleoalveo in destra idrografica con direzione ENE. La bibliografia segnala tale deviazione avvenuta nel II secolo d.C.

#### Ambito morfologico della bassa collina

Tale area si sviluppa nella porzione centro meridionale del comune ed è caratterizzata dalla presenza dei due terrazzi AES3 (rissiani in bibliografia) sui quale sorgono gli abitati di Castelnuovo Fogliani, Cortina, Fellegara ed i Gasparini. Tali terrazzi sono elevati rispetto alla pianura di circa 8.0-12.0 m. L'ambito è anche caratterizzato dalla presenza delle valli del t. Ongina e del rio Grattarolo-S. Franca. Caratteristica saliente è che i terrazzi sono incastrati e che i corsi d'acqua minori hanno formato numerose vallecole a V con fondo in erosione. Le superfici di spianamento dei due terrazzi AES3 (coincidenti con la superficie topografica e la paleosuperficie deposizionale) hanno pendenze comprese tra 2% (terrazzo di Castelnuovo F.) e 2.5% (terrazzo di Cortina-Gasparini). La litologia di superficie è essenzialmente costituita da limi e limi argillosi. Localmente le ripide valli incise portano in affioramento le ghiaie del terrazzo AES3 (scarpata di Castelnuovo F. lungo gli impluvi del rio Razzina e del rio Zoccarella), solo nei casi del rio Castellazzo e del rio Serra vengono incise le sabbie marine sottostanti l'AES3 (terrazzo sospeso).

Per meglio descrivere tale ambito si differiscono due territori: il territorio di Castelnuovo Fogliani ed il territorio di Cortina e Gasparini.

Il territorio di Castelnuovo Fogliani è suddivisibile in due aree aventi dinamiche di modellazioni anche differenti. L'elemento idraulico più evidente è rappresentato dal t. Ongina che origina una piana alluvionale (*prima area*) costituita dai depositi AES7 e AES8. Questo corso d'acqua si presenta meandreggiante tra la località del Colle di S. Giuseppe e la linea ferroviaria (FS); ha un andamento SW-NE fino alla via Emilia dopo di che devia verso NW evidenziando un gomito di importate deviazione fluviale. Verso NE sono comunque presenti testimonianze del t. Ongina rappresentate da paleoalvei rilevati (dossi mal conservati) e da un canale di esondazione. Il torrente è delimitato ad est dal terrazzo rissiano elevato sopra la pianura di circa 10/20 m con scarpate fluviali localmente instabili per erosione al piede da parte del corso d'acqua (frana di crollo in Castelnuovo F.). Come peculiarità nell'area in esame, si segnalano un taglio di meandro ed un meandro abbandonato riutilizzato come lago presente all'interno del parco del castello di Castelnuovo Fogliani. L'asta torrentizia dell'Ongina è anche caratterizzata da una serie di terrazzi recenti che periodicamente e non contestualmente sono riattivati e soggetti ad esondazione. Lungo l'impluvio sono anche visibili le ghiaie dell'AES8 che affiorano tra l'altro nei pressi del ponte sulla provinciale per Salsomaggiore Terme.

La *seconda area* è rappresentata dal terrazzo rissiano (AES3). Il terrazzo di origine fluviale è granulometricamente costituito da ghiaie parzialmente cementate ricoperte da un deposito a granulometria fine (limo-argillosa). Il terrazzo rissiano è solcato da una serie di rii che formano vallecole a "V" in erosione. Principalmente i rii in esame sono: il rio Posticcio (ad ovest dell'abitato) - alimentato da sorgenti captate e non; ed il rio Rivazza (ad est dell'abitato). A Castelnuovo il rio Posticcio presenta una valle a V asimmetrica, con lato più ripido rappresentato dal versante orientale. Sono presenti alcuni fenomeni di soliflusso e ruscellamento; censite anche frane attive. Il rio Rivazza presenta un dedalo di rii minori le cui valli sono tipicamente a V simmetrica. Lungo lo sviluppo della valle affiorano o sono subaffioranti le ghiaie dell'AES3. Tra i rii minori si segnala il rio Castelnuovo che attraversa l'omonimo paese e si trova prevalentemente tombato e antropizzato.

Il limite orientale di tale territorio è caratterizzato dalla presenza della valle del rio Piacentino. L'impluvio di tale rio materializza per lunghi tratti il limite comunale e provinciale. La valle si presenta a V asimmetrica con versante più lungo e meno acclive costituito dalla sponda sinistra (piacentina). Sono presenti fenomeni di ruscellamento e soliflusso lungo i versanti.



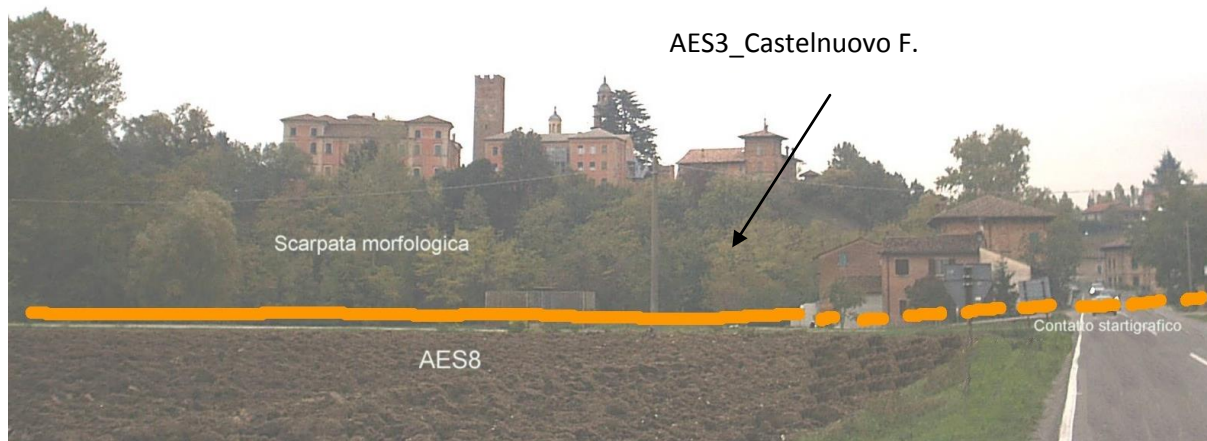


Figura 2.3 Vista del terrazzo "rissiano" (AES3) di Castelnuovo F.

Il territorio di Cortina e Gasparini è suddivisibile in due aree aventi dinamiche di modellazioni differenti. Gli elementi idraulici più evidenti sono il rio Grattarolo ed il suo affluente rio Santa Franca. Essi originano due valli alluvionali che confluiscono presso le località Colombara Zoccarella piccola a formare un'unica valle alluvionale costituita dai depositi dell'AES8. Tali corsi d'acqua si presentano in prevalente erosione e localmente meandreggiano all'interno dei propri depositi. Sono valli relativamente strette con versanti piuttosto ripidi; localmente sono presenti fenomeni di soliflusso e piccole frane attive. Nella zona di Cortina, sponda destra del rio S. Franca, sono presenti due depositi superficiali a forma di cono che possono essere catalogati come conoidi di origine poligenetica (ruscellamento, falda, frana). Altro piccolo conoide è presente in sponda sinistra, l'origine è probabilmente da imputare al ruscellamento. Poco a valle della confluenza con il rio Zoccarella, il rio Grattarolo produce un'area alluvionale la cui forma sembra far ipotizzare la presenza di un conoide fossile. Tale conoide presenta una pendenza di circa 1.0% ed è prevalentemente costituito da depositi fini che coprono le subaffioranti ghiaie AES3 presenti a Villa S. Martina. Tale conoide è attualmente eroso dal rio Grattarolo che forma scarpate fluviali attive e terrazzi esondabili.

L'area alta del territorio di Cortina-Gasparini è rappresentata dal terrazzo fluviale AES3 su cui sorgono i due abitati e dal terrazzo AES7a su cui sorge San Rocchino. Il terrazzo AES3 è solcato da numerosi rii (rio Cognolo, rio Zoccarella, rio Castellazzo e rio Serra) tutti con andamento circa sud nord a costituire una serie di valli a V con fondo in erosione. Particolare rilevanza in questo sistema la riveste il rio Castellazzo, per la peculiarità che ha di portare in affioramento e subaffioramento le sabbie marine del CMZ sottostanti. Inoltre la valle è profondamente incisa con presenza di fenomeni di soliflusso e con scarpate in degradazione; sono anche presenti piccole frane attive e piccoli conoidi di origine poligenetica. Lungo la valle che si crea sono anche presenti depositi alluvionali intervallivi essenzialmente fini o comunque mal classificati.

#### Ambito morfologico della media collina

Tale fascia è caratterizzata dalla presenza dei depositi marini e dei terrazzi AES3 sospesi (separati dall'alveo del t. Ongina e degli affluenti da versanti lungo i quali affiorano i depositi marini). Tale ambito è suddivisibile in una prima e più vasta area caratterizzata dalla porzione meridionale del t. Ongina e del rio Posticcio (località Colle S. Giuseppe) ed una e più ridotta zona rappresentata dal rio Serra e dall'asta del rio Grattarolo-Puzza presenti nei pressi di Fellegara.

Il territorio collinare di San Giuseppe è suddivisibile in tre aree aventi dinamiche evolutive alquanto differenti. L'elemento idraulico più evidente è rappresentato dal t. Ongina, che anche in questa zona origina una valle alluvionale piuttosto stretta a forma concava (**area inferiore**). Questo corso d'acqua si presenta meandreggiante ed ha un andamento SW-NE. Si presenta essenzialmente in erosione e solo localmente deposita sui terrazzi riattivabili.

Il torrente incide sia i propri depositi alluvionali recenti che le unità geologiche presenti portando in affioramento le formazioni plio-pleistoceniche.

**L'area di monte** è rappresentata dal terrazzo "rissiano" (AES3): tale terrazzo, di origine fluviale, è nell'area in esame sospeso e separato dai depositi terrazzati alluvionali del t. Ongina da una scarpata morfologica con pendenza media superiore a 10° (tale scarpata rappresenta l'**area di mezzo**) ove affiorano le unità marine e marino-continentali più antiche. Il terrazzo ha una pendenza di circa 2% (corrispondente a 1°10'); nell'area esso sovente costituisce il crinale ed è un relitto non ancora completamente eroso. **L'area di mezzo** è caratterizzata da versanti con pendenze differenti (maggiori verso il crinale) a testimoniare e registrare le più recenti fasi tettoniche. Questi versanti sono frequentemente soggetti a fenomeni di instabilità (frane e soliflussi) e di ruscellamento. Sovente i prodotti del ruscellamento sono depositi fini e mal classati (colluviali). I versanti di raccordo tra il terrazzo rissiano ed i depositi recenti del t. Ongina sono caratterizzati da pendenze medie discrete (valore medio 11°; 19.5%) con valori massimi nelle porzioni di scarpate di degradazione e di frana superiore ai 40°.

Particolare importanza in questo ambiente si riserva alla valle del rio Santa Maria e all'alta valle del il rio Posticcio per la loro conservazione naturale o rinaturalizzazione spontanea avvenuta nel post guerra; in tali aree sono affioranti le sabbie del CMZ con presenza di grandi quantità di fossili. Entrambe queste valli sono valli a V che nell'area sono piuttosto simmetriche con fondo in forte erosione. I versanti sono ripidi ed interessati da numerose frane e da fenomeni di soliflusso; numerose sono anche le scarpate in degradazione che sovente spezzano il versante.

Il territorio collinare di Fellegara è caratterizzato dalla presenza dei depositi marini (sabbie CMZ) lungo il fondovalle ed i versanti del rio Fellegara e del rio Grattarolo. Il rio Acqua Puzza cambia il nome in rio Grattarolo poco a valle della confluenza con il rio Fellegara. Questo rio si presenta in erosione con valle a V; sono presenti diverse frane lungo i versanti.

#### Area valliva e terrazzata del torrente Stirone

Questa zona interessa il settore posto a sud-est del territorio comunale. Esso è caratterizzato dalla presenza del t. Stirone che si sviluppa con andamento sinuoso da ovest-sudovest ad est-nordest. Il corso d'acqua si presenta in forte erosione di fondo e, relativamente meno evidente, di sponda. L'erosione ha portato in affioramento il substrato "roccioso"; nell'area il substrato è rappresentato dai depositi marini; da ovest ad est sono riconoscibili: Marne del T. Termina, Argille di Luganano, Arenarie (sabbie) di Caltell'Arquato, Argille del T. Stirone, sabbie del Sintema di Costamezzana (ultimo ciclo marino). La successione plio-pleistocenica affiorante lungo l'asta del t. Stirone è molto analizzata e studiata in letteratura (per maggiori dettagli si rinvia alla consultazione dei testi specifici). Nell'area sono anche presenti numerosi livelli fossiliferi a costituire un vero e proprio museo all'aperto rappresentando un unicum nel panorama geologico locale.

Per quanto riguarda una descrizione morfologica di dettaglio si evidenzia la presenza di cinque ordini di terrazzi: Alveo attuale con scarpata recente (50-60 anni) in evoluzione; Terrazzo fase AES8a; Terrazzo fase AES8; Terrazzo fase AES7; Terrazzo fase AES3. Tali terrazzi sono separati da 4 scarpate fluviali di erosione di cui solo quella prodotta dall'alveo attuale è attiva. Le scarpate che separano le fasi AES3/AES7 ed AES7/AES8 hanno un andamento piuttosto lineare con direzione sudovest-nordest; sono ben conservate e solo la scarpata AES3 è incisa dal rio Marabotto. Le scarpate più recenti, relative alle fasi AES8/AES8a, AES8a/Alveo hanno un andamento più sinuoso ed irregolare; nel settore più occidentale tendono a sovrapporsi. Si segnala come nella porzione orientale dell'area poco oltre il limite comunale non sia più distinguibile la fase deposizionale riferibile all'AES7.

Lo spartiacque tra il bacino del t. Stirone ed il bacino del t. Ongina è rappresentato dal terrazzo AES3; la planimetria evidenzia come questo crinale si sviluppi parallelamente alle scarpate AES3/AES7 ed AES7/AES8 fino alla località Baitanella dove poi ruota in senso antiorario.

Tra gli elementi peculiari si segnala la presenza del sito archeologico della Montata dell'Orto.

## 2.4 Idrogeologia

La storia tettonica e deposizionale del bacino padano ha influenzato le caratteristiche e l'architettura dei Gruppi Acquiferi. (R.E.R., ENI-AGIP, 1998<sup>2</sup>)

Il Gruppo più superficiale viene attualmente sfruttato intensamente, il Gruppo B ha importanza solo locale mentre l'acquifero più profondo è raramente sfruttato a causa della imponente copertura superficiale; la successione sedimentaria padana interessata dagli acquiferi potabili è plio-quadernaria ed ha carattere regressivo con alla base sabbie e peliti torbiditiche seguite da un prisma sedimentario fluviale e fluvio-glaciale ricoperto da depositi continentali.

Dal punto di vista gerarchico sono stati distinti tre Sequenze Principali (Supersintemi):

1. Supersintema del Pliocene medio-superiore;
2. Supersintema del Quaternario marino;
3. Supersintema Emiliano-Romagnolo

L'organizzazione verticale delle porzioni deposizionali (facies) rivela una alternanza ciclica di corpi sedimentari a granulometria prevalentemente fine con corpi sedimentari a granulometria prevalentemente grossolana che presentano talvolta, ad un grado minore, la medesima organizzazione interna. Queste unità, aventi un ciclo genetico di 40-100.000 anni, sono definite come Sequenze Deposizionali Elementari.

Le Sequenze Deposizionali Elementari possono essere sede di falda acquifera dolce, salata o salmastra e rappresentano i "mattoni" coi quali costruire il Bacino Idrogeologico della Pianura Emiliano-Romagnola (BIPER).

La base dell'accumulo dell'acqua utilizzabile a scopi antropici, nota tramite alcuni sondaggi profondi, coincide col limite profondo tra acqua dolce e salmastra mentre la base del serbatoio, definita Acquitardo Basale, è l'insieme delle Unità complessivamente impermeabili e, principalmente nel territorio comunale, costituito dalla formazione Plio-pleistocenica delle Argille azzurre di Lugagnano.

L'insieme dei sedimenti, già organizzati in Sequenze Deposizionali, costituenti il serbatoio padano, secondo R.E.R.-ENI-AGIP (1998) è compartimentato in Unità Idrostratigrafiche-Sequenziali (UIS): un insieme di depositi con caratteri idrologici omogenei o distribuiti in modo da permettere una divisione interna in acquiferi, caratterizzati da depositi grossolani con alla base una facies fine scarsamente o per nulla permeabile (rispettivamente acquitardo o acquicludo); arealmente, tale unità, si presenta continua e interessata, ad esclusione delle aree di ricarica, da flussi idrici interni confinati. Nelle aree di ricarica avvengono scambi con l'ambiente esterno e quindi flussi anche verticali.

Ogni Unità Idrostratigrafica-Sequenziale può essere considerata idraulicamente isolata da quelle adiacenti cosicché il livello piezometrico misurato in un pozzo attestato su questa UIS può risultare diverso dal livello misurato, nella stessa posizione geografica, in pozzi interessanti le altre Unità.

Allo stato attuale delle conoscenze i tre Gruppi Acquiferi riconosciuti nel sottosuolo sono costituiti complessivamente da tredici UIS denominati Complessi Acquiferi, gerarchicamente inferiori ai precedenti per differenze di volume complessivo utile e per caratteristiche geometriche del proprio livello acquitardo o acquicludo basale.

La base di ogni Gruppo Acquifero affiora a tratti sul Margine Appenninico Padano; nel territorio del Comune di Alseno affiorano prevalentemente il Gruppo Acquifero A ma anche in aree limitate, in corrispondenza degli impluvi nella zona meridionale il gruppo acquifero C.

In generale gli acquiferi sono distinti in una zona di ricarica ed un serbatoio: la zona di ricarica diretta è la porzione di superficie topografica in cui avviene l'alimentazione del serbatoio stesso, a forte componente verticale e proveniente dalla superficie; le porzioni affioranti dei Gruppi Acquiferi costituiscono l'area di ricarica idrometeorica degli acquiferi stessi e sono perciò da salvaguardare con attenzione poiché naturalmente esposte e vulnerabili agli inquinamenti.

<sup>2</sup> REGIONE EMILIA-ROMAGNA & ENI-AGIP (1998) - *Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna. A cura di G. Di Dio. S.EL.CA., Firenze, 120 pp..*

## 2.5 Le unità idrostratigrafiche del Comune di Alseno

Di seguito è riportata uno schema che correla le unità geologiche affioranti nel comune ed i relativi complessi acquiferi.

Unità Idrostratigrafiche		Unità Geologiche	
Gruppo Acquifero	Complesso Acquifero		
A	Acquifero superficiale (A0)	AES8/AES8a	
	A1	AES7	
	A2	AES3	
	A3	Complessi Acquiferi non affioranti nel comune di Alseno	
A4			
B	B1		
	B2		
	B3		
	B4		
C	C1		
	C2		
	C3		CMZ
	C4		BAD

Figura 2.4. Schema di correlazione tra Unità Geologiche e Unità Idrostratigrafiche

### 2.5.1 Gruppi Acquiferi

Una **Unità Idrostratigrafica-Sequenziale (UIS)** è costituita da una o più Sequenze Deposizionali ed è comprensiva di un livello geologico basale, scarsamente permeabile (acquitardo) o impermeabile (acquicludo), arealmente continuo (AGIP-RER,1998).

All'interno del Comune di Alseno affiorano due Unità Idrostratigrafiche principali denominate **Gruppi Acquiferi A e C**, così definite nel lavoro *“Riserve Idriche Sotterranee della Regione Emilia-Romagna”*, che si immergono verso Nord al di sotto dei sedimenti depositi dai reticoli fluviali dei torrenti Arda, Ongina e Stirone negli ultimi 20.000 anni e contenenti acquiferi di scarsa estensione e potenzialità (Acquifero Superficiale).

All'interno dei Gruppi Acquiferi **A e C** sono state distinte **UIS** di rango gerarchico inferiore denominate **Complessi Acquiferi** che coincidono con le Unità Geologiche cartografate in affioramento e seguite nel sottosuolo.

Alla base del Gruppo Acquifero **C** è presente l'Unità Geologica Argille di Lugagnano (**LUG**); da un punto di vista idrogeologico le **LUG** fungono da acquicludo basale per il Gruppo Acquifero **C**. Di seguito la descrizione delle diverse unità.

### 2.5.2 Complesso Acquifero C4

Il Complesso Acquifero **C4**, cronostratigraficamente più antico (Plioc.sup.) coincide con l'Unità Geologica denominata Sintema di Badagnano (**BDG**); il **C4**, affiora per areali limitati nella zona sud del comune di Alseno, ma già nei pressi di Castelnuovo Fogliani raggiunge profondità di 300-400m da p.c, per arrivare a Nord della via Emilia a profondità di 800-900m; il **C4** è quindi un acquifero in pressione e di notevole profondità per la quasi totalità del Comune di Alseno. Oltretutto ha uno scambio scarso, in termini di flussi idrici, con gli altri complessi acquiferi in quanto ha alla base le Argille di Lugagnano che fungono da acquicludo e l'Unità geologica **ATS** al tetto, che essendo costituita prevalentemente da facies limose e limoso-sabbiose, funge da acquitardo.

Il C4 costituisce la parte terminale del bacino sulfureo delle Terme di Bacedasco (Comuni di Castell'Arquato, Vernasca ed Alseno); infatti le sorgenti sulfuree si trovano proprio all'interno dell'unità geologica Sintema di Badagnano che nel Comune di Alseno ha spessori che progressivamente diminuiscono verso est. Nei rari pozzi perforati in tale unità (zona collinare) è sempre stata reperita acqua con elevati contenuti di solfuri.

### 2.5.3 *Complesso Acquifero C3*

Il Complesso Acquifero C3 coincide con l'Unità Geologica denominata Sintema di Costamezzana (**CMZ**) deposta durante il Pleistocene inf. Il C3 affiora prevalentemente nella zona sud del comune di Alseno, in particolare i suoi depositi affiorano nella zona di Colle S.Giuseppe e vengono incisi dai reticoli idrografici minori quali ad esempio rio S.Maria e rio Posticcio e anche dal t.Ongina, per poi scomparire quasi del tutto verso ovest.

Il **C3** è caratterizzato da un serbatoio acquifero composto da sabbie medio-fini ben cernite aventi una notevole estensione areale, con una zona affiorante di ricarica relativamente estesa; vista la sua giacitura il C3 si trova a profondità di circa 70/100m da p.c. nella zona di Castelnuovo Fogliani, per poi raggiungere profondità notevoli (300-400m) ad Alseno e di 500-600m a Nord della via Emilia. Al suo interno il C3 può essere suddiviso in due serbatoi acquiferi idraulicamente indipendenti, rispettivamente dal più antico al più recente, C3a e C3b. In particolare il C3b è composto anche da livelli ghiaiosi, al contrario del C3a che è composto quasi esclusivamente da sabbie medio-fini.

In condizioni di affioramento il C3 può essere direttamente in contatto con l'Unità geologica sovrastante AES3 (complesso acquifero A2), ma nel sottosuolo, verso N, i due complessi acquiferi sono separati da un livello prevalentemente argilloso, spesso diverse decine di metri, che funge da acquitardo, rendendo il C3 idraulicamente confinato.

### 2.5.4 *Complesso Acquifero A2*

Il complesso acquifero A2 coincide con l'unità geologica Subsintema di Agazzano (AES3) e, visti gli areali in cui affiora, presenta un'ampia zona di ricarica diretta, anche se al tetto è spesso costituito da alcuni metri di sedimenti fini; l'A2 è composto da livelli ghiaiosi aventi una discreta estensione areale e di spessore variabile. Vista la sua giacitura immerge al di sotto del complesso acquifero A1 e può raggiungere profondità di 30-40m ad Alseno.

Nel sottosuolo, per areali molto limitati, l'A2 può essere idraulicamente in contatto con il complesso acquifero sovrastante A1, provocando o no, a seconda della pressione idraulica propria dei due acquiferi una miscelazione delle acque.

### 2.5.5 *Complesso Acquifero A1*

Il complesso acquifero A1 coincide con l'unità geologica denominata Subsintema di Villa Verucchio (**AES7**). L'A1 può essere suddiviso in due acquiferi idraulicamente indipendenti A1a e A1b. L'A1a affiora principalmente nella zona sud-ovest del Comune di Alseno. L'A1b affiora grosso modo nella zona di pianura sia a Nord che a Sud della via Emilia; in particolare i corpi ghiaiosi all'interno dell'A1b sviluppano un tetto ghiaie relativamente omogeneo ed arealmente ben distribuito; in particolare andando verso Sud il tetto ghiaie diventa sub-affiorante, mentre nei pressi di Alseno raggiunge profondità di 8-10 m, e a Nord della via Emilia può arrivare a profondità da p.c. di 15-20m sovrastato dai depositi fini limoso-argillosi del complesso Acquifero superficiale A0. A Sud e nelle aree intravallive è possibile che l'A1 sia idraulicamente in contatto, causa contatto erosivo e discordante, con i complessi acquiferi C3 e A2.

### 2.5.6 *Complesso Acquifero superficiale (A0)*

Il complesso acquifero superficiale A0 coincide con l'unità geologica Subsintema di Ravenna (**AES8**) e con l'unità di Modena (**AES8a**); essenzialmente esso, mantenendosi sempre affiorante o sub-affiorante, coincide con l'acquifero freatico. I corpi ghiaiosi che lo caratterizzano sono molto discontinui e di spessori modesti, costituendo così serbatoi acquiferi lenticolari ed idraulicamente isolati sia tra di loro che con il complesso acquifero sottostante A1.

### 3 DEFINIZIONE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE E DEGLI EVENTI DI RIFERIMENTO

Il territorio del comune di Alseno (PC) è inserito in un contesto sismo-tettonico caratteristico del margine appenninico-padano e della pianura padano-emiliana. Il margine appenninico rappresenta la zona di transizione tra il limite morfologico dell'Appennino e la Pianura Padana ed in tale fascia, nell'area comunale, sono affioranti o subaffioranti le "Argille azzurre di Lugagnano", le "Marne del Termina", le "Sabbie di Castell'Arquato" ed i depositi marino marginali delle unità del t. Stirone e di Costamezzana oltre ai depositi terrazzati appartenenti al Supersistema Emiliano-Romagnolo.

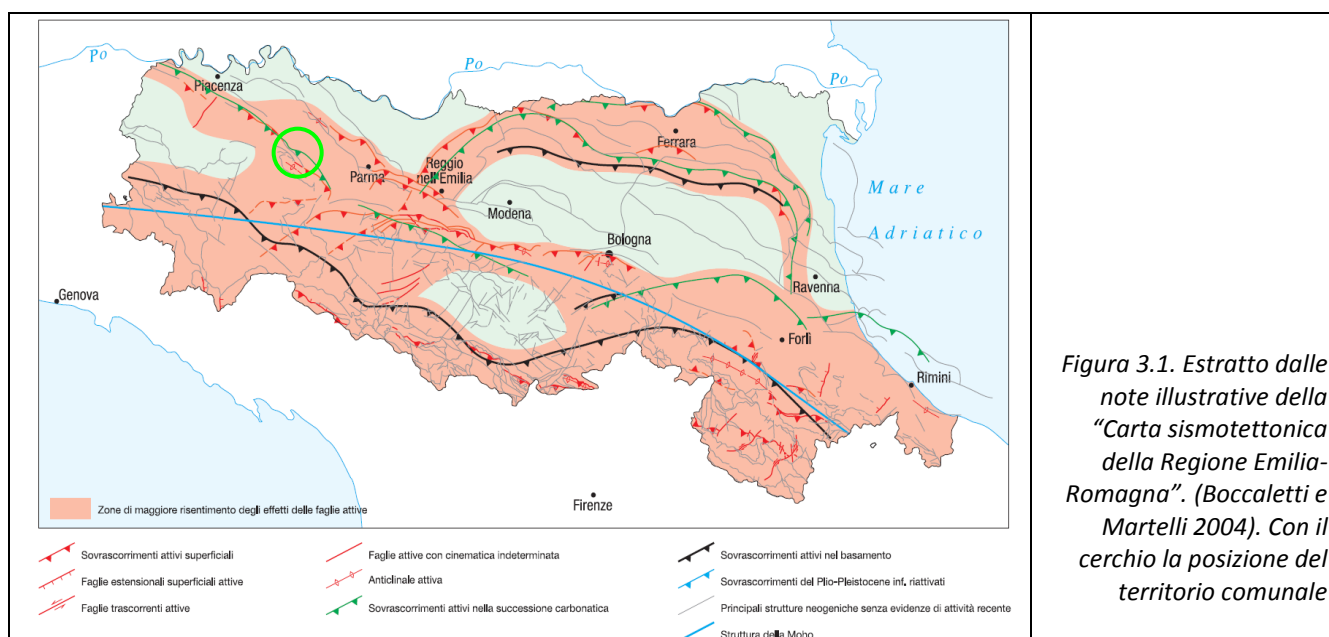


Figura 3.1. Estratto dalle note illustrative della "Carta sismotettonica della Regione Emilia-Romagna". (Boccaletti e Martelli 2004). Con il cerchio la posizione del territorio comunale

L'area di interesse è caratterizzata da strutture compressive (faglie inverse – thrust) di cui "presentano evidenze di attività tettonica recente le faglie che non coincidono con il margine ma quelle strutture che corrispondono al fronte sepolto delle Pieghe Emiliane" (Carta Sismotettonica della Regione Emilia-Romagna – Note Illustrative<sup>3</sup>). In particolare l'attività sismica è legata a due discontinuità tettoniche legate al movimento di un thrust fault (sovrascorrimento) sepolto e di un fronte di accavallamento della successione carbonatica meso-cenozoica anch'esso sepolto; entrambi ubicati nella porzione meridionale del territorio comunale. Nella porzione settentrionale del territorio comunale si evidenzia la presenza, sulla base dei dati macrosismici, di un "box" sismogenetico (con un terremoto di magnitudo >5.5).

<sup>3</sup> Boccaletti M, Martelli L. a cura di (2004) "Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna" Selca Firenze

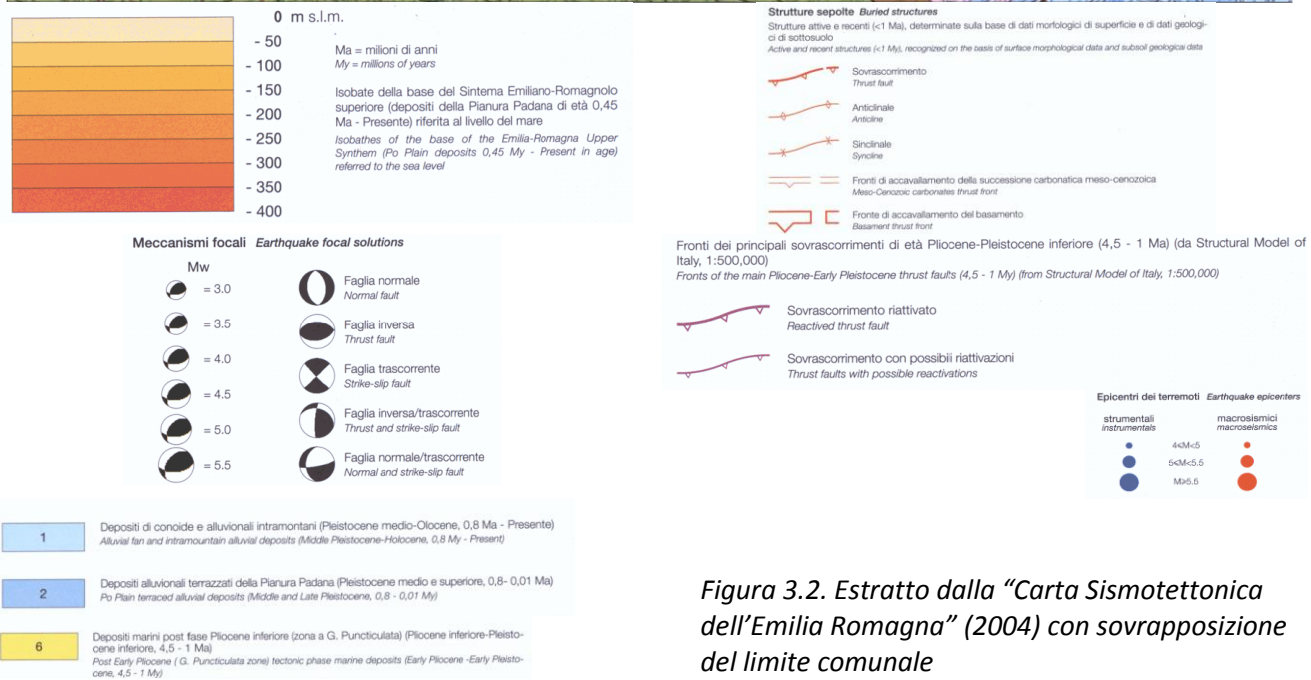
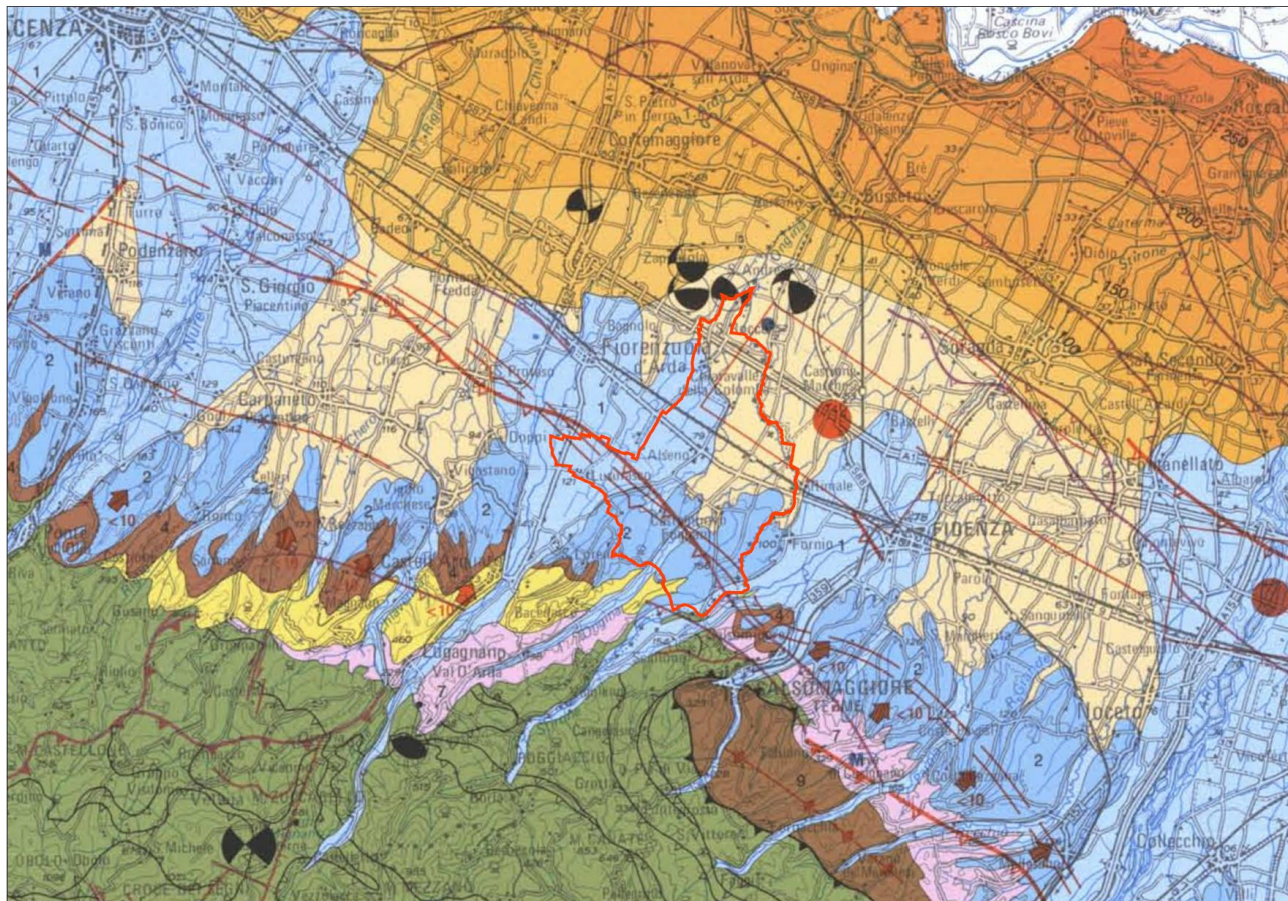


Figura 3.2. Estratto dalla "Carta Sismotettonica dell'Emilia Romagna" (2004) con sovrapposizione del limite comunale

Il territorio comunale ricade essenzialmente nel Foglio 180 "Salsomaggiore Terme" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 e marginalmente nel Foglio 181 "Parma Nord".

Nello schema tettonico allegato al Foglio 180 è cartografato un sovrascorrimento principale denominato "thrust di Salsomaggiore"; tale elemento interessa il settore meridionale del territorio comunale di Alseno attraversando il territorio da ESE a WNW. Nello schema tettonico allegato al Foglio 181 si nota la prosecuzione del thrust di Salsomaggiore esternamente al limite comunale. Nello schema del Foglio

“Salsomaggiore Terme” è anche cartografato un asse di sinclinale sepolto posto a nord del thrust di Salsomaggiore ed interessante il territorio comunale in corrispondenza della SS9 Via Emilia.

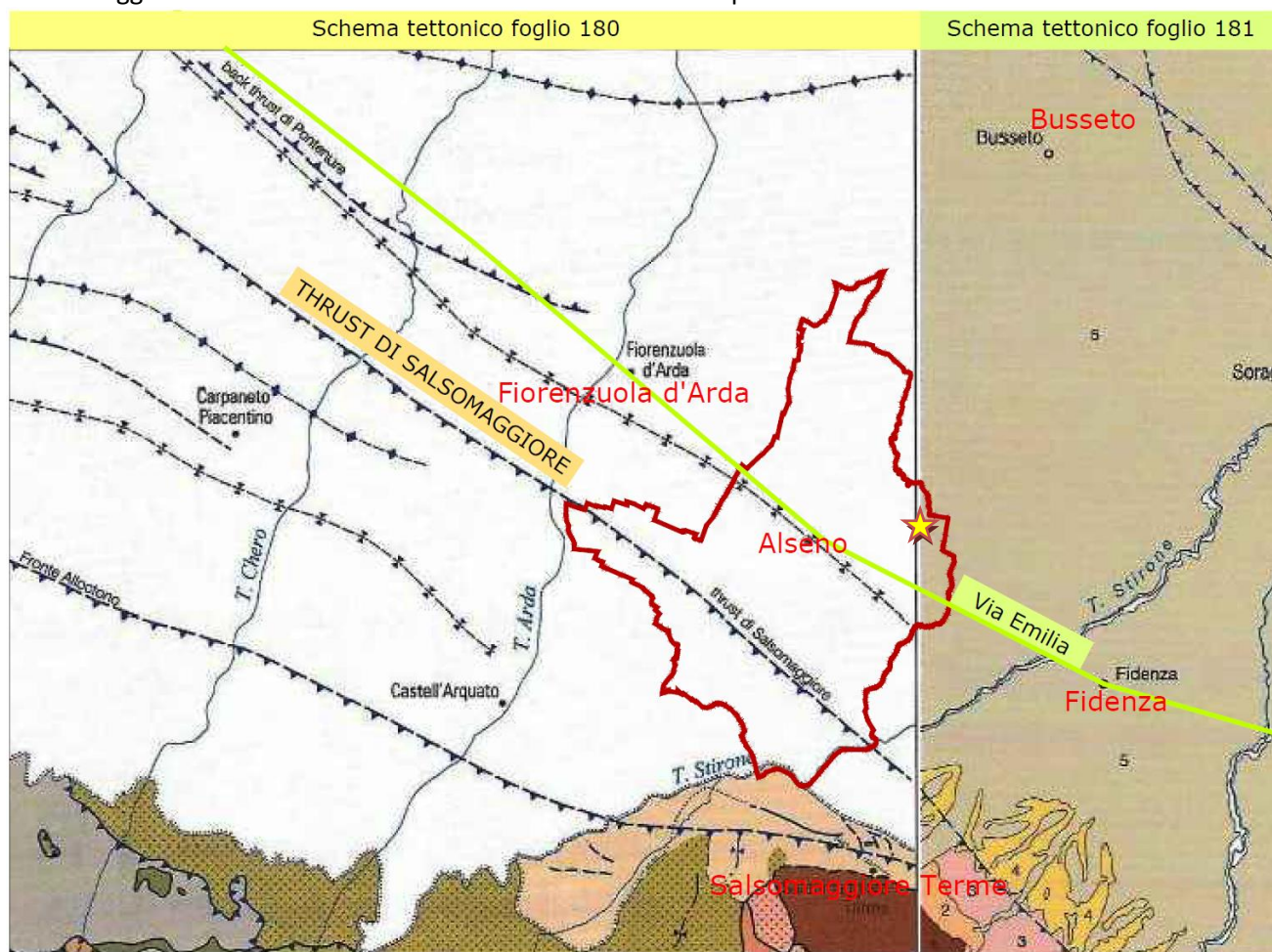


Figura 3.3. Estratto dagli schemi tettonici dei Fogli 180 e 181 della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000. In evidenza il thrust di Salsomaggiore che attraversa il territorio comunale [con la stella gialla è indicato l'ultimo terremoto registrato ricadente all'interno del territorio comunale - 30/07/2007].

In merito al thrust di Salsomaggiore dalle Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000 del Foglio 180 “Salsomaggiore Terme” si estrae quanto segue (Cap.V §1): *il thrust di Salsomaggiore costituisce il lineamento strutturale dominante del foglio e si manifesta diversamente in funzione dell'orientazione delle sezioni che lo attraversano. L'asse di questa struttura è orientato circa ESE-ONO e la sua proiezione in superficie attraversa l'allineamento S. Giorgio Piacentino, S. Protaso (Fiorenzuola), Salsomaggiore. L'asse è immergente verso ONO e la culminazione della struttura si osserva nel settore SO del Foglio (in prossimità di Salsomaggiore). Nel settore SE il thrust di Salsomaggiore determina una struttura anticlinale rovesciata e fagliata. Verso ovest l'anticlinale non è rovesciata e nelle porzioni più occidentali del Foglio è simmetrica ed oltre al thrust frontale si osservano anche retroscorrimenti (back thrust di Turro e back thrust di S. Giorgio Piacentino). Il piano del thrust si immerge ad alto angolo verso SSO attraversando e dislocando parte della successione pliocenica (apparentemente fino al Pliocene medio-superiore), tutta la successione di avansfossa appenninica e si radica nei livelli profondi all'interno dei carbonati mesozoici. Localmente il rigetto del thrust è stato valutato almeno 1000-1500 m.*

Per quanto concerne le faglie capaci o attive una sola faglia, detta faglia di “Fiorenzuola d'Arda sud”, interessante il territorio comunale da ESE a ONO ed appartenente al sistema Parma-Piacenza (faglia inversa – sovrascorrimento) è censita nel progetto ITHACA ed i cui dati sono disponibile nel sito: <http://sgi.isprambiente.it/geoportale/catalog/content/project/ithaca.page>.

Di seguito si riportano le indicazioni relative alla faglia Fiorenzuola d'Arda sud estratte dal progetto Ithaca.



GEOLOGIC SETTING	
<b>SYNOPSIS</b>	
FAULT NAME	Fiorenzuola d'Arda sud
FAULT CODE	90523
MACROZONE	3
REGION NAME	Emilia Romagna
SYSTEM NAME	Sistema Piacenza - Parma
RANK	PRIMARY
AVERAGE STRIKE	125
DIP	
LENGTH (Km)	20
<b>GEOMETRY</b>	
SEGMENTATION	yes
DEPTH (Km)	0
LOCATION RELIABILITY (MAPPING SCALE)	1:250000
LAST ACTIVITY	Middle Pleistocene (125,000÷700,000)
ACTIVITY RELIABILITY	Low reliability
RECURRENCE INTERVAL (yr)	0
SLIP-RATE (mm/yr)	0
MAX CREDIBLE RUPTURE LENGTH	20
MAX CREDIBLE SLIP (m)	0
<b>KNOWN SEISMIC EVENTS</b>	
MAX CREDIBLE MAGNITUDE (Mw)	6.6
MAX CREDIBLE INTENSITY (INQUA scale)	
STUDY QUALITY	LOW
<b>NOTES</b>	

FAULT CODE	AUTHORS	TITLE	REFERENCES	YEAR
90523	CERRINA FERONI A., MARTELLI L., MARTINELLI P., OTTRIA P.	Carta geologico strutturale dell'Appennino Emiliano Romagnolo alla scala 1:250000	Regione Emilia- Romagna - CNR	2002
90523	REGIONE EMILIA-ROMAGNA, ENI- AGIP, a cura di DI DIO G. (1998)	Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia- Romagna.	S.EL.CA., Firenze	1998
90523	SERVA L. (1990)	Il ruolo delle Scienze della Terra nelle analisi di sicurezza di un sito per alcune tipologie di impianti industriali: il terremoto di riferimento per il sito di Viadana (MN).	Boll. Soc. Geol. It., 109, 375-411	1990

### 3.1 Zonazione sismogenetica

La zonazione sismogenetica rappresenta la traduzione operativa del modello sismotettonico: in particolare la zonazione sismogenetica ZS9 "Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto conclusivo" pubblicata sul sito <http://zonesismiche.mi.ingv.it/> (G.d L., 2004<sup>4</sup>) è stata ottenuta partendo dalla zonizzazione ZS4 (Scandone e Stucchi, 1999), accorpando e modificando le zone sorgente rendendole più coerenti con le informazioni disponibili. Il modello sismotettonico che ha guidato nel tracciamento delle aree di ZS4 è basato sia su un modello strutturale 3D della penisola, sia sulla distribuzione spaziale dei terremoti storici ed attuali, sia sul modello cinematico dell'area mediterranea. In particolare il territorio del comune di Alseno, nella nuova zonazione ZS9, ricade prevalentemente nella zona sismogenetica **913** e limitatamente nella zona **911**.

Di seguito si riporta una breve descrizione relativa alle zone 911 e 913, estratta dal già citato Rapporto conclusivo ("Zonazione sismogenetica ZS9 – App.2 al Rapporto conclusivo", G.d L, 2004).

Tutto l'arco appenninico settentrionale è stato riorganizzato secondo cinque fasce parallele longitudinali alla catena.

...

L'arco è limitato, a Nord, da una zona (**911**, unione delle zone 25 e 26 di ZS4 opportunamente ristrette) che comprende il cosiddetto "Arco di Pavia" e le strutture ad esse relative. In realtà, si suppone che la funzione delle strutture comprese all'interno

<sup>4</sup> Gruppo di Lavoro (2004): redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma

della 911 sia di "svincolo" cinematico del sistema supposto in migrazione (in accordo con quanto espresso, ad esempio, in Paracca et al.,1990).

Le zone sismogenetiche 913, 914 e 918 risultano dalla scomposizione della fascia che da Parma si estende fino all'Abruzzo. In questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi nella porzione nord-occidentale e probabilmente distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì avere meccanismi distensivi nella porzione più sud-orientale; si possono altresì meccanismi trascorrenti nelle zone di svincolo che dissecano la continuità longitudinale delle strutture. L'intera fascia è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo. Le profondità ipocentrali sono mediamente maggiori in questa fascia di quanto non siano nella fascia più esterna.

La zonazione (ZS9) indica anche una profondità dello strato sismogenetico, che risulta essere compreso tra 12 e 20 km per la zona sismogenetica 913 e 8-12 km per la zona 911.

Zona	Numero eventi Md>2.0	Numero eventi Md>2.5	Numero eventi Md>3.0	Magnitudo massima (Md)	Classe di profondità (Km)	Profondità efficace (Km)
911	126	91	18	4.1	8-12	8
913	767	362	100	4.8	12-20	13

La valutazione della magnitudo massima ( $M_{wmax}$ ) per le zone sismogenetiche, riportata anche negli ICMS (2008), per zone 911 e 913 fornisce un valore di 6,14.

### 3.1.1 Le sorgenti sismogenetiche


Per la determinazione delle sorgenti sismogenetiche principali dell'area in esame si è fatto riferimento al "Database of individual seismogenic sources - DISS"<sup>5</sup> disponibile nel sito [www.ingv.it](http://www.ingv.it).

Il database rappresenta la sintesi di tutte le evidenze geologiche e storiche relative alla fagliazione sismogenetica, con apporti derivanti dai dati della sismicità strumentale, dalla geodinamica a larga scala e dai caratteri geomorfologici. Il territorio del comune di Alseno ricade in parte internamente a due sorgenti sismogenetiche individuate ed in particolare la zona settentrionale ricade nella sorgente sismogenetica denominata **ITCS009** "Busseto-Cavriago", mentre la porzione meridionale del territorio comunale ricade nella sorgente sismogenetica denominata **ITCS045** "San Giorgio Piacentino – Fornovo di Taro".

Nelle tabelle seguenti sono riportati i dati estratti dal database relativi a tali sorgenti.

DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS009 - Busseto-Cavriago		
<a href="#">Source Info Summary</a>	<a href="#">Commentary</a>	
<a href="#">References</a>	<a href="#">Pictures</a>	
General information		
Code	ITCS009	
Name	Busseto-Cavriago	
Compiled By	Burrato, P., and S. Mariano	
Latest Update	07/09/2007	
Parametric information		
	Parameter	Qual. Evidence
Min Depth (km)	2	OD Based on geological data from various authors.
Max Depth (km)	8	OD Based on geological data from various authors.
Strike (deg)	120 - 140	OD Based on geological data from various authors.
Dip (deg)	20 - 40	OD Based on geological data from various authors.
Rake (deg)	90 - 120	EJ Inferred from geological data.
Slip Rate (mm/y)	0.1 - 0.5	EJ Derived from geological data concerning adjacent structures.
Max Magnitude (Mw)	5.6	LD Derived from the strongest earthquake occurred in the region.
Q-keys:	LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement	

<sup>5</sup> Basili R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, E. Boschi (2008), *The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, Tectonophysics*

	<b>DISS 3.1.1: Seismogenic Source ITCS045 - San Giorgio Piacentino-Fornovo di Tarò</b>	
<a href="#">Source Info Summary</a>	<a href="#">Commentary</a>	<a href="#">References</a>
<a href="#">Pictures</a>		

General information	
<b>Code</b>	ITCS045
<b>Name</b>	San Giorgio Piacentino-Fornovo di Tarò
<b>Compiled By</b>	Burrato, P., and S. Mariano
<b>Latest Update</b>	12/09/2007

Parametric information	
Parameter	Qual. Evidence
<b>Min Depth (km)</b>	2 OD Based on geological data from various authors.
<b>Max Depth (km)</b>	10 OD Based on geological data from various authors.
<b>Strike (deg)</b>	110 - 150 OD Based on geological data from various authors.
<b>Dip (deg)</b>	20 - 40 OD Based on geological data from various authors.
<b>Rake (deg)</b>	80 - 100 EJ Inferred from regional geological data.
<b>Slip Rate (mm/y)</b>	0.1 - 0.5 EJ Derived from geological data concerning adjacent structures.
<b>Max Magnitude (Mw)</b>	5.5 EJ Assumed from regional seismological data.

**Q-keys:** LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement

### 3.2 Sismicità storica

La sismicità storica è stata studiata a partire dai cataloghi dei terremoti disponibili, in particolare sono stati presi in considerazione i cataloghi presenti sul sito internet dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia ([www.ingv.it](http://www.ingv.it)).

Per un primo sguardo d'insieme della sismicità storica dell'area in esame è stato consultato il "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (Gruppo di lavoro CPTI, 2004<sup>6</sup>), INGV, Bologna), nel quale, per un intorno significativo dell'area in esame (un raggio di 50 Km con centro lat. 44.89 e long. 9.96 ovvero dal centro abitato di Alseno) sono stati identificati 36 eventi significativi dei quali si riportano alcuni dati nella tabella successiva.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (44.89, 9.96) e raggio 50 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	Zs9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
59	DI	1276	7	28	18	30		Italia settent.	CFTI	10	55	60	M	45.08	9.55	A	5.11	0.12	4.71	0.18	4.91	0.17	911	G	119	516	59		
74	DI	1303	3	22	23			PIACENZA	DOM	1	55	55		45.052	9.693	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	G		517	74		
90	DI	1345	1	31				CASTELNUOVO	DOM	1	55	55		44.81	10.564	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	912	A		596	90		
113	DI	1383	7	24	20			PARMA	DOM	7	55	55		45.058	9.915	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	A		597	113		
130	DI	1409	11	15	11	15		Parma	CFTI	5	70	60	M	44.8	10.33	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G	173	598	130		
144	DI	1438	6	11	20			Parmense	CFTI	12	80	80		44.85	10.23	A	5.62	0.17	5.47	0.26	5.61	0.26	913	G	181	599	144		
221	DI	1522	10	5	8			CREMONA	DOM	7	55	55		45.136	10.024	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19			2011	221			
241	DI	1545	6	9	15			BORGO VAL DI TARO	DOM	5	75	75		44.498	9.844	A	5.33	0.19	5.04	0.28	5.21	0.26	915	G	222	543	241		
264	DI	1572	6	4	22			PARMA	DOM	8	70	70		44.851	10.422	A	5.13	0.23	4.74	0.34	4.93	0.32	913	A		604	264		
333	DI	1628	11	4	15	15		PARMA	DOM	8	70	70		44.801	10.329	A	5.17	0.30	4.80	0.45	4.99	0.42	913	G		608	333		
501	DI	1732	2	27				PARMA	DOM	1	60	60		44.801	10.329	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		611	501		
511	DI	1738	11	5	30			PARMA	DOM	10	70	70		44.906	10.028	A	5.40	0.20	5.15	0.30	5.31	0.28	913	G		612	511		
589	DI	1774	3	4				PARMA	DOM	2	60	60		44.801	10.329	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		613	589		
740	DI	1818	12	9	18	52		LANGHIRANO	DOM	27	75	75		44.668	10.286	A	5.57	0.10	5.40	0.15	5.55	0.15	913	G		615	740		
780	DI	1829	9	6	19	30		CREMONA	DOM	2	65	65		45.136	10.024	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45			2034	780			
791	DI	1831	9	11	18	15		Reggiano	CFTI	24	75	75		44.75	10.55	A	5.48	0.13	5.27	0.19	5.43	0.18	912	G	378	616	791		
798	DI	1832	3	13	3	30		Reggiano	CFTI	93	75	75		44.77	10.47	A	5.59	0.07	5.43	0.10	5.57	0.10	913	G	382	617	798		
801	DI	1834	2	14	13	15		ALTA LUNIGIANA	DOM	101	85	85		44.449	9.859	A	5.64	0.09	5.50	0.13	5.64	0.13	915	G		549	801		
868	DI	1849	11	28	18	15		VAL DI TARO	DOM	6	65	65		44.485	9.73	A	5.03	0.33	4.60	0.49	4.80	0.45	915	G	396	553	868		
906	DI	1857	2	1				PARMENSE	DOM	22	65	65		44.749	10.48	A	5.26	0.12	4.94	0.18	5.12	0.17	913	G		619	906		
1103	DI	1885	2	26	20	48		SCANDIANO	DOM	78	60	60		45.208	10.169	A	5.22	0.10	4.88	0.15	5.06	0.14			622	1103			
1124	DI	1886	10	15	2	20		COLLECCHIO	DOM	44	60	60		44.75	10.306	A	4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		623	1124		
1523	CP	1910	1	23	1	50		PONTE DELL'OLIO	POS85					44.9	9.633	A	4.63	0.13	4.00	0.20	4.25	0.19	911	G		525	1523		
1590	DI	1913	11	25	20	55		VAL DI TARO	DOM	73	50	50		44.597	10.279	A	4.85	0.14	4.33	0.21	4.55	0.19	913	G		587	1590		
1622	DI	1915	10	10	23	10		REGGIO EMILIA	DOM	30	65	60		44.732	10.469	A	5.01	0.08	4.57	0.12	4.78	0.11	913	G		626	1622		
1931	CP	1937	9	17	12	19		PARMA OVEST	POS85					60	44.8	10.3		4.56	0.11	3.89	0.17	4.15	0.16	913	G		632	1931	
1954	CP	1940	1	24	23	32	16	CORNIGLIO	POS85					50	44.467	10.1		4.93	0.09	4.45	0.14	4.67	0.13	915	G		591	1954	
1960	CP	1940	5	1	9	36	5	NOCETO	POS85					50	44.8	10.183		4.89	0.14	4.39	0.21	4.61	0.19	913	G		634	1960	
1998	CP	1946	2	18	23			PIONE	POS85					60	44.6	9.6		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	915	G		574	1998	
2231	CP	1967	5	15	10	3	34	S. POLO	POS85					60	44.6	10.4		4.83	0.26	4.30	0.39	4.53	0.36	913	G		637	2231	
2278	CP	1970	5	3	4	17	41	S. POLO	POS85					60	44.633	10.383		4.80	0.21	4.26	0.31	4.49	0.29	913	G		639	2278	
2303	DI	1971	7	15	1	33	23	Parmense	CFTI	228	80	75	M	44.82	10.35	A	5.61	0.07	5.45	0.10	5.59	0.10	913	G	536	641	2303		
2313	CP	1972	6	25	17	10	49	CALESTANO	POS85					60	44.6	10.2		4.66	0.21	4.04	0.31	4.29	0.29	913	G		642	2313	
2339	CP	1974	4	15	21	49	12	PIONE	POS85					55	44.65	9.683		4.64	0.12	4.01	0.18	4.26	0.17	915	G		594	2339	
2417	CP	1980	12	23	12	1	6	VERNASCA	POS85					60	44.817	9.85		5.03	0.18	4.60	0.27	4.80	0.25	913	G		643	2417	
2437	DI	1983	11	9	16	29	52	Parmense	CFTI	836	70	65		44.765	10.27	A	5.10	0.18	4.99	0.06	5.16	0.05	913	G		2435			

Numero di record estratti: 36

<sup>6</sup> Gruppo di lavoro CPTI (2004). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*, INGV, Bologna.

<b>N</b>	numero d'ordine	(I4)	<b>Lat</b>	Localizzazione epicentrale:	latitudine in gradi e decimali	(A6)
<b>Tr</b>	tipo di record (indica se esistono dati di base)	(A2)	<b>Lon</b>		longitudine in gradi e decimali	(A6)
<b>Anno</b>	tempo origine:	(I4)	<b>TL</b>		codice di localizzazione	(A1)
<b>Me</b>	anno	(I2)	<b>Me</b>	magnitudo:	magnitudo equivalente	(I3)
<b>Gi</b>	mese	(I2)	<b>De</b>		errore associato alla stima di Me	(I2)
<b>Or</b>	giorno	(I2)	<b>Mm</b>		magnitudo macrosismica	(I3)
<b>Mi</b>	ora	(I2)	<b>Dm</b>		errore associato alla stima di Mm	(I2)
<b>Se</b>	minuto	(I2)	<b>Tm</b>		codice di determinazione di Mm	(A1)
<b>AE</b>	secondo	(I2)	<b>Ms</b>		magnitudo strumentale	(I3)
<b>Rt</b>	denominazione dell'area dei massimi effetti	(A20)	<b>Ds</b>		errore associato alla stima di Ms	(I2)
<b>Np</b>	codice bibliografico dell'elaborato di riferimento	(A6)	<b>Ts</b>		codice di determinazione di Ms	(A1)
<b>Imx</b>	numero dei punti di intensità	(I4)	<b>Ma</b>		magnitudo media pesata	(I3)
<b>Io</b>	intensità massima (scala MCS)	(I3)	<b>Da</b>		errore associato alla stima di Ma	(I2)
<b>TI</b>	intensità epicentrale (scala MCS)	(I3)	<b>Nnt</b>	codice di aggancio: numero d'ordine dei record nel catalogo NT4.1.1		(I4)
<b>Ncft</b>	codice di determinazione Io	(A1)				
	codice di aggancio: numero progressivo dei record nel catalogo CFTI 2	(I3)				

Tabella 3.1. Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani, terremoti con epicentro compreso in un raggio di 50Km dal centro abitato di Alseno.

L'esame delle tabelle precedenti evidenzia come i terremoti registrati nell'intorno considerato (scala regionale) non abbiano mai superato un valore di Mw di 6.0.

In particolare solo cinque eventi sono riportati con magnitudo maggiore di 5.5, di cui tre con epicentro nel parmense, nel 1438, nel 1818 e nel 1971, uno nel Reggiano nel 1832 ed infine quello della Lunigiana del 1834.

Di seguito si riportano gli eventi con epicentro situato entro i 30 km dal sito in esame (lat. 44.894 e long. 9.96) e Magnitudo > 3.0 reperiti nel data-base dell'Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base (ISIDE)<sup>7</sup>.

Tempo Origine (UTC)	Latitudine	Longitudine	Profondità	Magnitudo	Fonte
2012-10-03 17:18:00.000	44.763	9.702	26.3	3.2	Sala Sismica
2012-10-03 14:41:28.000	44.750	9.631	32.2	4.5	Sala Sismica
2011-10-09 12:23:17.410	44.720	9.999	22.4	3.1	Bollettino
2011-09-19 05:34:34.310	44.640	10.220	22.8	3.4	Bollettino
2011-09-18 20:25:23.410	44.631	10.224	18.1	3.2	Bollettino
2011-09-17 13:02:14.620	44.634	10.207	19.1	3.1	Bollettino
2011-09-17 12:27:57.410	44.641	10.216	19.6	3.2	Bollettino
2011-09-10 17:28:00.950	44.643	10.252	18.2	3.4	Bollettino
2011-09-09 14:24:03.140	44.630	10.229	21.5	3.2	Bollettino
2011-09-08 22:55:05.520	44.638	10.207	19.4	3.2	Bollettino
2011-09-08 20:36:42.380	44.643	10.202	19.7	3.2	Bollettino
2011-09-08 15:43:52.570	44.633	10.226	18.1	3.0	Bollettino
2011-09-08 15:23:38.250	44.638	10.233	18.2	3.2	Bollettino
2011-09-08 15:23:19.690	44.629	10.242	23.5	3.1	Bollettino
2011-09-08 13:17:28.030	44.635	10.202	20.1	3.7	Bollettino
2011-04-28 20:14:38.800	44.631	10.004	24.7	3.0	Bollettino
2009-10-19 10:08:49.640	44.814	9.772	23.6	4.0	Bollettino
2008-04-03 05:07:29.830	44.640	9.982	18.3	3.2	Bollettino
2007-07-30 19:05:43.080	44.898	10.003	20.5	4.1	Bollettino
2005-04-19 08:27:39.880	44.769	9.687	25.6	3.5	Bollettino
2005-04-19 07:42:01.250	44.770	9.724	25.2	3.8	Bollettino

Tabella 3.2. Catalogo dei terremoti con magnitudo >3.0 reperiti nel data-base dell'Italian Seismological Instrumental and Parametric Data-Base (ISIDE).

Nel catalogo DBMI11 a cura di Locati et al. (2011)<sup>8</sup> viene riportata la storia sismica nota del comune di Alseno da cui si estrae quanto segue:

<sup>7</sup> ISIDe Working Group (INGV, 2010), Italian Seismological Instrumental and parametric database: <http://iside.rm.ingv.it>

<sup>8</sup> Locati M., Camassi R., Stucchi M. (a cura di), (2011). "DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano". Milano, Bologna, <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11>.

Numero di eventi: 4

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw	
4	1983 11 09 16:29	Parmense	850	6-7 5.06 ±0.09	
NF	1986 12 06 17:07	BONDENO	604	6 4.61 ±0.10	
4-5	1991 10 31 09:31	Parmense	134	5 4.45 ±0.14	
NF	1995 10 10 06:54	LUNIGIANA	341	7 4.85 ±0.09	

In sintesi si segnalano in particolare il terremoto del 30/07/2007 di magnitudo 4.1 per il quale risulta un epicentro all'interno del territorio comunale e più precisamente nei pressi della località Casa Nuova Cascinazzo (nei pressi del confine con il comune di Fidenza a nord della Via Emilia) interno al box sismogenetico presente nella porzione nord orientale del territorio comunale (vedasi Carta Sismotettonica della Regione Emilia Romagna<sup>9</sup>, 2004<sup>9</sup>) ed il terremoto del 19/10/2009 di magnitudo 4.0 con epicentro in comune di Lugagnano tra le località San Genesio e Antognano.

Nel catalogo USGS sono segnalati due terremoti avvenuti il 27/12/1994 di magnitudo 3.1 posto a meno di 1.0 km a nord di Alseno Capoluogo ed il 14/03/1996 di magnitudo 3.8 posto a circa 2.0 km verso ovest dal limite comunale all'altezza della via Emilia.

<sup>9</sup> Boccaletti M, Martelli L. a cura di (2004) "Carta sismotettonica della Regione Emilia Romagna" Selca Firenze

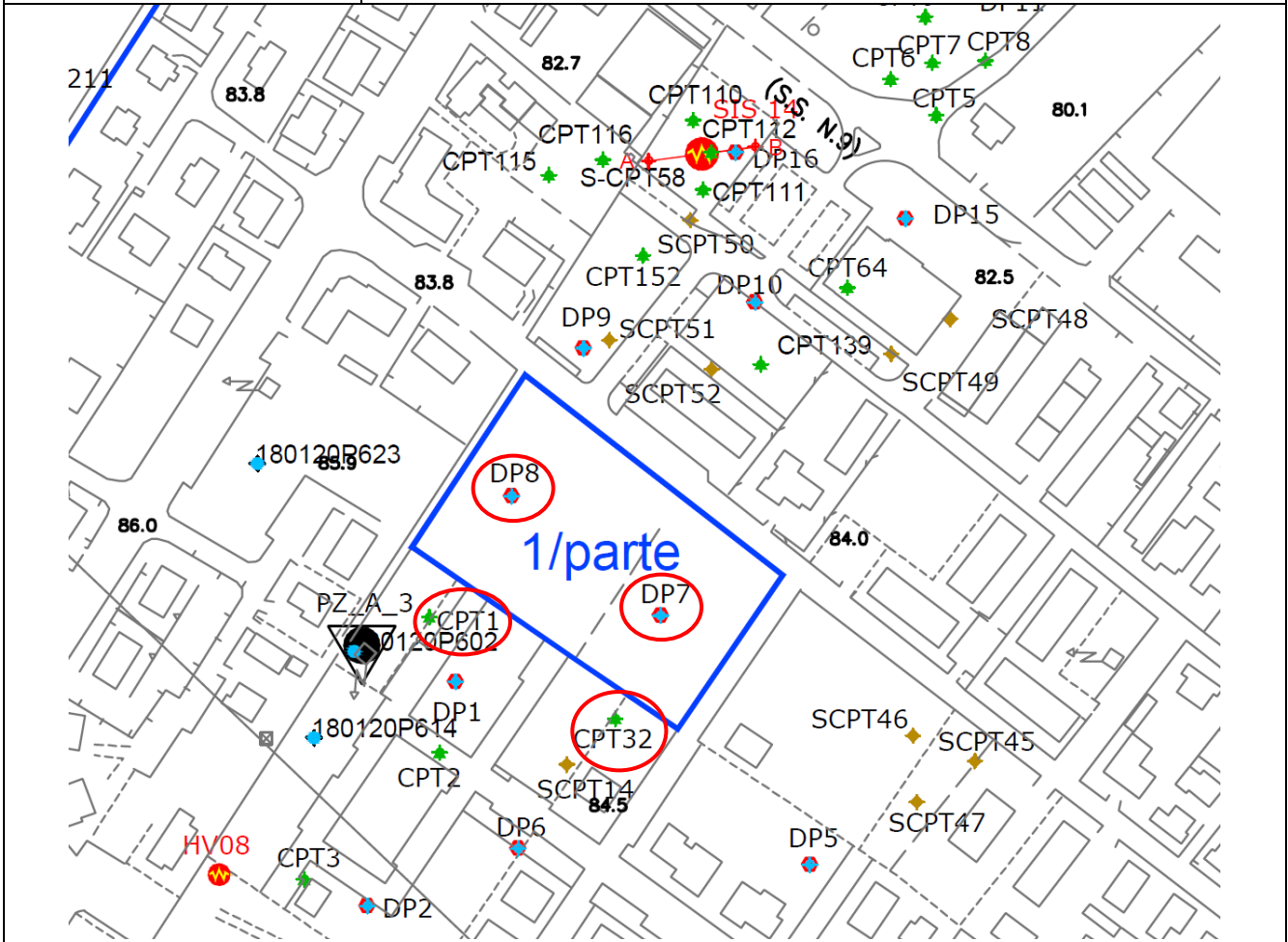
4 GLI AMBITI DI POC

4.1 Alseno 1/parte

<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Alseno - Ambito 1/parte</b>
--------------------------------	--------------------------------

**GEOLOGIA**

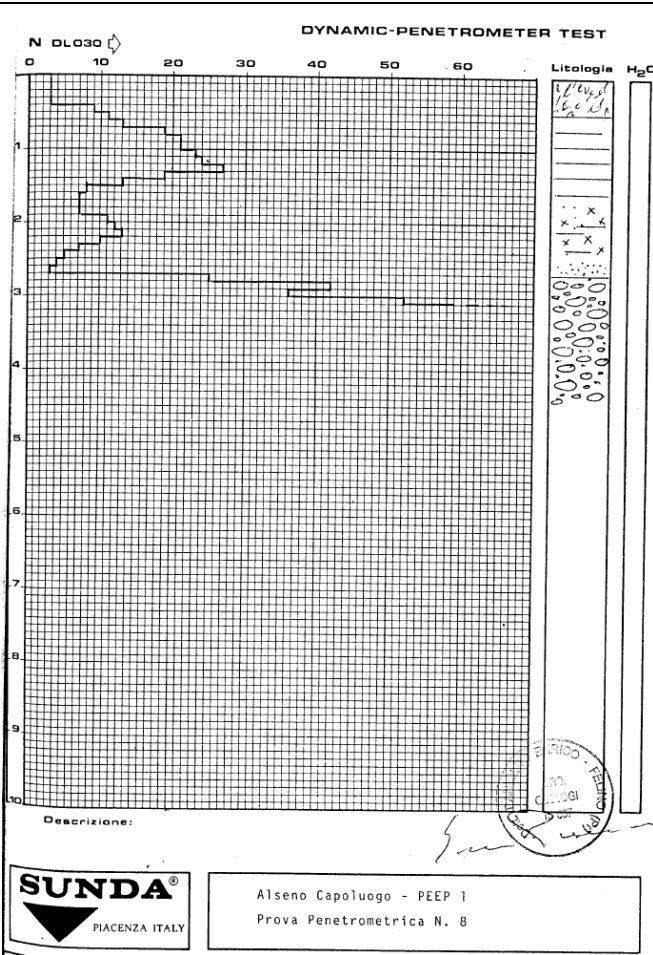
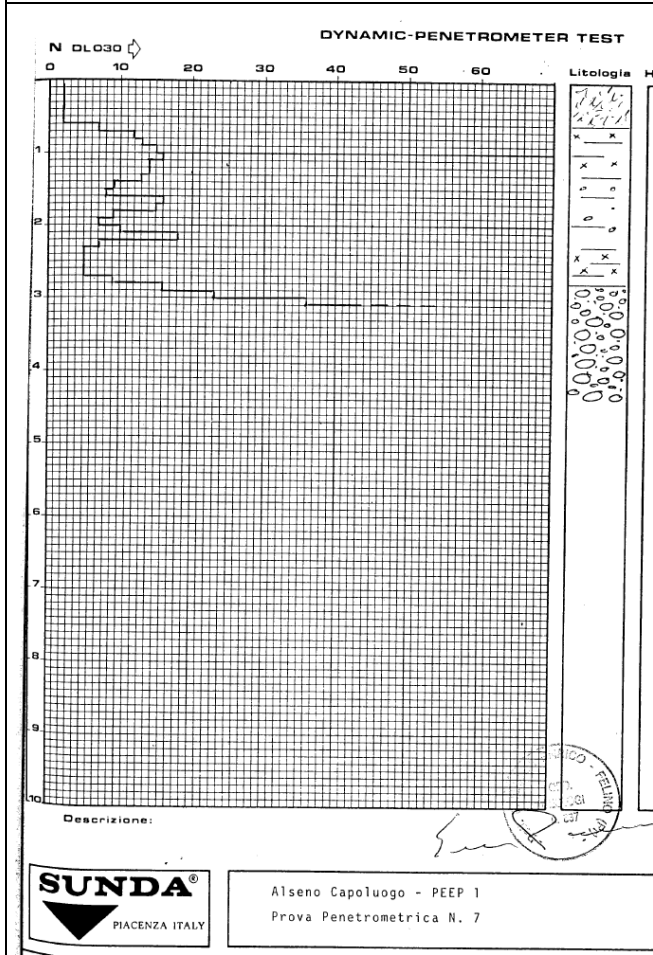
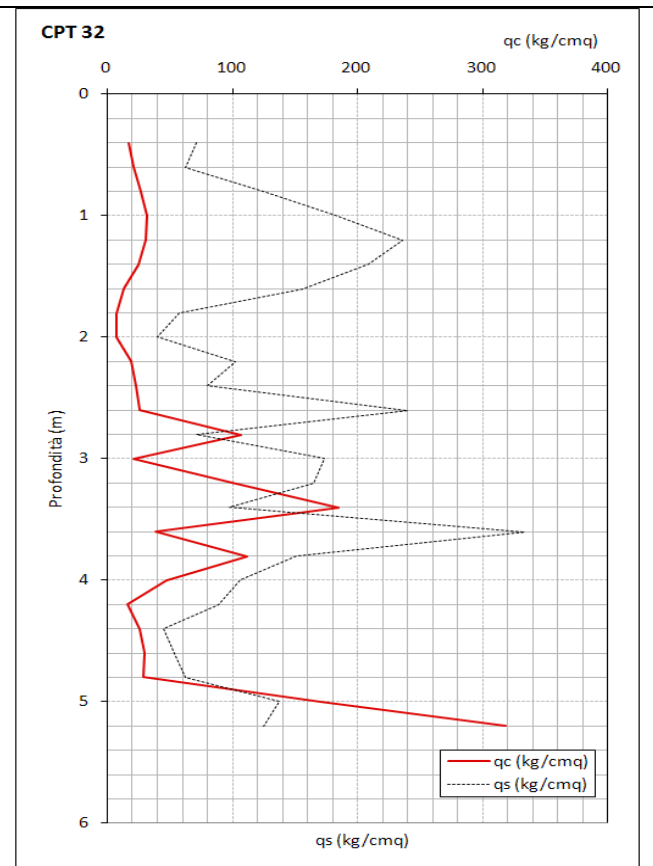
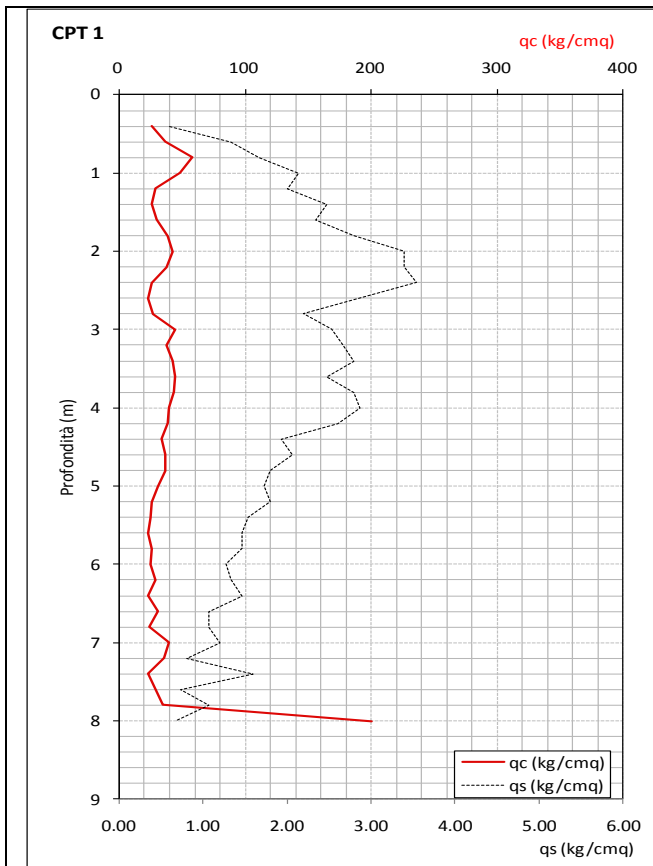
<b>Unità geologica</b>	<p>L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola di cui di seguito si riporta una breve descrizione:</p> <p><b>AES7b</b></p> <p>Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola (AES7b), affiora prevalentemente nella parte Ovest del Comune di Alseno; Alseno stessa giace sulla sua superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico. L'unità è composta da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. I depositi sono attribuibili ai sistemi idrografici dei torrenti Arda, Ongina e Stirone. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 15 m</p>
------------------------	--



**LITOSTRATIMETRIA**

L'area è caratterizzata dalla presenza di argille e argille limose intercalate a lenti di ghiaia ad andamento discontinuo. Le indagini reperite (DP7 e DP8) hanno evidenziato la presenza di un una lente di ghiaie alla profondità di circa 2.8-3.0m dal p.c., nelle prove reperite ai margini dell'area in esame CPT1, CPT32 per la porzione meridionale ed SCPT51-SCPT52 e DP9 la profondità del primo orizzonte di ghiaie ha profondità variabili tra 1.8 e 13m dal p.c.

Denominazione dell'area **Alseno - Ambito 1/parte**



<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Alseno - Ambito 1/parte</b>
--------------------------------	--------------------------------

**MORFOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico dell'alta pianura e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% a quote variabili tra 84-85 m s.l.m.

Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.

L'area interessa il conoide fossile del T. Arda, sono segnalate tracce di corso fluviale estinto.

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso acquifero A1b con piezometria media tra 75-77 m s.l.m, soggiacenza 8-10 m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche elevate.

L'area si trova all'interno della zona di protezione dei pozzi comunali (PZA3 – Pozzo Policelle) e nella zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta), come Zona di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

Dal punto di vista idraulico l'area risulta esterna alle fasce fluviali così come identificate dal PAI/PTCP. E' segnalata però come zona di difficile deflusso delle acque superficiali della rete scolante secondaria

**SISMICA**

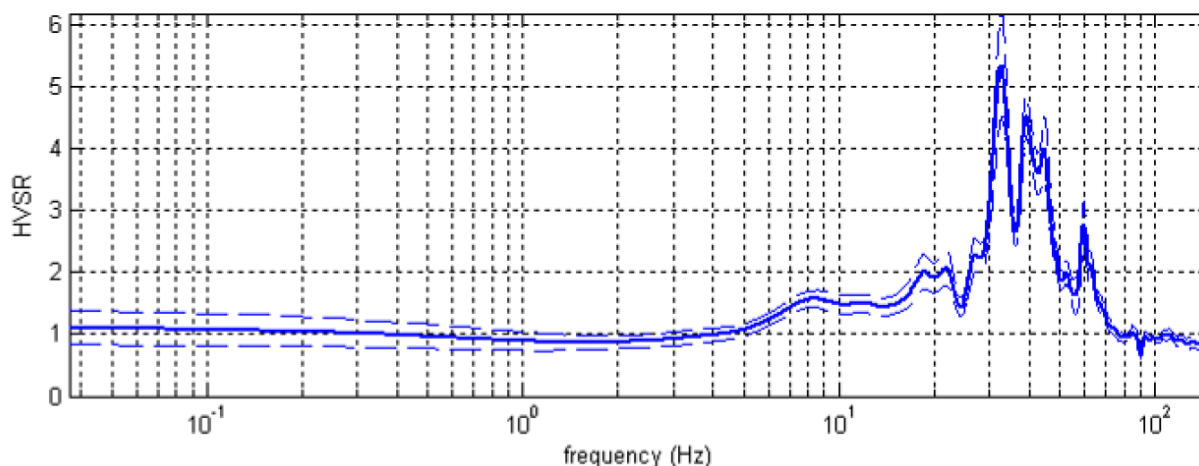
Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella tavola PSC 7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale come effetto di sito si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

Nella Tavola PSC 9.2. la profondità del substrato è indicata a profondità >100m – Pianura 2.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alle prove SIS14 e SIS8 che hanno fornito  $V_{s30} = 325-375$  m/s [350].

La prova sismica HV08 eseguita nei pressi del pozzo Policelle [PZA3] ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di un picco con contrasti di impedenza bassi (<2) a 8.4 Hz.

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE





**Denominazione dell'area**      **Alseno - Ambito 1/parte**

La microzonazione di II livello riportata nel PSC (Tavola PSC 9.2. ) ha evidenziato i seguenti risultati:

**Amplificazione stratigrafica**

Zona di amplificazione stratigrafica:      ZONA 1

FA di PGA      1.4

FA di SI 0.1s<To<0.5s      1.7

FA di SI 0.5s<To<1.0s      2.0

**Amplificazione topografica**

ST      1.0

**Verifica di liquefazione**

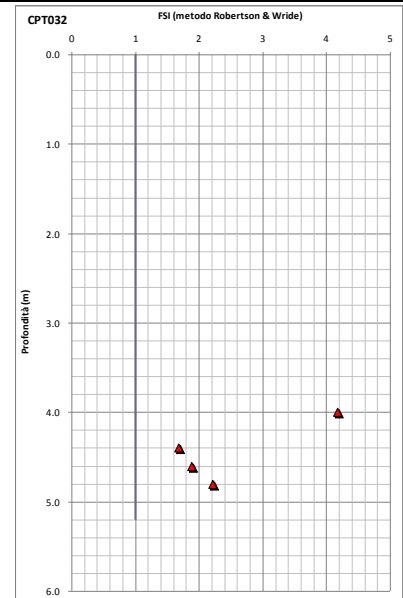
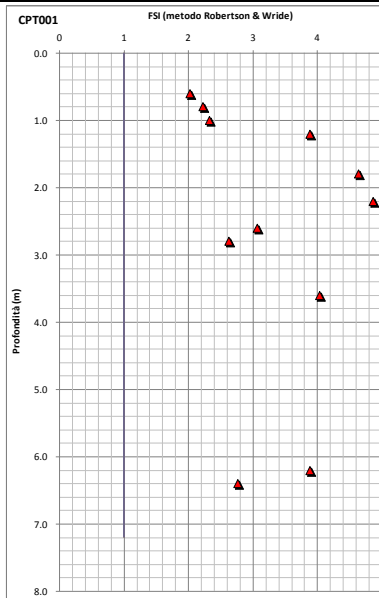
Falda: 1 m dal piano campagna

Accelerazione: 0.139g (D.A.L.112/2007)

Amax: 0.195g

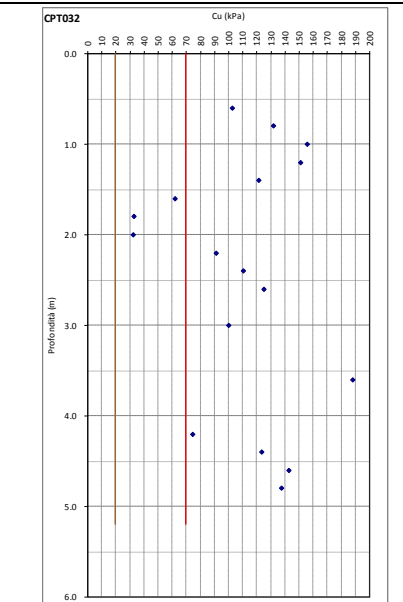
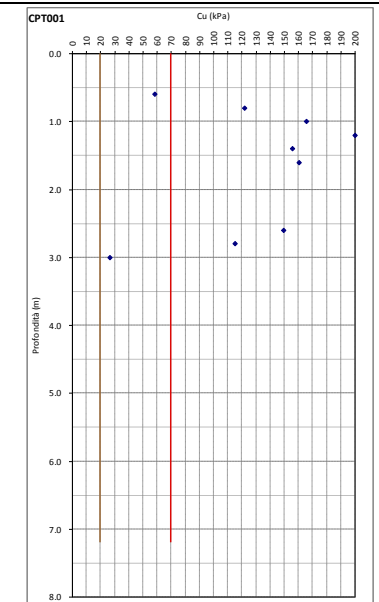
Magnitudo: 6.14

**Note:** le verifiche, eseguite con il metodo di Robertson & Wride (1998), hanno evidenziato un potenziale di liquefazione nullo.



**Verifica presenza depositi con Cu < 70 kPa con spessore ≥ 5 m**

**Note:** le verifiche hanno evidenziato uno spessore con Cu < 70 kPa di 0.4-0.6 m.



**CONCLUSIONI**

Intervento geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni.

L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC; si

**Denominazione dell'area**      **Alseno - Ambito 1/parte**

dovrà limitare lo sviluppo di aree impermeabili predisponendo specifiche misure compensative degli interventi urbanistico-edilizi finalizzate a garantire la parità del bilancio idrico ed inoltre è obbligatorio collettare tutti i reflui prodotti alla pubblica fognatura.

L'area ricade nella zona di rispetto del pozzo ad uso acquedottistico denominato pozzo Policelle (PZA3) ed è pertanto assoggettato all'art.35 comma 2 delle norme di PTCP e all'art.31 comma 5 delle norme di PSC; in tal senso le acque di prima pioggia provenienti dai nuovi tratti viari in previsione, dovranno essere raccolte e trattate secondo quanto previsto dalla D.G.R. 286/2005 e alle linee guida del D.G.R.1860/2006 ed in particolare dovranno essere previste canalizzazioni impermeabilizzate ed il trattamento con disoleatori e sedimentatori delle acque raccolte. Tutti i reflui prodotti nell'area dovranno essere collettati nella rete fognaria che dovrà essere realizzata con opportune tecniche per la salvaguardia degli acquiferi attraversati. E' vietata comunque la dispersione su suolo e sottosuolo di fanghi e acque reflue anche se depurati, la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade.

Dovranno essere previsti adeguati sistemi di drenaggio delle acque meteoriche (ad esempio vasche di laminazione o sovradimensionamento delle tubazioni).

Nelle fasi successive di pianificazione e/o urbanizzazione sarà necessario eseguire: indagini geognostiche e verifiche geotecniche locali che tengano in considerazione la presenza in superficie di terreni argillosi di scarse e medie caratteristiche meccaniche. Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di  $V_s$  e  $V_{S_{30}}$ .

Verifiche sismiche anche considerando gli approfondimenti di II Livello eseguiti.

4.2 Alseno 2/parte

**Denominazione dell'area** Alseno - Ambito 2 / parte

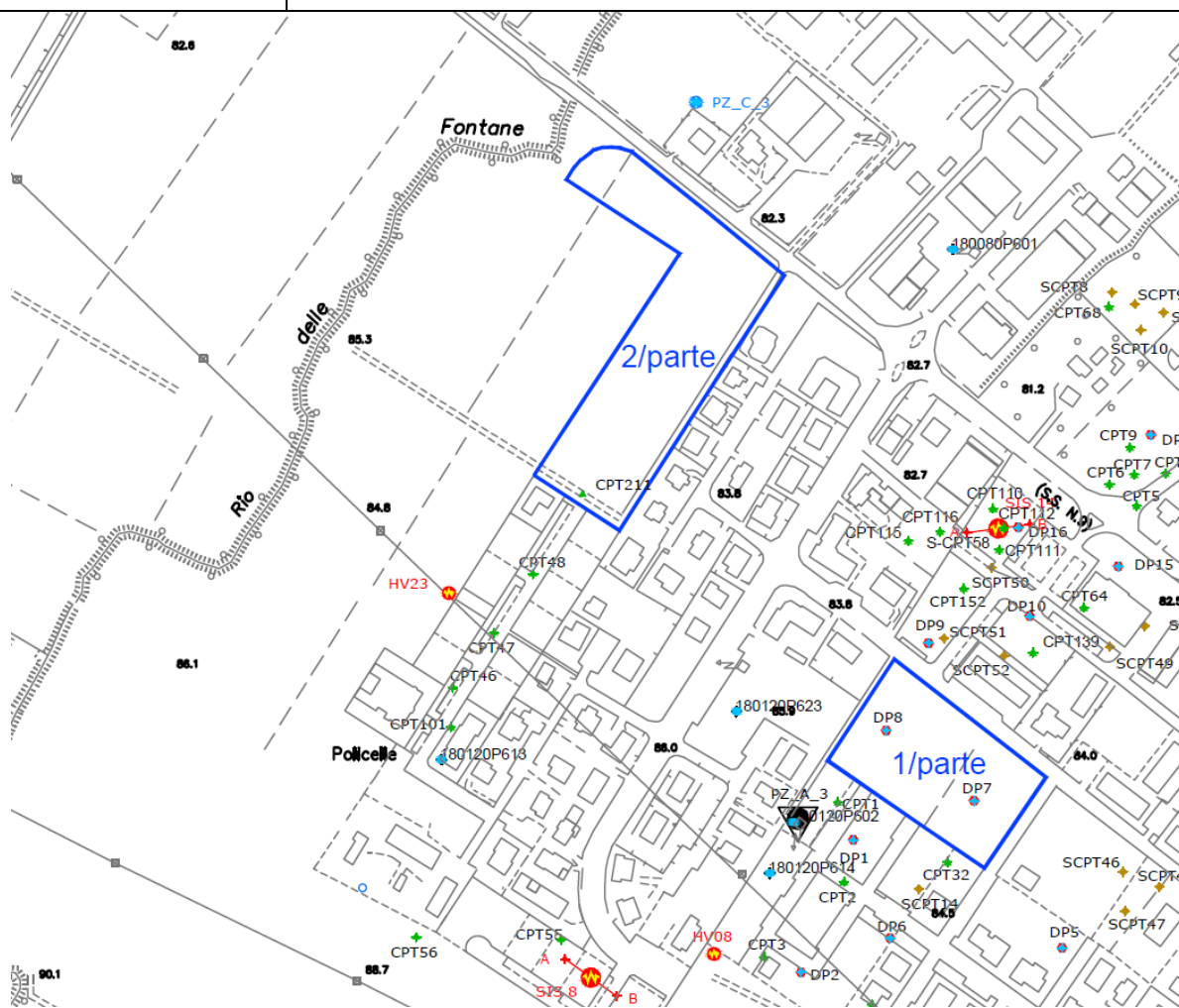
**GEOLOGIA**

Unità geologica

L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola di cui di seguito si riporta una breve descrizione:

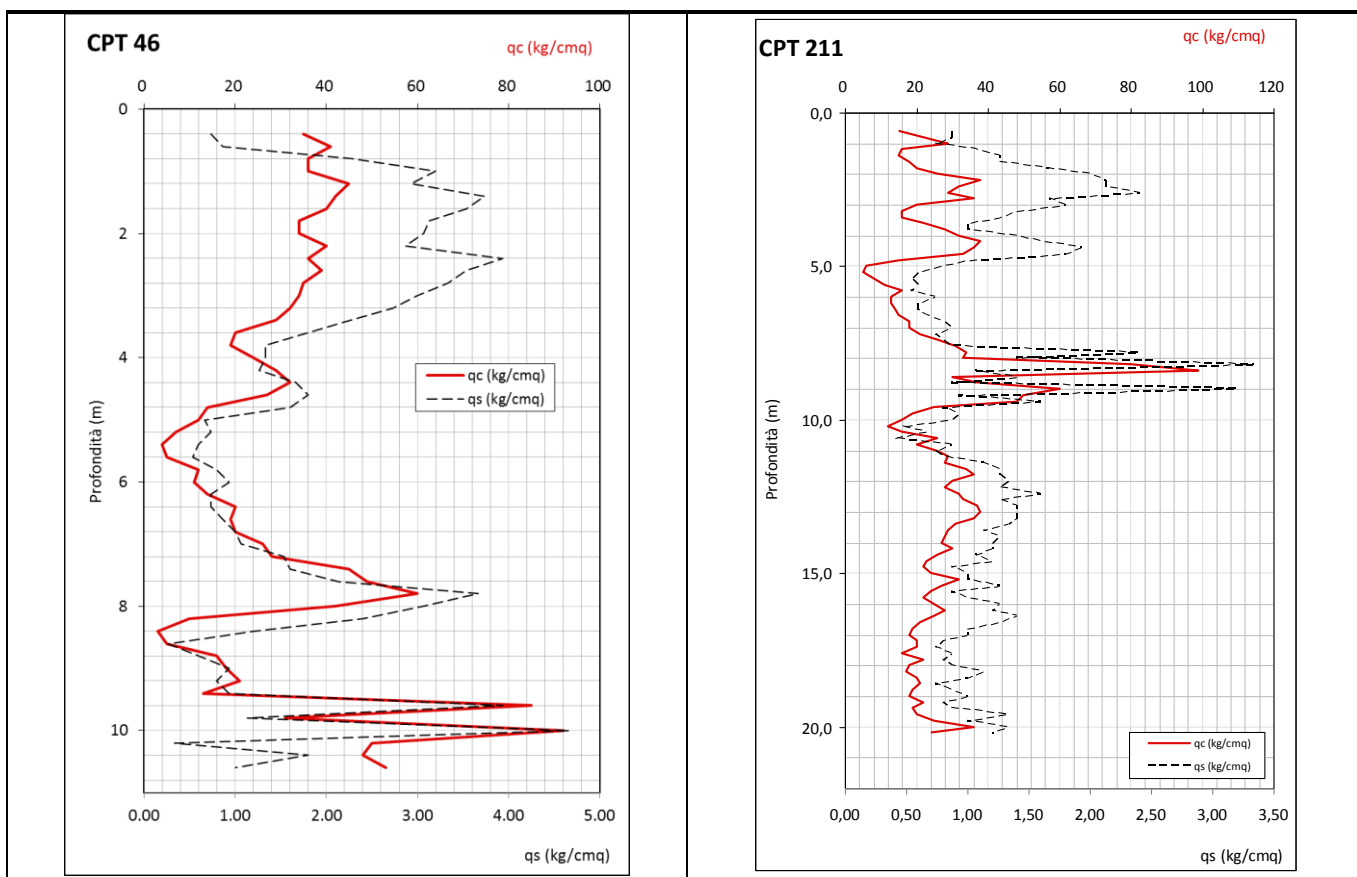
**AES7b**

Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola (AES7b), affiora prevalentemente nella parte Ovest del Comune di Alseno; Alseno stessa giace sulla sua superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico. L'unità è composta da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. I depositi sono attribuibili ai sistemi idrografici dei torrenti Arda, Ongina e Stirone. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 15 m



**LITOSTRATIMETRIA**

L'area è caratterizzata dalla presenza di argille e argille limose intercalate a lenti di ghiaia ad andamento discontinuo. Le indagini reperite (CPT46-47-48-101 e 180120P613) hanno evidenziato la presenza di una lente di ghiaie alla profondità di circa 4-6m dal p.c. nelle prove CPT48-101 e 180120P6013, mentre nelle prove CPT46-47 si è reperito un livello di ghiaie a profondità di 9.2-9.4m dal p.c. Nella prova CPT211 è stata reperita una sottile lente di ghiaie alla profondità di 8.2m dal p.c. seguita da argille fino alla profondità di 20.2m dal p.c.

**Denominazione dell'area**    **Alseno - Ambito 2 / parte****MORFOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico dell'alta pianura e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% a quote variabili tra 85-86 m s.l.m.

Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.

L'area interessa il conoide fossile del T. Arda.

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso acquifero A1b con piezometria media tra 76-78 m s.l.m. e soggiacenza 8-10 m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche elevate.

L'area si trova all'interno della zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta), come Zona di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

Dal punto di vista idraulico l'area risulta esterna alle fasce fluviali così come identificate dal PAI/PTCP.

L'elemento idraulico di maggiore rilievo risulta essere il Rio delle Fontane che scorre ad ovest dell'area in esame per il quale il PSC ha identificato una fascia di integrazione dell'ambito fluviale.

**Denominazione dell'area**    **Alseno - Ambito 2 / parte**

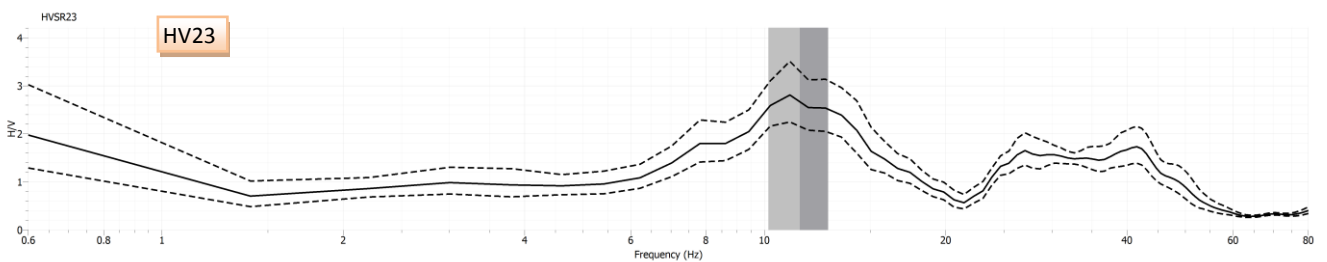
**SISMICA**

Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella tavola PSC7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale, come effetto di sito, si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

La profondità del substrato è indicata, nella tavola PSC9.2, a profondità >100m – Pianura 2.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alle prove SIS14, SIS13 e SIS8 che hanno fornito  $V_{s30} = 325-375$  m/s [350].

La prova sismica HV23 eseguita nell'area in esame ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di un picco con contrasti di impedenza bassi (<3) a 11.46 Hz.



La microzonazione di II livello riportata nel PSC (Tavola PSC9.2.) ha evidenziato i seguenti risultati:

**Amplificazione stratigrafica**

Zona di amplificazione stratigrafica:	ZONA 1
Valutazione della Vs	$V_{s30} = 325-375$ m/s [350]
FA di PGA	1.4
FA di SI 0.1s<To<0.5s	1.7
FA di SI 0.5s<To<1.0s	2.0

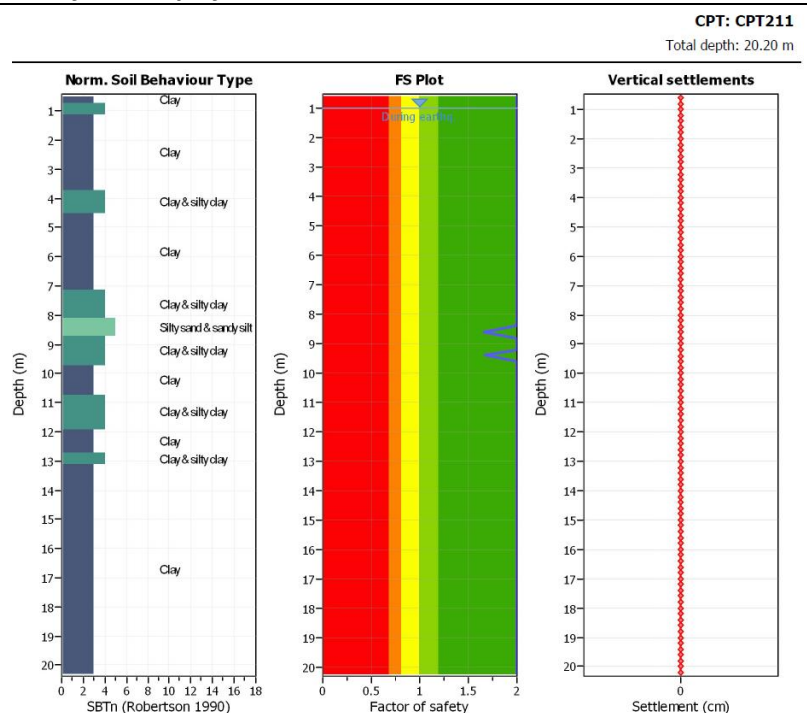
**Amplificazione topografica**

ST	1.0
----	-----

**Verifica di liquefazione**

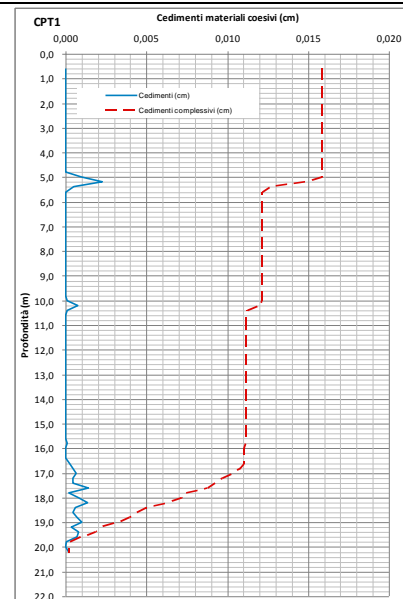
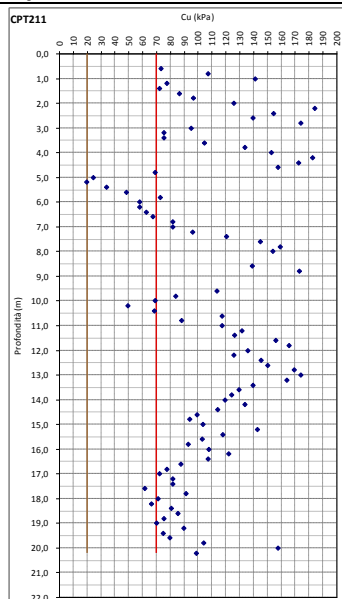
Falda: 1 m dal piano campagna
Accelerazione: 0.139g (D.A.L. 112/2007)
Amax: 0.195g
Magnitudo: 6.14

**Note:** la verifica, eseguita con il metodo di Robertson & Wride (1998) ha evidenziato un potenziale di liquefazione nullo.



**Denominazione dell'area**      **Alseno - Ambito 2 / parte**
**Verifica presenza depositi con  $C_u < 70$  kPa con spessore  $\geq 5$  m**

**Note:** la verifica ha evidenziato uno spessore con  $C_u < 70$  kPa di 2.8 m e cedimenti post sismici totali di 0.16 mm. Calcolo eseguito con i metodi proposti da Boulanger & Idriss (2007) e Robertson (2009).


**CONCLUSIONI**

Intervento geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni.

L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC; si dovrà limitare lo sviluppo di aree impermeabili predisponendo specifiche misure compensative degli interventi urbanistico-edilizi finalizzate a garantire la parità del bilancio idrico ed inoltre è obbligatorio collettare tutti i reflui prodotti alla pubblica fognatura.

Nelle fasi successive di pianificazione e/o urbanizzazione sarà necessario eseguire: indagini geognostiche e verifiche geotecniche locali che tengano in considerazione la presenza in superficie di terreni argillosi di scarse e medie caratteristiche meccaniche. Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di  $V_s$  e  $V_{s30}$ .

Verifiche sismiche anche considerando gli approfondimenti di II Livello eseguiti.

## 4.3 Alseno 9

Denominazione dell'area

Alseno - Ambito 9

## GEOLOGIA

## Unità geologica

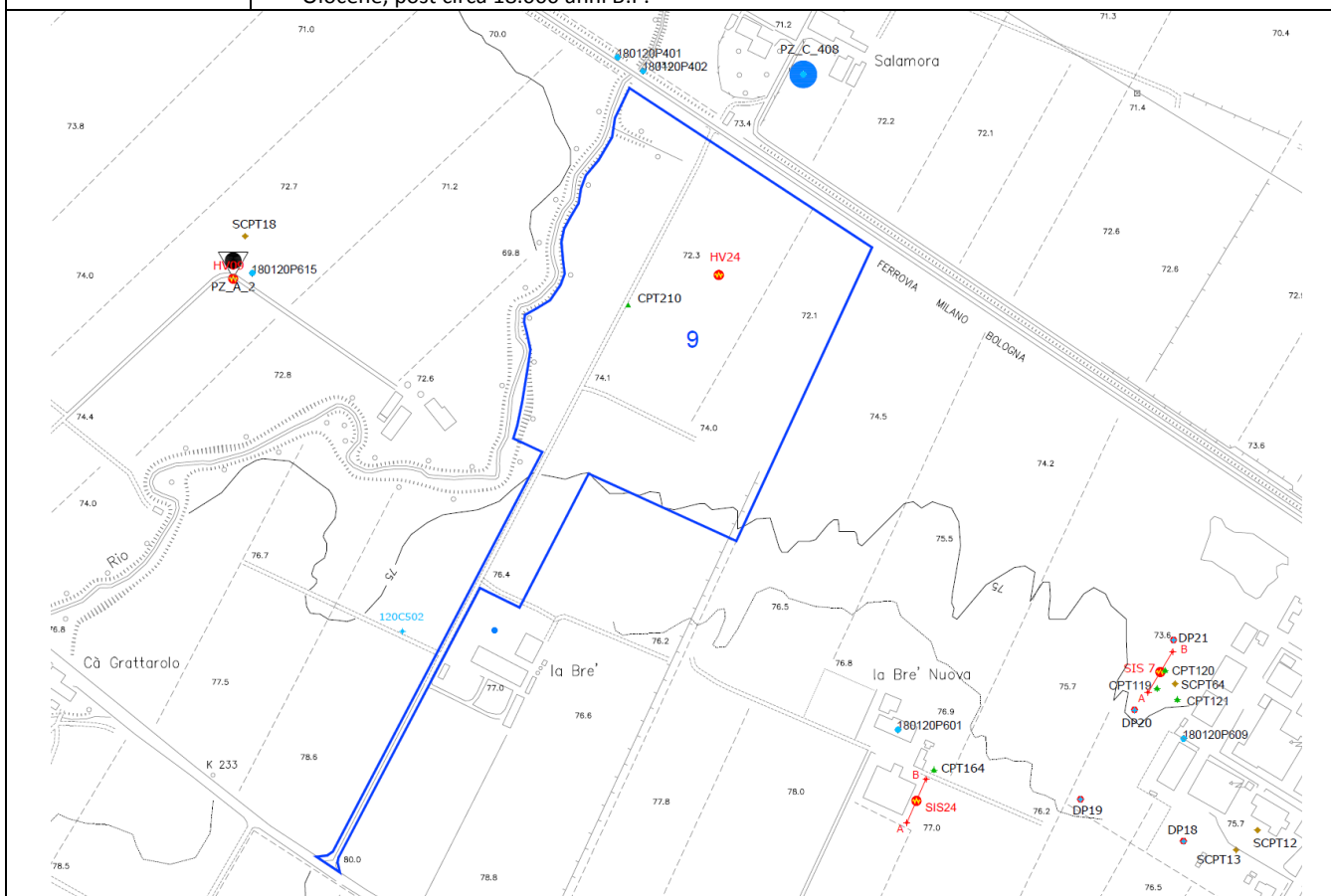
L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola (AES7b) e limitatamente alla porzione più occidentale dal Subsistema di Ravenna – Unità di Modena (AES8a) di cui di seguito si riporta una breve descrizione:

## AES7b

Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola (AES7b), affiora prevalentemente nella parte Ovest del Comune di Alseno; Alseno stessa giace sulla sua superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico. L'unità è composta da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. I depositi sono attribuibili ai sistemi idrografici dei torrenti Arda, Ongina e Stirone. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 15 m

## AES8a

Il Subsistema di Ravenna, composto da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e limi e limi sabbiosi. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 15 metri (zona Arda \_ Lusurasco-Alseno spessore 8.0-12.0 m). L'unità coincide con gli ultimi depositi terrazzanti e terrazzati dei reticoli idrografici dei torrenti Stirone, Ongina ed Arda. L'età è Pleistocene superiore - Olocene; post circa 18.000 anni B.P.

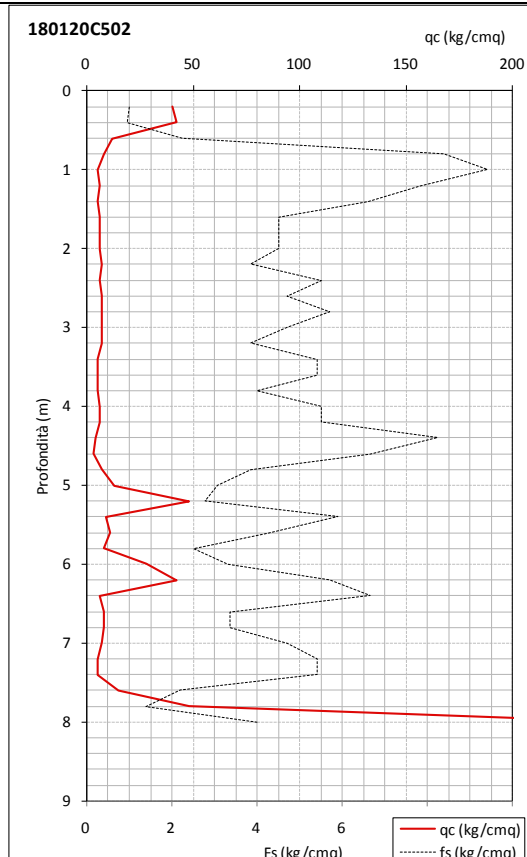
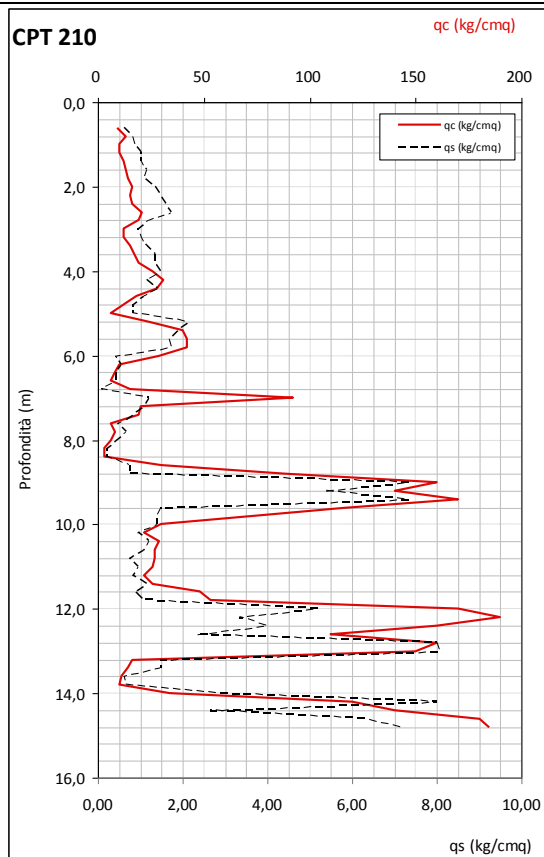


## LITOSTRATIMETRIA

L'area è caratterizzata dalla presenza in superficie di argille e argille limose intercalate a lenti di ghiaia ad andamento discontinuo. Le indagini reperite (180120C502-180120P401-180120P402) hanno evidenziato la presenza di ghiaie a profondità variabili tra 7.6-10.0 m dal p.c. Le ghiaie hanno nell'area spessore variabile da 2-6m e sono seguite da argille e argille limose. Nella prova CPT210 il tetto del primo orizzonte ghiaioso è stato reperito alla profondità di 8.6 m dal p.c.

Denominazione dell'area

Alseno - Ambito 9

**MORFOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico dell'alta pianura e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% a quote variabili tra 71-80 m s.l.m.

Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.

L'area interessa il conoide fossile del T. Ongina.

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso acquifero A1b con piezometria media tra 67-70 m s.l.m. e soggiacenza 4-6 m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche elevate

L'area si trova all'interno della zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta), come Zona di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

L'elemento idraulico di maggiore rilievo risulta essere il T. Grattarolo che scorre ad ovest dell'area in esame. La perimetrazione proposta lambisce in alcuni punti la fascia A del T. Grattarolo così come identificata dal PAI/PTCP.

Nel "Piano Alluvioni" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (in corso di approvazione) è segnalata la possibilità di alluvioni frequenti (livello di pericolosità P2 o M) da parte del reticolo secondario di pianura con livello di rischio basso (R1).



<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Alseno - Ambito 9</b>
--------------------------------	--------------------------

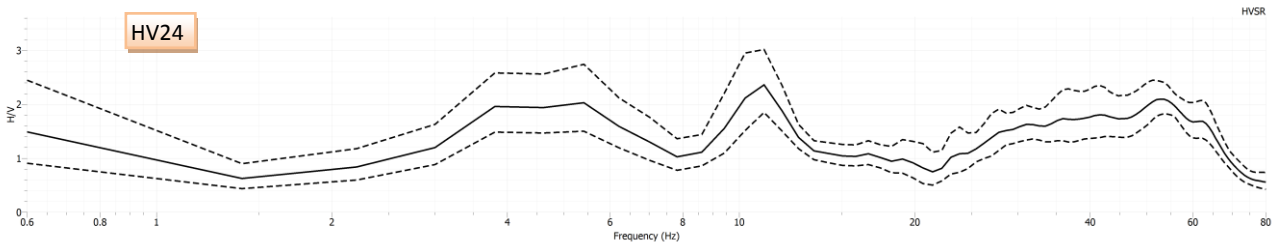
**SISMICA**

Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella Tavola PSC7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale, come effetto di sito, si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

Nella Tavola PSC9.2 la profondità del substrato è indicata a profondità >100m – Pianura 2.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alle prove SIS24, HV09 e HV24 che hanno fornito  $V_{s30} = 300-348$  m/s

La prova sismica HV24 eseguita nell'area in esame ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di due picchi con contrasti di impedenza bassi (<3) a 4.7Hz (A=1.98) e 10.7 Hz (A=2.3), confermando il dato evidenziato anche dalla prova HV09 eseguita nei pressi del Pozzo Gorra (180120615).

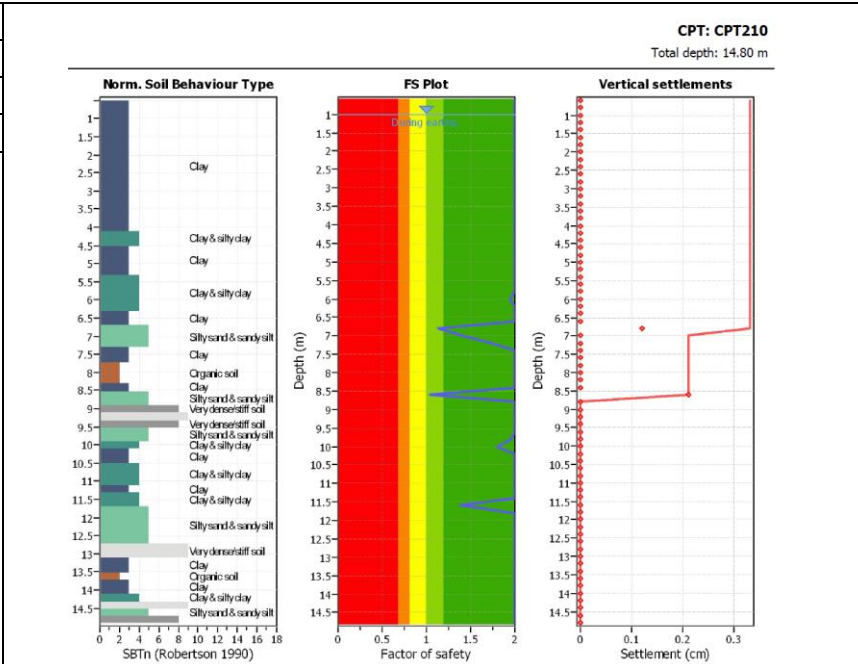


La microzonazione di II livello riportata nel PSC (Tavola PSC 9.2.) ha evidenziato i seguenti risultati:

Amplificazione stratigrafica	
Zona di amplificazione stratigrafica:	Zona 1
FA di PGA	1.4
FA di SI 0.1s<To<0.5s	1.7
FA di SI 0.5s<To<1.0s	2.0
Amplificazione topografica	
ST	1.0

**Verifica di liquefazione**

Falda: 1 m dal piano campagna
Accelerazione: 0.139g (D.A.L. 112/2007)
Amax: 0.195g
Magnitudo: 6.14



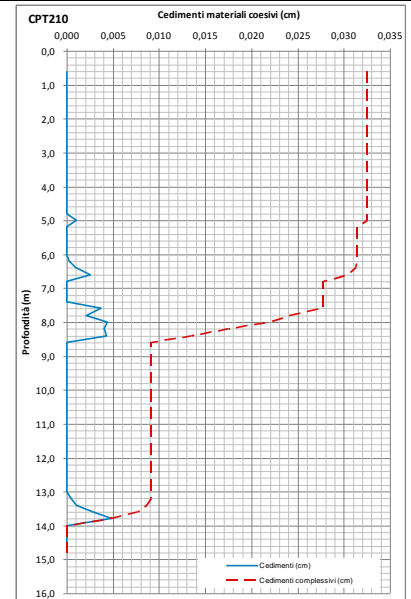
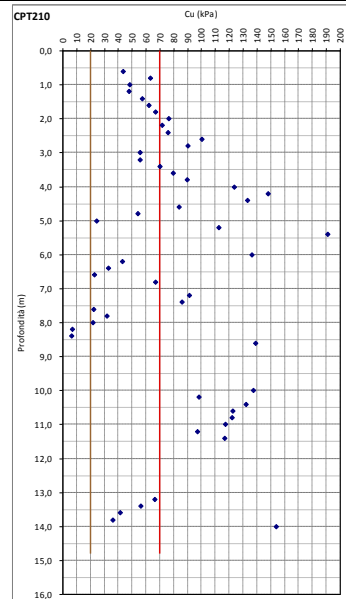
**Note:** le verifiche, eseguite con il metodo di Robertson & Wride (1998), hanno evidenziato un potenziale di liquefazione nullo.

Denominazione dell'area

Alseno - Ambito 9

**Verifica presenza depositi con  $C_u < 70$  kPa con spessore  $\geq 5$  m**

**Note:** la verifica ha evidenziato uno spessore con  $C_u < 70$  kPa di 4.8 m e cedimenti post sismici totali di 0.325 mm. Calcolo eseguito con i metodi proposti da Boulanger & Idriss (2007) e Robertson (2009).

**CONCLUSIONI**

Intervento geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni.

Nella fascia fluviale PAI/PTCP del T Grattarolo sono consentite solo opere di regimazione idraulica e mitigazione paesaggistica. Sarà inoltre necessario eseguire regimazioni e valutazioni idrauliche relative alla zona più prossima al corso d'acqua.

Dovranno essere previsti adeguati sistemi di drenaggio delle acque meteoriche (ad esempio vasche di laminazione o sovradimensionamento delle tubazioni) ed un'attenta progettazione dei sistemi di regolazione dei deflussi superficiali, da dimensionare sulla base delle peggiori ipotesi prevedibili, a garanzia della sicurezza idraulica dell'insediamento.

L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC; si dovrà limitare lo sviluppo di aree impermeabili predisponendo specifiche misure compensative degli interventi urbanistico-edilizi finalizzate a garantire la parità del bilancio idrico ed inoltre è obbligatorio collettare tutti i reflui prodotti alla pubblica fognatura.

Dovranno essere raccolte e trattate tutte le acque di prima pioggia provenienti da aree produttive, secondo quanto previsto dalla D.G.R. 286/2005.

Sarà necessario pertanto mettere in atto ogni misura idonea a proteggere i corpi idrici dagli eventuali inquinanti prodotti dall'attività prevista.

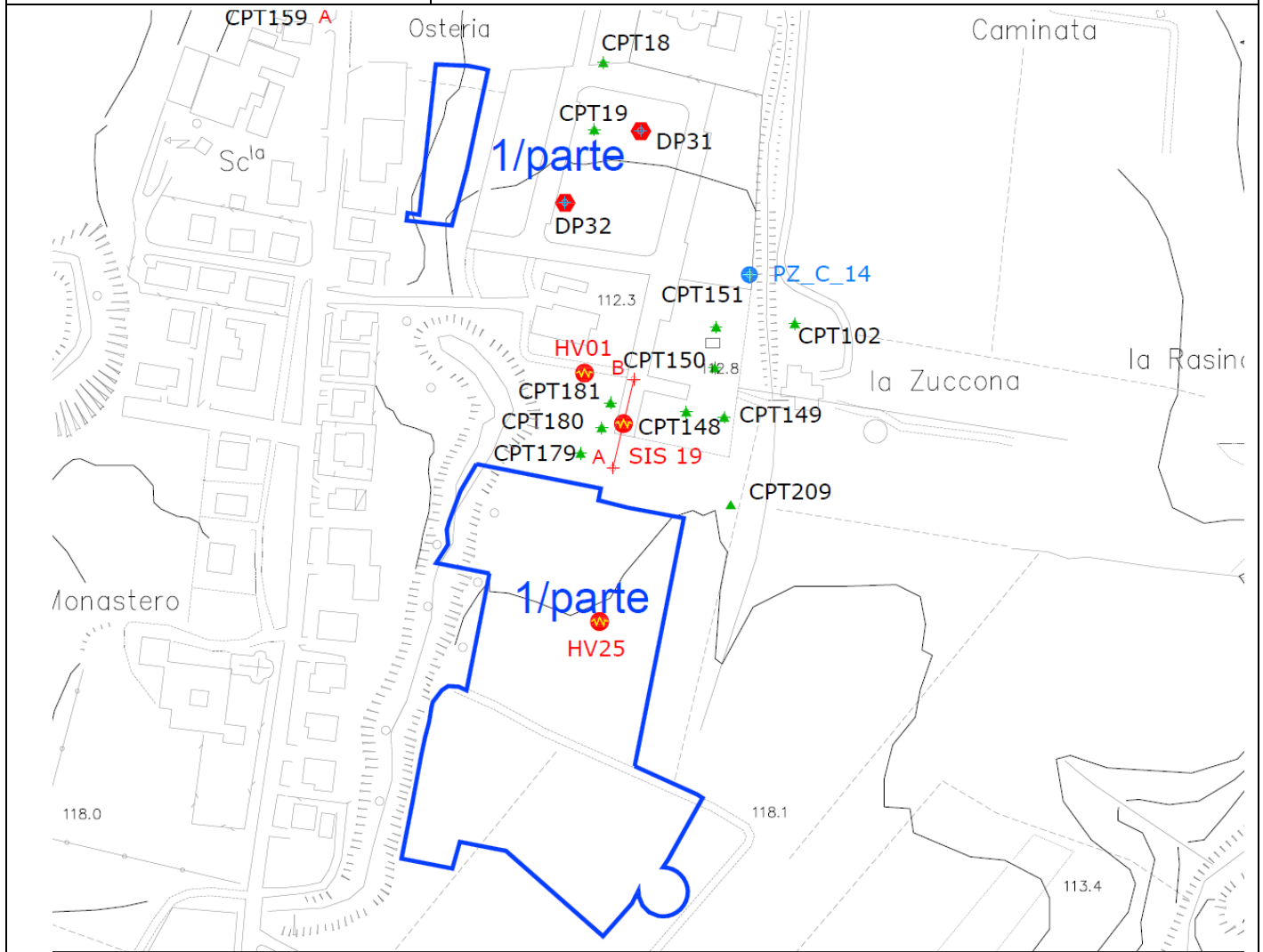
Nelle fasi successive di pianificazione e/o urbanizzazione sarà necessario eseguire: indagini geognostiche e verifiche geotecniche locali che tengano in considerazione la presenza in superficie di terreni argillosi di scarse e medie caratteristiche meccaniche. Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di  $V_s$  e  $V_{s30}$ .

4.4 Castelnuovo Fogliani 1/parte

<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Castelnuovo Fogliani - Ambito 1/parte</b>
--------------------------------	--

**GEOLOGIA**

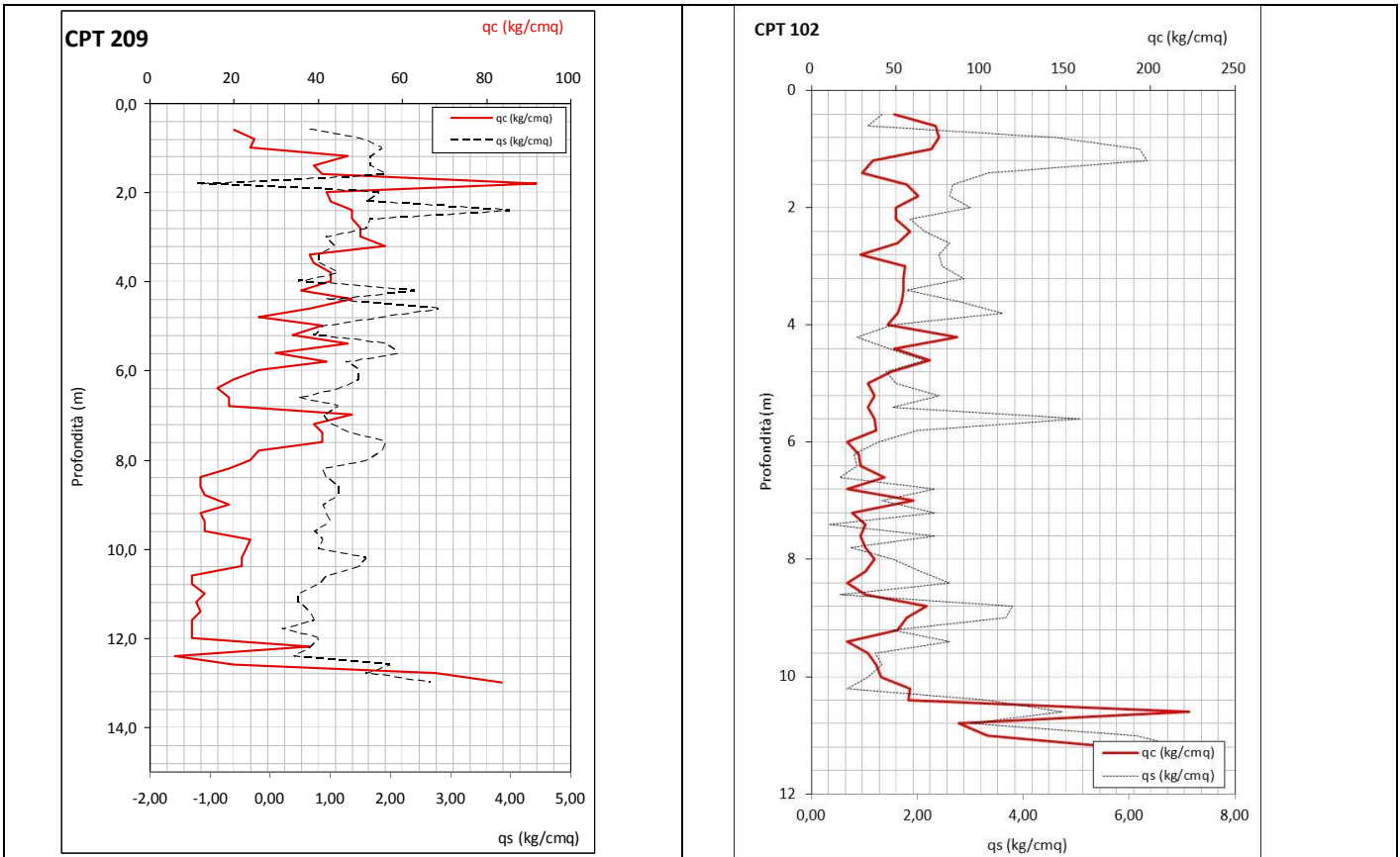
<p>Unità geologica</p>	<p>L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Agazzano di cui di seguito si riporta una breve descrizione:</p> <p><b>AES3</b></p> <p>L'areale in cui affiora l'AES3 si trova prevalentemente nella parte sud ed orientale del comune di Alseno; in particolare sulla sua superficie deposizionale relitta giacciono da monte verso valle gli abitati di Cortina, Fellegara e Gasparini per la zona affiorante tra la Val d'Arda e la Valle Ongina e l'abitato di Castelnuovo Fogliani per la zona affiorante tra la Valle Ongina e la Valle dello Stirone.</p> <p>L'unità è costituita da ghiaie e ghiaie sabbiose di colore grigio-nocciola, giallo-rossastro all'alterazione (depositi di conoide alluvionale) e da depositi fini dati da limi stratificati, grigio-nocciola, giallo-ocracei all'alterazione, con subordinati livelli di ghiaie e sabbie (depositi di interconoide). I depositi intravallivi sono spesso terrazzati e incisi dai reticoli idrografici più recenti. Lo spessore massimo di circa 25-30 metri e l'età è Pleistocene medio.</p>
------------------------	--



**LITOSTRATIMETRIA**

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite e reperite e delle stratigrafie di pozzi presenti nell'area è possibile sintetizzare la stratigrafia dell'area in esame come alternanze di livelli argilloso – limosi coesivi (in superficie) con livelli di ghiaie in abbondante matrice argilloso-sabbiosa fino alla profondità di circa 20-25m dal p.c.

<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Castelnuovo Fogliani - Ambito 1/parte</b>
--------------------------------	--



**MORFOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico della bassa collina e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% fatta eccezione per le porzioni prossime al Rio Castelnuovo che scorre al confine occidentale dell'area in esame.

Il Rio Castelnuovo risulta tombato sia a monte che a valle dell'area in esame.

Nella figura seguente è riportata l'indicazione della scarpata esistente del Rio Castelnuovo con la relativa fascia di rispetto individuata pari a circa 10m. La definizione della fascia di rispetto alla scarpata del Rio Castelnuovo dovrà essere dettagliata nelle successive fasi di progettazione (PUA) in relazione anche all'esecuzione di specifici rilievi topografici inoltre la stabilità globale del sito dovrà essere oggetto di specifiche verifiche.



**Denominazione dell'area**

**Castelnuovo Fogliani - Ambito 1/parte**

Le quote sono variabili tra 110-118 m s.l.m.

Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso acquifero A2 con piezometria media tra 91-104 m s.l.m. e soggiacenza 8-15 m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche elevate

L'area si trova all'interno della zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta) e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

L'elemento idraulico di maggiore rilievo risulta essere il Rio Castelnuovo che scorre ad ovest dell'area in esame e ne costituisce il limite occidentale, mentre ad est scorre il Rio della Rivazza.

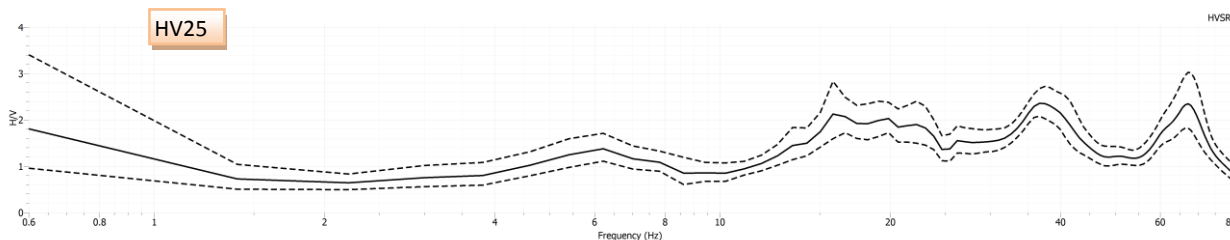
**SISMICA**

Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella tavola PSC7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale, come effetto di sito, si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

La profondità del substrato è indicata, nella tavola PSC9.2, a profondità <100m – Pianura 1.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alle prove SIS6 e SIS19 che hanno fornito  $V_{s30} = 275-325$  m/s [300].

La prova sismica HV25 eseguita nell'area in esame ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di due picchi con contrasti di impedenza bassi (<2) a 6.3Hz (A=1.3) e 17.6 Hz (A=1.9). Confermando il dato evidenziato anche dalla prova HV01 a nord dell'area.



La microzonazione di II livello riportata nel PSC (Tavola PSC9.2.) ha evidenziato i seguenti risultati:

**Amplificazione stratigrafica**

Zona di amplificazione stratigrafica:	ZONA 4
FA di PGA	1.6
FA di SI 0.1s<To<0.5s	1.8
FA di SI 0.5s<To<1.0s	2.4

**Amplificazione topografica**

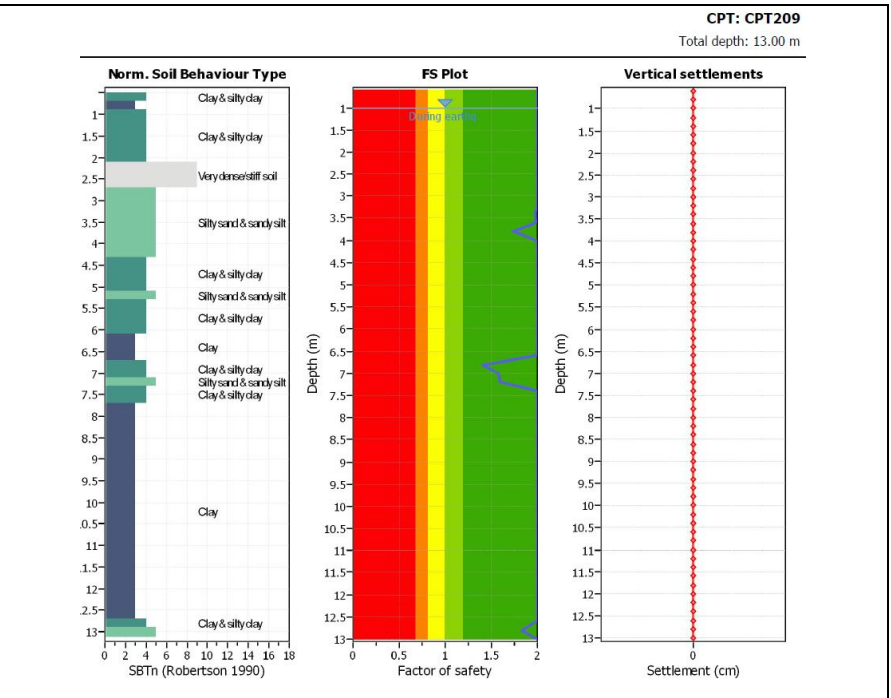
ST	1.0
----	-----

**Verifica di liquefazione**

**Denominazione dell'area** **Castelnuovo Fogliani - Ambito 1/parte**

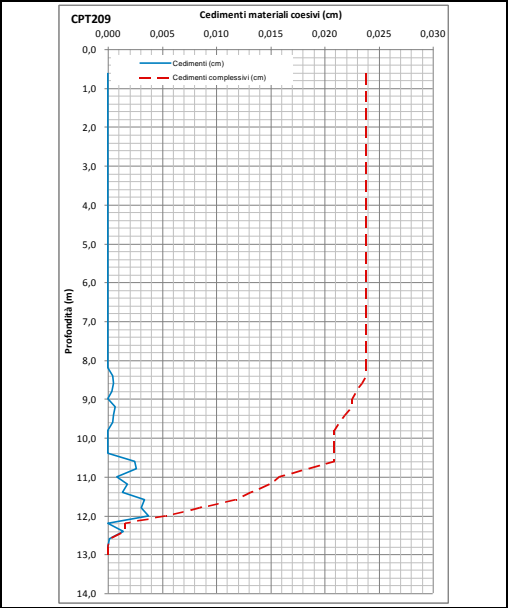
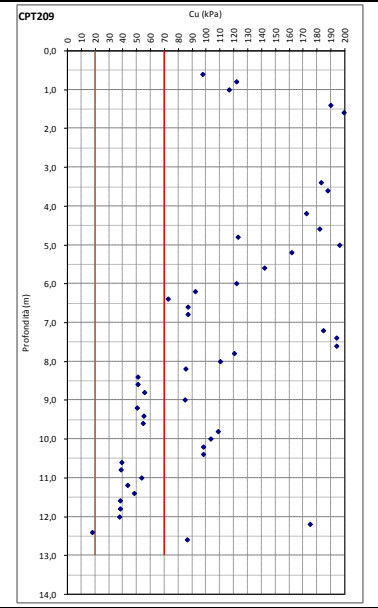
Falda: 1 m dal piano campagna  
 Accelerazione: 0.139g (D.A.L. 112/2007)  
 Amax: 0.222g  
 Magnitudo: 6.14

**Note:** la verifica, eseguita con il metodo di Robertson & Wride (1998), ha evidenziato un potenziale di liquefazione nullo.



**Verifica presenza depositi con Cu < 70 kPa con spessore ≥ 5 m**

**Note:** la verifica ha evidenziato uno spessore con Cu < 70 kPa di 3.0 m e cedimenti post sismici totali di 0.24 mm. Calcolo eseguito con i metodi proposti da Boulanger & Idriss (2007) e Robertson (2009)).



**CONCLUSIONI**

Intervento geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni.

L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC; si dovrà limitare lo sviluppo di aree impermeabili predisponendo specifiche misure compensative degli interventi urbanistico-edilizi finalizzate a garantire la parità del bilancio idrico ed inoltre è obbligatorio collettare tutti i reflui prodotti alla pubblica fognatura.

Sarà necessario eseguire la regimazione delle acque superficiali in modo da impedire il ruscellamento diffuso ed incontrollato verso la nuova urbanizzazione.

**Denominazione dell'area****Castelnuovo Fogliani - Ambito 1/parte**

La localizzazione dei nuovi edifici dovrà avere una distanza dal ciglio della scarpata lungo il Rio Castelnuovo pari ad almeno l'altezza della scarpata stessa. La definizione della fascia di rispetto alla scarpata del Rio Castelnuovo dovrà essere dettagliata nelle successive fasi di progettazione (PUA) in relazione anche all'esecuzione di specifici rilievi topografici e la stabilità globale del sito dovrà essere oggetto di specifiche verifiche di stabilità dei versanti. Nell'area prospiciente il Rio Castelnuovo è prevista comunque la realizzazione di un'area a verde pubblico attrezzato.

Nelle fasi successive di pianificazione e/o urbanizzazione sarà necessario eseguire: indagini geognostiche e verifiche geotecniche locali che tengano in considerazione la presenza in superficie di terreni argillosi di scarse e medie caratteristiche meccaniche; dovrà inoltre essere eseguita l'analisi dei cedimenti totali e differenziali che possono essere indotti dalla variabilità litologica esistente. Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di  $V_s$  e  $V_{s30}$ .

4.5 Castelnuovo Fogliani 2/parte

Denominazione dell'area

Castelnuovo Fogliani - Ambito 2/parte

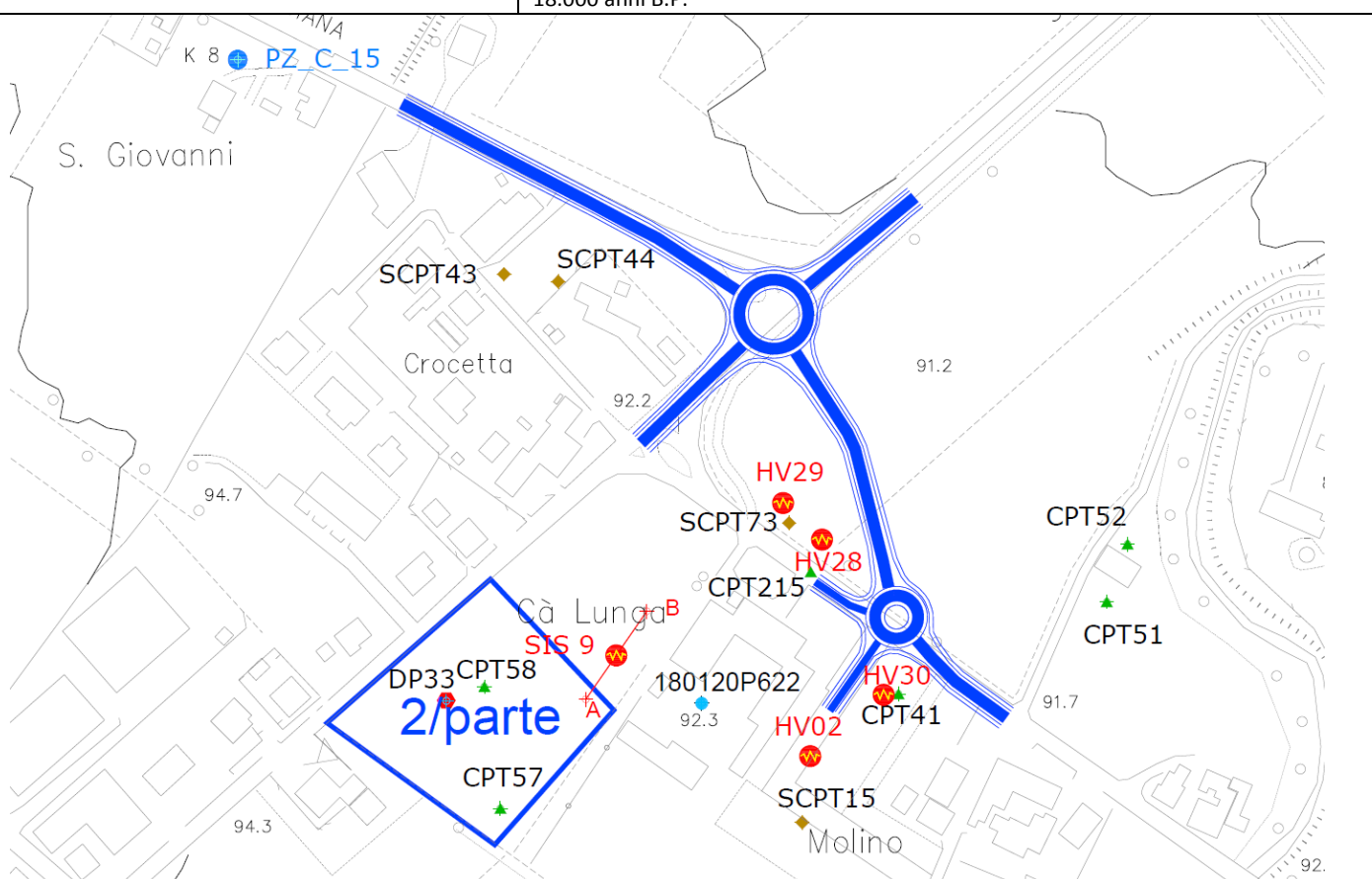
**GEOLOGIA**

Unità geologica

L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Ravenna – Unità di Modena (Aes8a) di cui di seguito si riporta una breve descrizione:

**AES8a**

Il Subsistema di Ravenna, composto da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e limi e limi sabbiosi. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 15 metri (zona Arda \_ Lusurasco-Alseno spessore 8.0-12.0 m). L'unità coincide con gli ultimi depositi terrazzanti e terrazzati dei reticoli idrografici dei torrenti Stirone, Ongina ed Arda. L'età è Pleistocene superiore - Olocene; post circa 18.000 anni B.P.



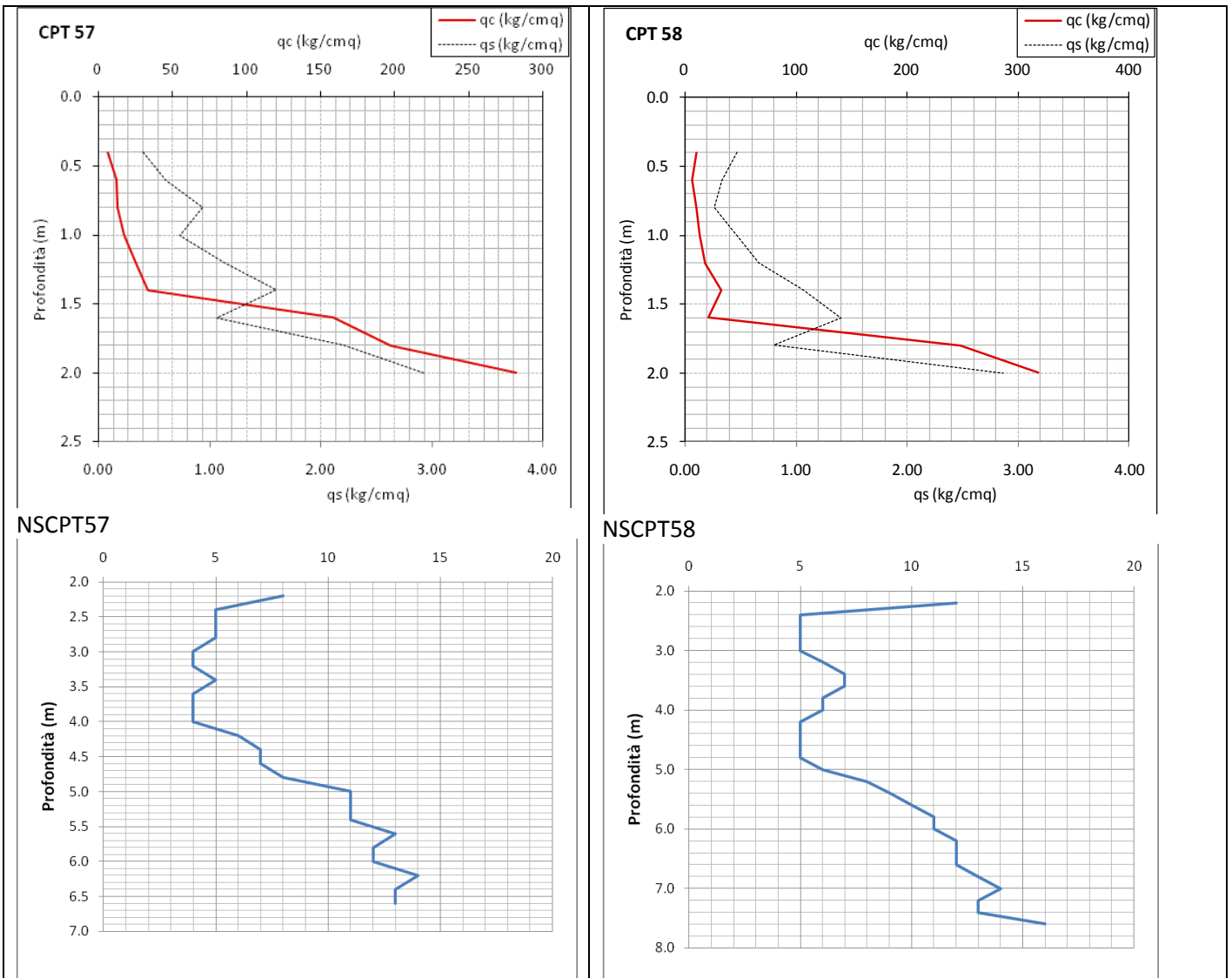
**LITOSTRATIMETRIA**

L'area è caratterizzata dalla presenza in superficie di alternanze di livelli argilloso – limosi coesivi (in superficie) con livelli di ghiaie in abbondante matrice argilloso-sabbiosa, fino alla profondità di circa 10m dal p.c.



**Denominazione dell'area**

**Castelnuovo Fogliani - Ambito 2/parte**



**MORFOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico dell'alta pianura e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% a quote variabili tra 92-95 m s.l.m.

Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.

L'area interessa il conoide fossile del T. Ongina.

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso acquifero A0 con piezometria media tra 90-91.5 m s.l.m. e soggiacenza 1-2 m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche più elevate.

L'area si trova all'interno della zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta), come Zona di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

**Denominazione dell'area**

**Castelnuovo Fogliani - Ambito 2/parte**

L'elemento idraulico di maggiore rilievo risulta essere il T. Ongina che scorre ad est dell'area in esame. L'area risulta esterna alle fasce fluviali così come perimetrata dal PAI/PTCP.

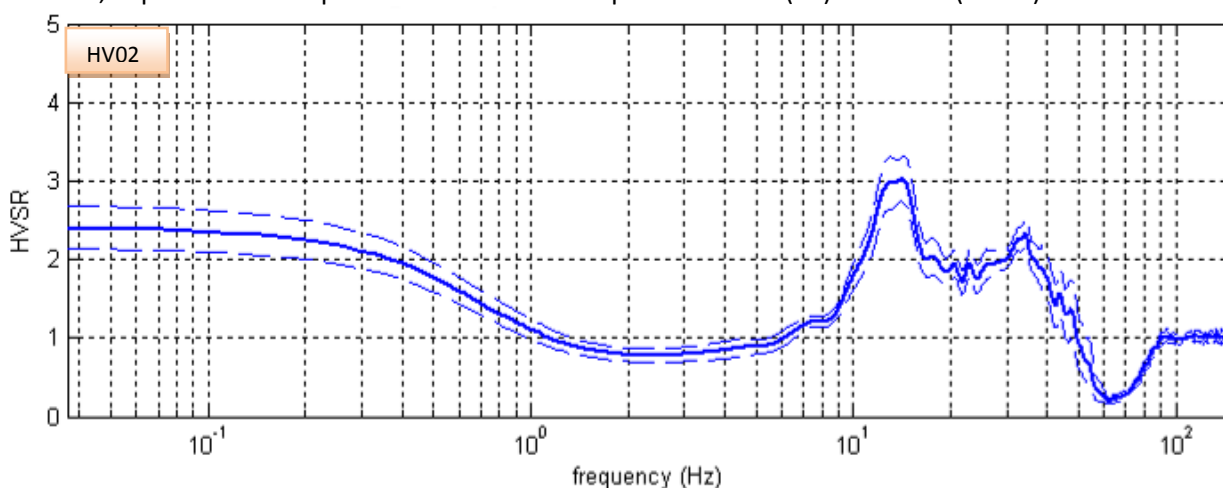
**SISMICA**

Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella Tavola PSC7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale, come effetto di sito, si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

Nella Tavola PSC9.2 la profondità del substrato è indicata a profondità <100m – Pianura 1.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alla prova SIS9 che hanno fornito  $V_{S30} = 275-300$  m/s [300].

La prova sismica HV02 eseguita nei pressi dell'area in esame ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di un picco con contrasti di impedenza bassi (<3) a 13.7 Hz (A=2.9).



La microzonazione di II livello riportata nel PSC (Tavola PSC 9.2.) ha evidenziato i seguenti risultati:

Amplificazione stratigrafica	
Zona di amplificazione stratigrafica:	ZONA 4
FA di PGA	1.6
FA di SI 0.1s<To<0.5s	1.8
FA di SI 0.5s<To<1.0s	2.4
Amplificazione topografica	
ST	1.0

Denominazione dell'area

Castelnuovo Fogliani - Ambito 2/parte

**Verifica di liquefazione**

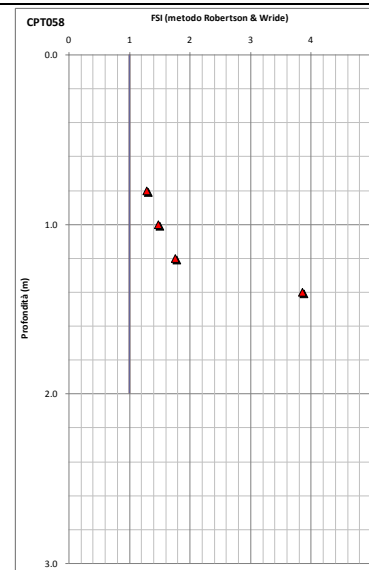
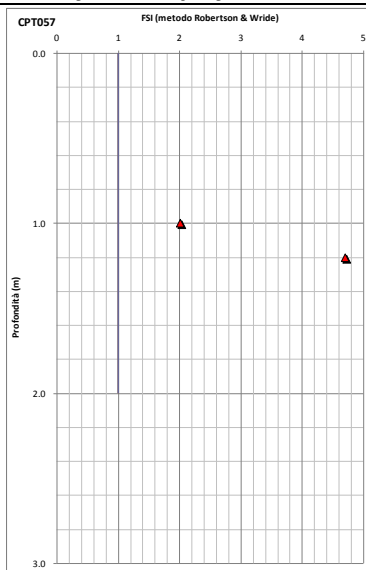
Falda: 1 m dal piano campagna

Accelerazione: 0.139g (D.A.L. 112/2007)

Amax: 0.222g

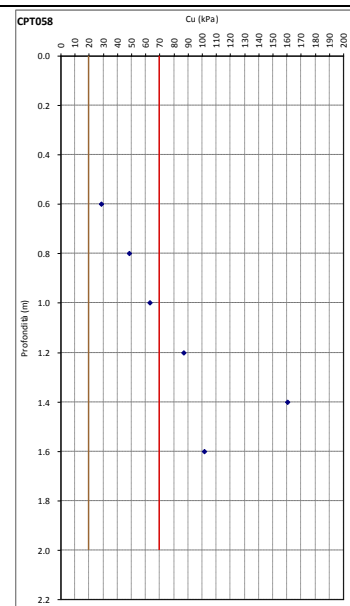
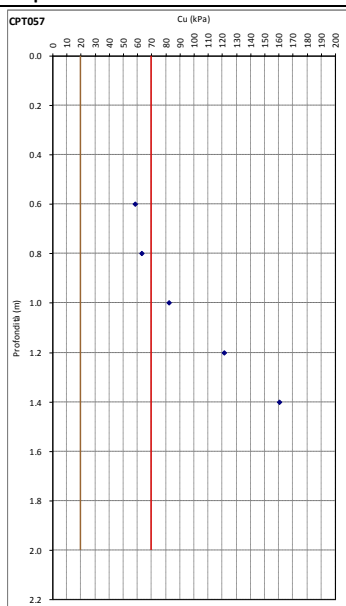
Magnitudo: 6.14

**Note:** le verifiche, eseguite con il metodo di Robertson & Wride (1998), hanno evidenziato un potenziale di liquefazione nullo.



**Verifica presenza depositi con Cu < 70 kPa con spessore ≥ 5 m**

**Note:** la verifica ha evidenziato uno spessore con Cu < 70 kPa di 0.4-0.6 m.



**CONCLUSIONI**

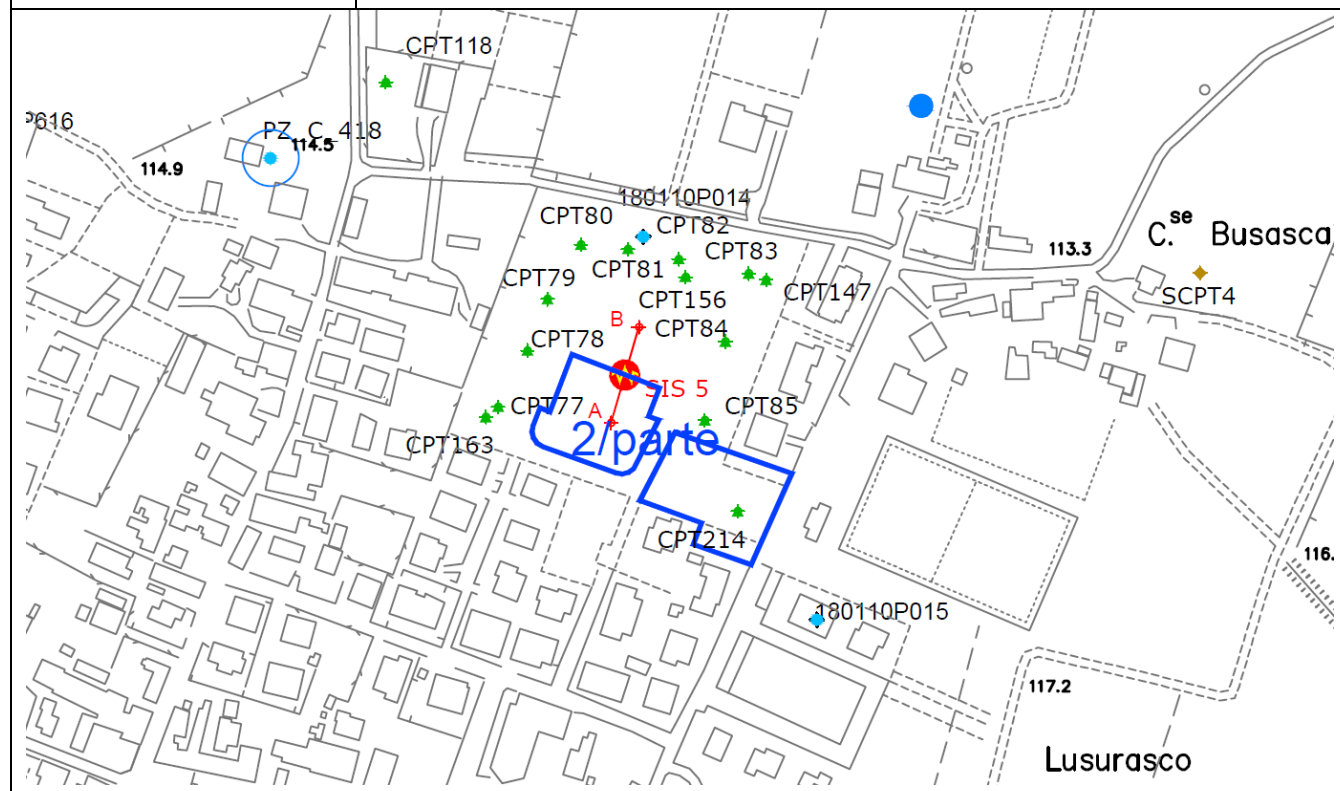
Intervento geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni.  
 L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC; si dovrà limitare lo sviluppo di aree impermeabili predisponendo specifiche misure compensative degli interventi urbanistico-edilizi finalizzate a garantire la parità del bilancio idrico ed inoltre è obbligatorio collettare tutti i reflui prodotti alla pubblica fognatura.  
 Nelle fasi successive di pianificazione e/o urbanizzazione sarà necessario eseguire: indagini geognostiche e verifiche geotecniche locali che tengano in considerazione la presenza in superficie di terreni argillosi di scarse e medie caratteristiche meccaniche; dovrà inoltre essere eseguita l'analisi dei cedimenti totali e differenziali che possono essere indotti dalla variabilità litologica esistente. Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di Vs e Vs<sub>30</sub>. Dovrà anche essere eseguita una progettazione che consideri l'eventuale presenza della falda a quote prossime al piano campagna.

4.6 Lusurasco 2/parte

<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Lusurasco - Ambito 2/parte</b>
--------------------------------	-----------------------------------

**GEOLOGIA**

Unità geologica	<p>L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Ravenna (AES8) di cui di seguito si riporta una breve descrizione:</p> <p><b>AES8</b></p> <p>L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Ravenna, composto da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e limi e limi sabbiosi. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 15 metri (zona Arda _ Lusurasco-Alseno spessore 8.0-12.0 m). L'unità coincide con gli ultimi depositi terrazzanti e terrazzati dei reticoli idrografici dei torrenti Stirone, Ongina ed Arda. L'età è Pleistocene superiore - Olocene; post circa 18.000 anni B.P.</p>
-----------------	--



**LITOSTRATIMETRIA**

<p>L'area è caratterizzata dalla presenza in superficie di livelli argilloso limosi coesivi fino a profondità variabili tra 1.0-2.5m dal p.c. seguiti da ghiaie in abbondante matrice argilloso-sabbiosa di spessore variabile tra 0.5-3.0m seguiti da argille e argille limose.</p>
--

**MORFOLOGIA**

<p>Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico dell'alta pianura e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% a quote variabili tra 113-117m s.l.m.</p> <p>Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.</p> <p>L'area interessa il conoide fossile del T. Arda.</p>
--

<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Lusurasco - Ambito 2/parte</b>
--------------------------------	-----------------------------------

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso acquifero A0 con piezometria media tra 109-114 m s.l.m. con una soggiacenza di circa 2.9-6.0 m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche elevate

L'area si trova all'interno della zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta), come Zona di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

L'elemento idraulico di maggiore rilievo risulta essere il T. Arda che scorre ad ovest dell'area in esame, mentre ad est si trova il Rio Gerola.

Dal punto di vista idraulico l'area risulta esterna alle fasce fluviali così come identificate dal PAI/PTCP. E' segnalata però come zona di difficile deflusso delle acque superficiali della rete scolante secondaria. La zona è inoltre segnalata come interessata da possibili allagamenti in caso di collasso della diga di Mignano.

Nel "Piano Alluvioni" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (in corso di approvazione) è segnalata la possibilità di alluvioni frequenti (livello di pericolosità P3 o H) da parte del reticolo secondario di pianura con livello di rischio elevato (R3).

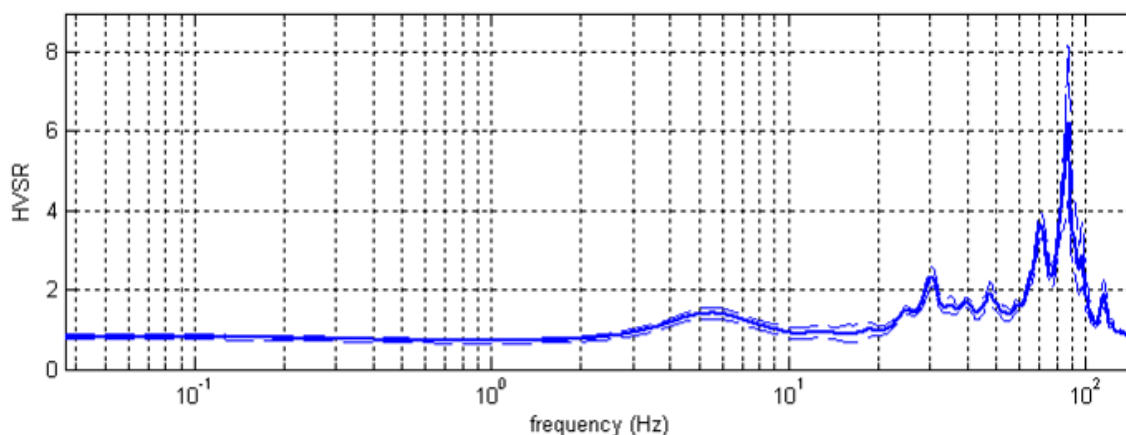
**SISMICA**

Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella tavola PSC7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale come effetto di sito si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

La profondità del substrato è indicata, nella tavola PSC9.2, a profondità >100m – Pianura 2.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alle prove SIS5 – SIS15 che hanno fornito  $V_{s30} = 336-428$  m/s [350].

La prova sismica HV10 eseguita nei pressi del pozzo Lusurasco [180110P629] ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di un picco con contrasti di impedenza bassi (<2) a 5.6 Hz (A=1.4).



La microzonazione di II livello riportata nel PSC ha evidenziato i seguenti risultati:

Amplificazione stratigrafica

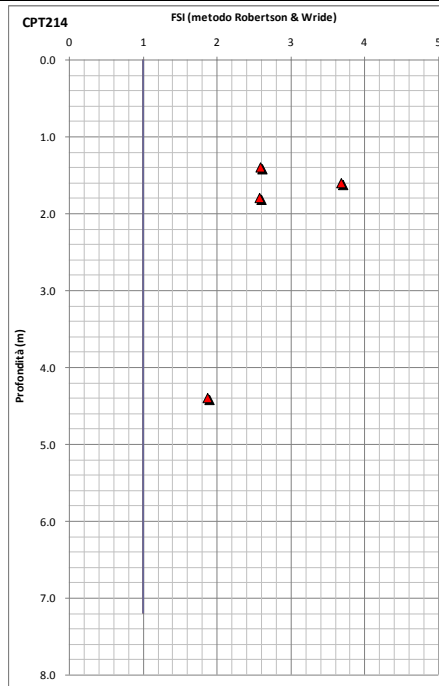
Zona di amplificazione stratigrafica:	ZONA 1
FA di PGA	1.4
FA di SI 0.1s<To<0.5s	1.7
FA di SI 0.5s<To<1.0s	2.0

Amplificazione topografica

ST	1.0
----	-----

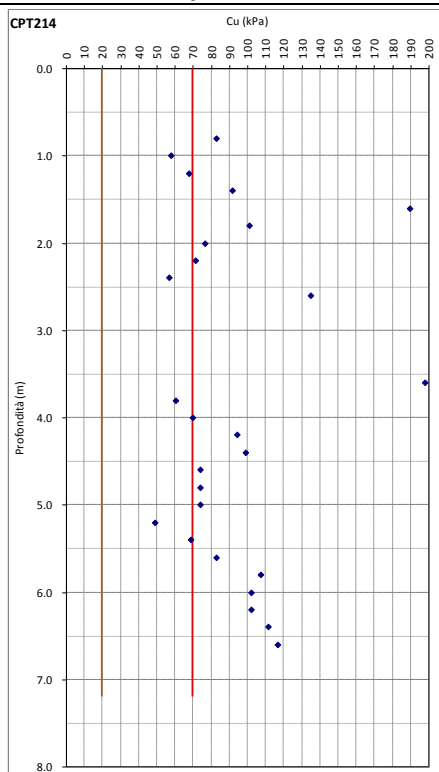
Verifica di liquefazione

Falda: 1 m dal piano campagna
Accelerazione: 0.139g (D.A.L. 112/2007)
Amax: 0.195g
Magnitudo: 6.14



**Note:** la verifica, eseguita con il metodo di Robertson & Wride (1998) ha evidenziato un potenziale di liquefazione nullo.

Verifica presenza depositi con Cu < 70 kPa con spessore ≥ 5 m



**Note:** la verifica ha evidenziato uno spessore con Cu < 70 kPa di 1.4 m.

**CONCLUSIONI**

Intervento geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni.

L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC; si dovrà limitare lo sviluppo di aree impermeabili predisponendo specifiche misure compensative degli interventi urbanistico-edilizi finalizzate a garantire la parità del bilancio idrico ed inoltre è obbligatorio collettare tutti i reflui prodotti alla pubblica fognatura.

Dovranno essere previsti adeguati sistemi di drenaggio delle acque meteoriche (ad esempio vasche di laminazione o sovradimensionamento delle tubazioni).

Nell'area sono stati eseguiti vari interventi di regimazione idraulica delle acque superficiali; nelle fasi di pianificazione e progettazione successiva dovrà essere valutata la congruità degli interventi già eseguiti in relazione alla nuova urbanizzazione.

Nelle fasi successive di pianificazione e/o urbanizzazione sarà necessario eseguire indagini geognostiche e verifiche geotecniche locali che tengano in considerazione la presenza in superficie di terreni argillosi di scarse e medie caratteristiche meccaniche, dovrà inoltre essere eseguita l'analisi dei cedimenti totali e differenziali che possono essere indotti dalla variabilità litologica esistente.

Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di  $V_s$  e  $V_{s_{30}}$ . Dovranno essere eseguite verifiche sismiche anche considerando gli approfondimenti di II Livello eseguiti.

4.7 Lusurasco 4/parte

**Denominazione dell'area** Lusurasco - Ambito 4/parte

**GEOLOGIA**

Unità geologica

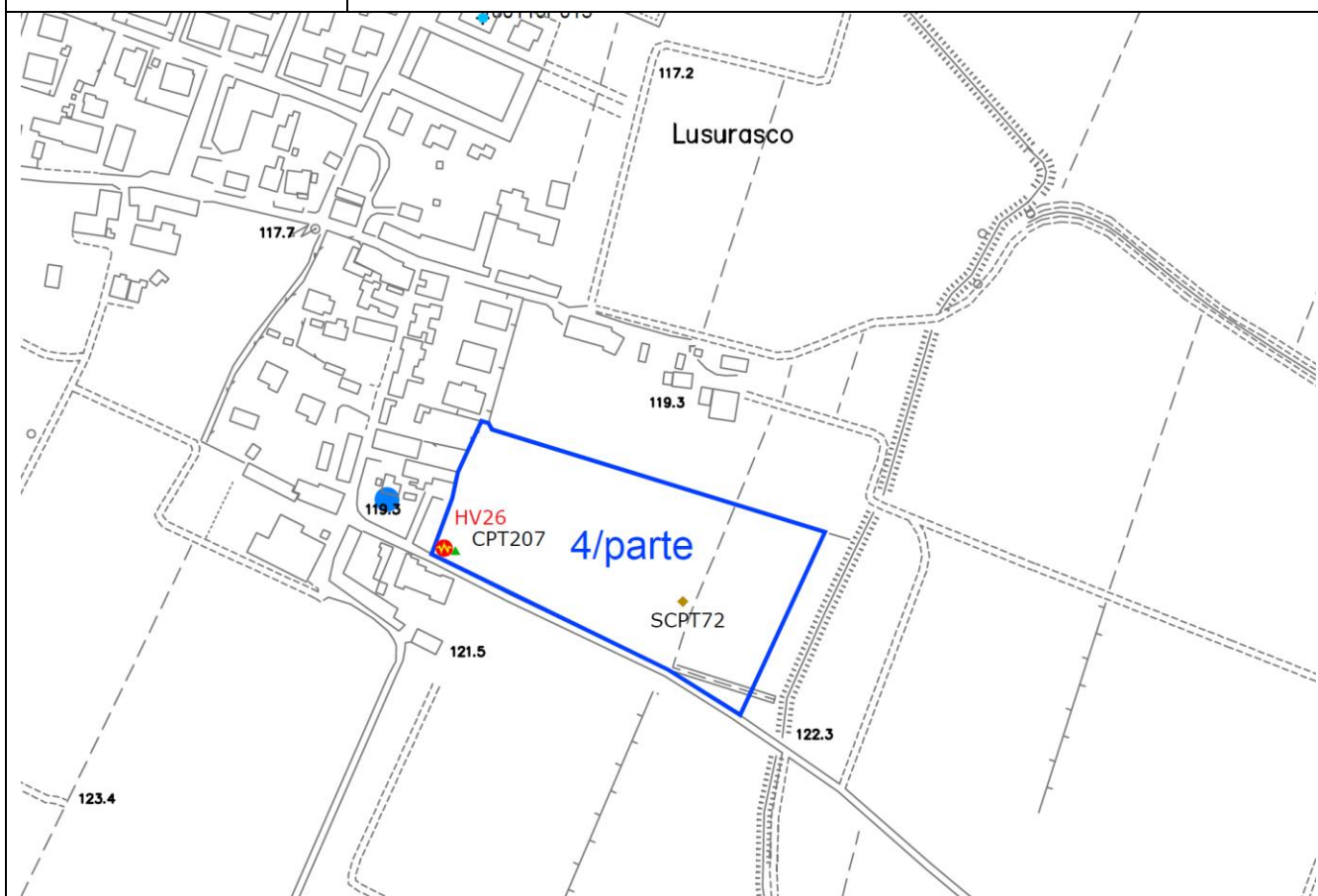
L'area è caratterizzata dalla presenza nel settore nord occidentale dei terreni afferenti al Subsistema di Ravenna (AES8), mentre nella porzione sud orientale affiorano i terreni del Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola (AES7b).

**AES8**

Il Subsistema di Ravenna risulta composto da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e limi e limi sabbiosi. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 15 metri (zona Arda \_ Lusurasco-Alseno spessore 8.0-12.0 m). L'unità coincide con gli ultimi depositi terrazzanti e terrazzati dei reticoli idrografici dei torrenti Stirone, Ongina ed Arda. L'età è Pleistocene superiore - Olocene; post circa 18.000 anni B.P.

**AES7b**

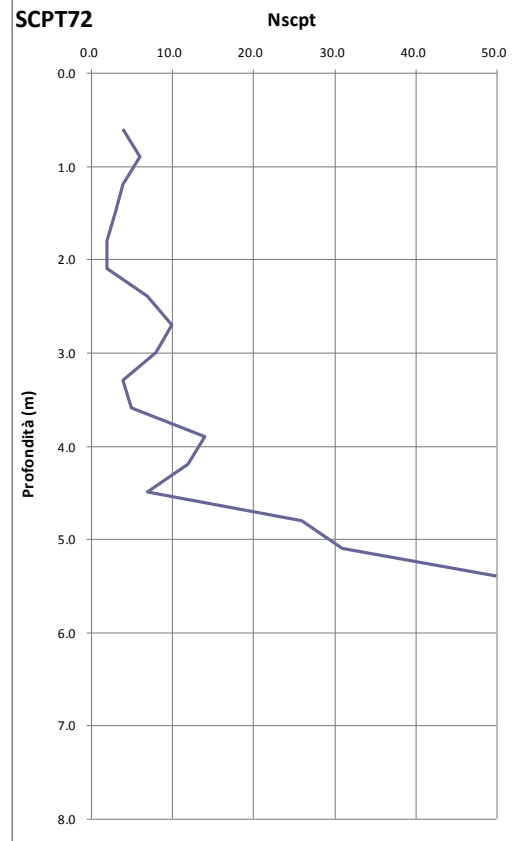
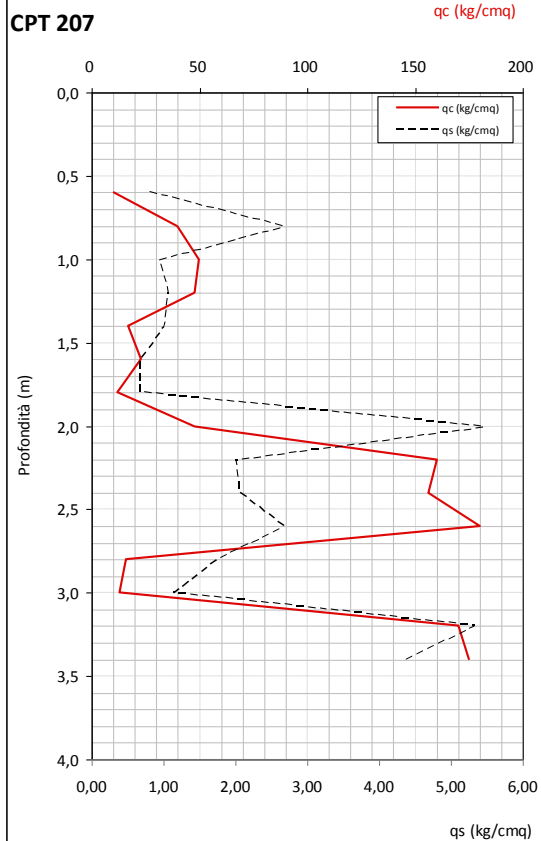
Subsistema di Villa Verrucchio – Unità di Vignola (AES7b), affiora prevalentemente nella parte Ovest del Comune di Alseno; Alseno stessa giace sulla sua superficie deposizionale relitta corrispondente al piano topografico. L'unità è composta da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati, localmente con copertura discontinua di limi argillosi: depositi di conoide ghiaiosa e depositi intravallivi terrazzati. I depositi sono attribuibili ai sistemi idrografici dei torrenti Arda, Ongina e Stirone. L'età è Pleistocene superiore. Lo spessore massimo dell'unità è di circa 15 m



**LITOSTRATIMETRIA**

L'area è caratterizzata nella porzione nord occidentale dalla presenza in superficie di livelli argilloso limosi coesivi fino a profondità variabili tra 1.0-2.5m dal p.c. seguiti da ghiaie in abbondante matrice argilloso-sabbiosa di spessore variabile tra 0.5-3.0m seguiti da argille e argille limose. Nella porzione sud orientale lo spessore dei livelli argilloso-limosi superficiali raggiunge i 4.5m dal p.c.



**Denominazione dell'area** Lusurasco - Ambito 4/parte**MORFOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico dell'alta pianura e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% a quote variabili tra 118-122m s.l.m.

Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.

L'area interessa il conoide fossile del T. Arda.

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza dei complessi acquiferi A0 e A1b con piezometria media tra 110-115 m s.l.m. con una soggiacenza di circa 6-8 m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche elevate

L'area si trova all'interno della zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta), come Zona di vulnerabilità intrinseca alta, elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

L'elemento idraulico di maggiore rilievo risulta essere il T. Arda che scorre ad ovest dell'area in esame, mentre ad est si trova il Rio Gerola.

Dal punto di vista idraulico l'area risulta esterna alle fasce fluviali così come identificate dal PAI/PTCP. E' segnalata però come zona di difficile deflusso delle acque superficiali della rete scolante secondaria. La zona è inoltre segnalata come interessata da possibili allagamenti in caso di collasso della diga di Mignano

**Denominazione dell'area** Lusurasco - Ambito 4/parte

Nel "Piano Alluvioni" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (in corso di approvazione) è segnalata la possibilità di alluvioni frequenti (livello di pericolosità P3 o H) da parte del reticolo secondario di pianura con livello di rischio medio (R2).

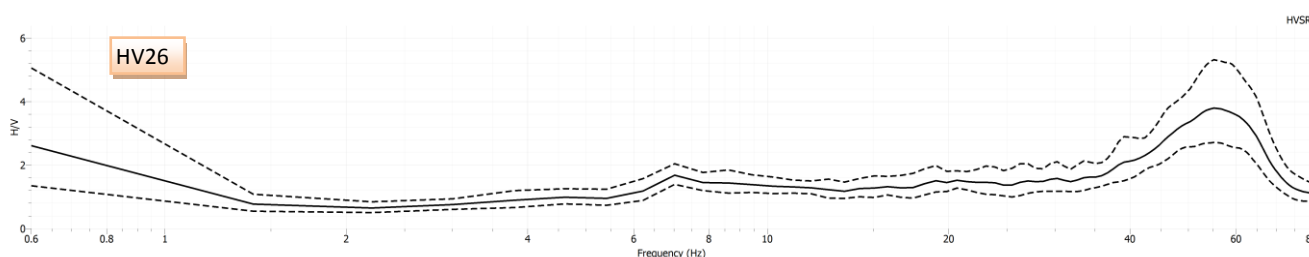
**SISMICA**

Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella tavola PSC7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale come effetto di sito si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

La profondità del substrato è indicata, nella tavola PSC9.2, a profondità >100m – Pianura 2 nella porzione nord occidentale, mentre a profondità <100 – Pianura 1 nella porzione sud orientale.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alle prove HV26 SIS15 che hanno fornito  $V_{s30} = 336-375$  m/s .

La prova sismica HV26 eseguita nei pressi del pozzo Lusurasco [180110P629] ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di un picco con contrasti di impedenza bassi (<2) a 7.44 Hz (A=1.4).



La microzonazione di II livello riportata nel PSC (Tavola PSC9.2.) ha evidenziato i seguenti risultati:

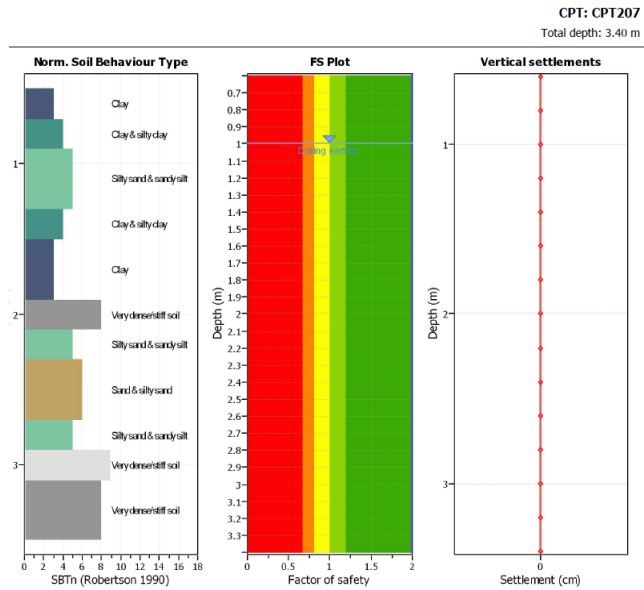
Amplificazione stratigrafica		
Zona di amplificazione stratigrafica:	ZONA 1	ZONA 6
	Pianura 2	Pianura 1
FA di PGA	1.4	1.6
FA di SI 0.1s<To<0.5s	1.7	1.8
FA di SI 0.5s<To<1.0s	2.0	2.1
Amplificazione topografica		
ST	1.0	

**Denominazione dell'area** Lusurasco - Ambito 4/parte

**Verifica di liquefazione**

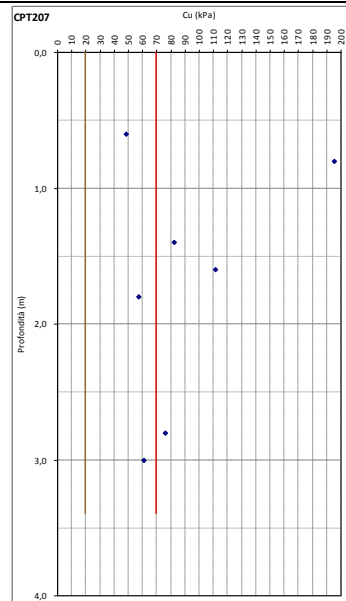
Falda: 1 m dal piano campagna  
 Accelerazione: 0.139g (D.A.L. 112/2007)  
 Amax: 0.195g  
 Magnitudo: 6.14

**Note:** la verifica, eseguita con il metodo di Robertson & Wride (1998) ha evidenziato un potenziale di liquefazione nullo.



**Verifica presenza depositi con Cu < 70 kPa con spessore ≥ 5 m**

**Note:** la verifica ha evidenziato uno spessore con Cu < 70 kPa di 0.6 m.



**CONCLUSIONI**

Intervento geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni:

L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC; si dovrà limitare lo sviluppo di aree impermeabili predisponendo specifiche misure compensative degli interventi urbanistico-edilizi finalizzate a garantire la parità del bilancio idrico ed inoltre è obbligatorio collettare tutti i reflui prodotti alla pubblica fognatura.

Dovranno essere previsti adeguati sistemi di drenaggio delle acque meteoriche (ad esempio vasche di laminazione o sovradimensionamento delle tubazioni) ed un'attenta progettazione dei sistemi di regolazione dei deflussi superficiali, da dimensionare e/o verificare, qualora già esistenti, sulla base delle peggiori ipotesi prevedibili, a garanzia della sicurezza idraulica degli insediamenti. Nell'area sono stati eseguiti vari interventi di regimazione idraulica delle acque superficiali; nelle fasi di pianificazione e progettazione successiva dovrà

<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Lusurasco - Ambito 4/parte</b>
--------------------------------	-----------------------------------

essere valutata la congruità degli interventi già eseguiti in relazione alla nuova urbanizzazione.

Nelle fasi successive di pianificazione e/o urbanizzazione sarà necessario eseguire: indagini geognostiche, verifiche geotecniche locali, che tengano in considerazione la presenza in superficie di terreni argillosi di scarse e medie caratteristiche meccaniche, dovrà inoltre essere eseguita l'analisi dei cedimenti totali e differenziali che possono essere indotti dalla variabilità litologica esistente.

Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di  $V_s$  e  $V_{s_{30}}$ . Dovranno essere eseguite verifiche sismiche anche considerando gli approfondimenti di II Livello eseguiti.

## 5 INTERVENTI PER OPERE E SERVIZI PUBBLICI

Il POC, al fine di raggiungere alcuni degli obiettivi di PSC, prevede inoltre la realizzazione delle seguenti opere di interesse pubblico:

3. Adeguamento dell'impianto di depurazione delle acque reflue di Cortina
4. Adeguamento dell'impianto di depurazione delle acque reflue in località Stazione
5. Interventi di riqualificazione urbana di viale Matteotti e via Bellini nel capoluogo
6. Allestimento e tabellazione di percorso ciclabile Chiaravalle-Lusurasco
7. Interventi di riqualificazione ambientale del corso dell'Arda
8. Attrezzamento di un primo stralcio del parco urbano in località Castelnuovo
9. Nuova Rotatoria in località Crocetta a Castelnuovo Fogliani

Gli interventi 3 e 4 riguardano adeguamenti di opere esistenti, come ad esempio i depuratori di Cortina e Stazione.

Gli interventi da 5 a 8 riguardano interventi non strutturali come gli allestimenti delle piste ciclo-pedonali ed i parchi e le riqualificazioni ambientali ed urbane, in tal senso non sono redatte schede specifiche evidenziando, in coerenza con il PSC una fattibilità geologico sismica degli interventi.

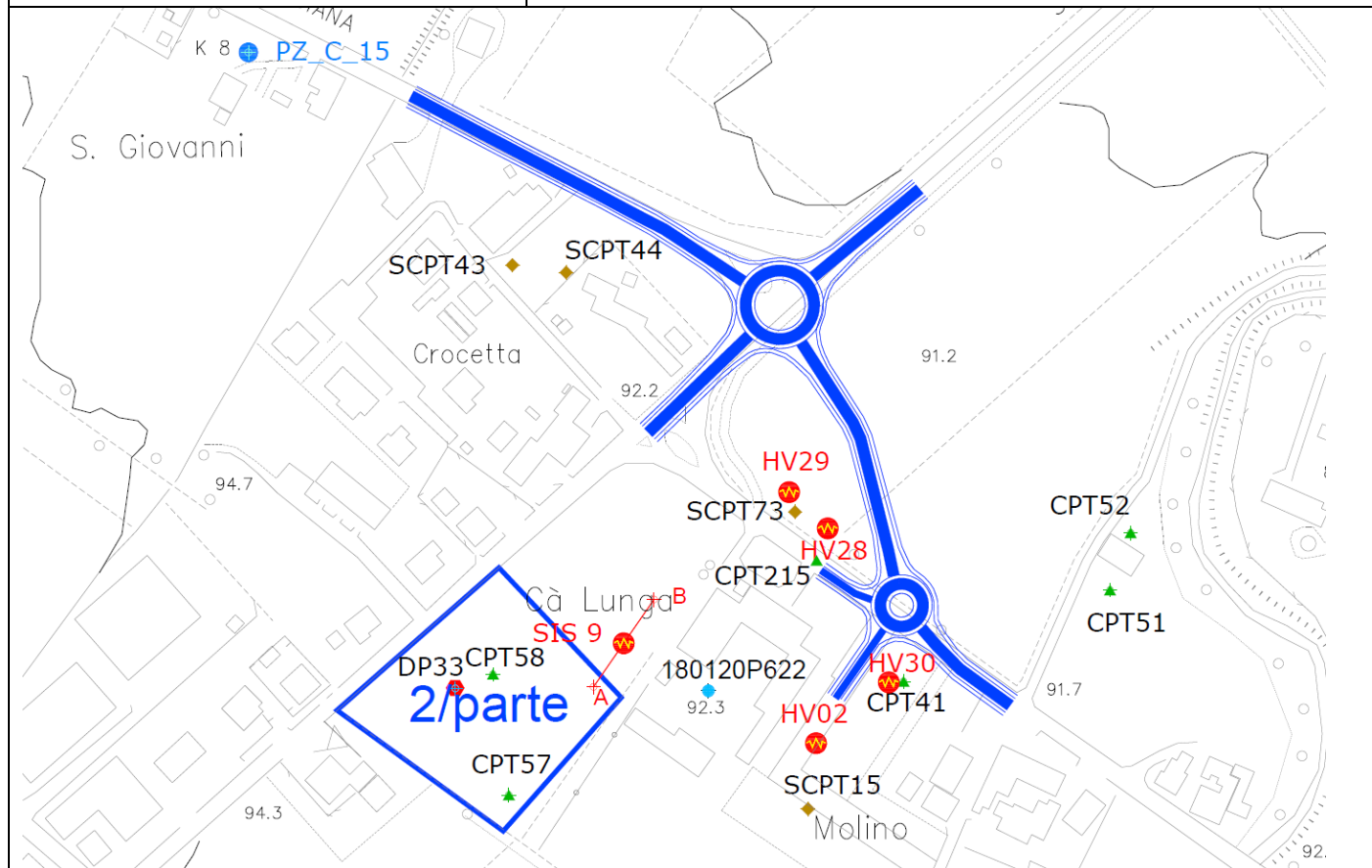
Per l'intervento al punto 9, nuova Rotatoria in località Crocetta a Castelnuovo Fogliani, si propone una scheda geologico-sismica, di seguito riportata, elaborata consultando le indagini della banca dati comunale e attraverso l'esecuzione di prove geognostiche integrative per la realizzazione di uno studio di microzonazione di III Livello.

5.1 S9 - Nuova Rotatoria in località Crocetta a Castelnuovo Fogliani

<b>Denominazione dell'area</b>	<b>Nuova Rotatoria in località Crocetta a Castelnuovo Fogliani</b>
--------------------------------	--

**GEOLOGIA**

Unità geologica	<p>L'area è caratterizzata dalla presenza del Subsistema di Ravenna – Unità di Modena (Aes8a) di cui di seguito si riporta una breve descrizione:</p> <p><b>AES8a</b>                  Il Subsistema di Ravenna, composto da ghiaie sabbiose, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi e limi e limi sabbiosi. Lo spessore massimo dell'unità è inferiore a 15 metri (zona Arda _ Lusurasco-Alseno spessore 8.0-12.0 m). L'unità coincide con gli ultimi depositi terrazzanti e terrazzati dei reticoli idrografici dei torrenti Stirone, Ongina ed Arda. L'età è Pleistocene superiore - Olocene; post circa 18.000 anni B.P.</p>
-----------------	--

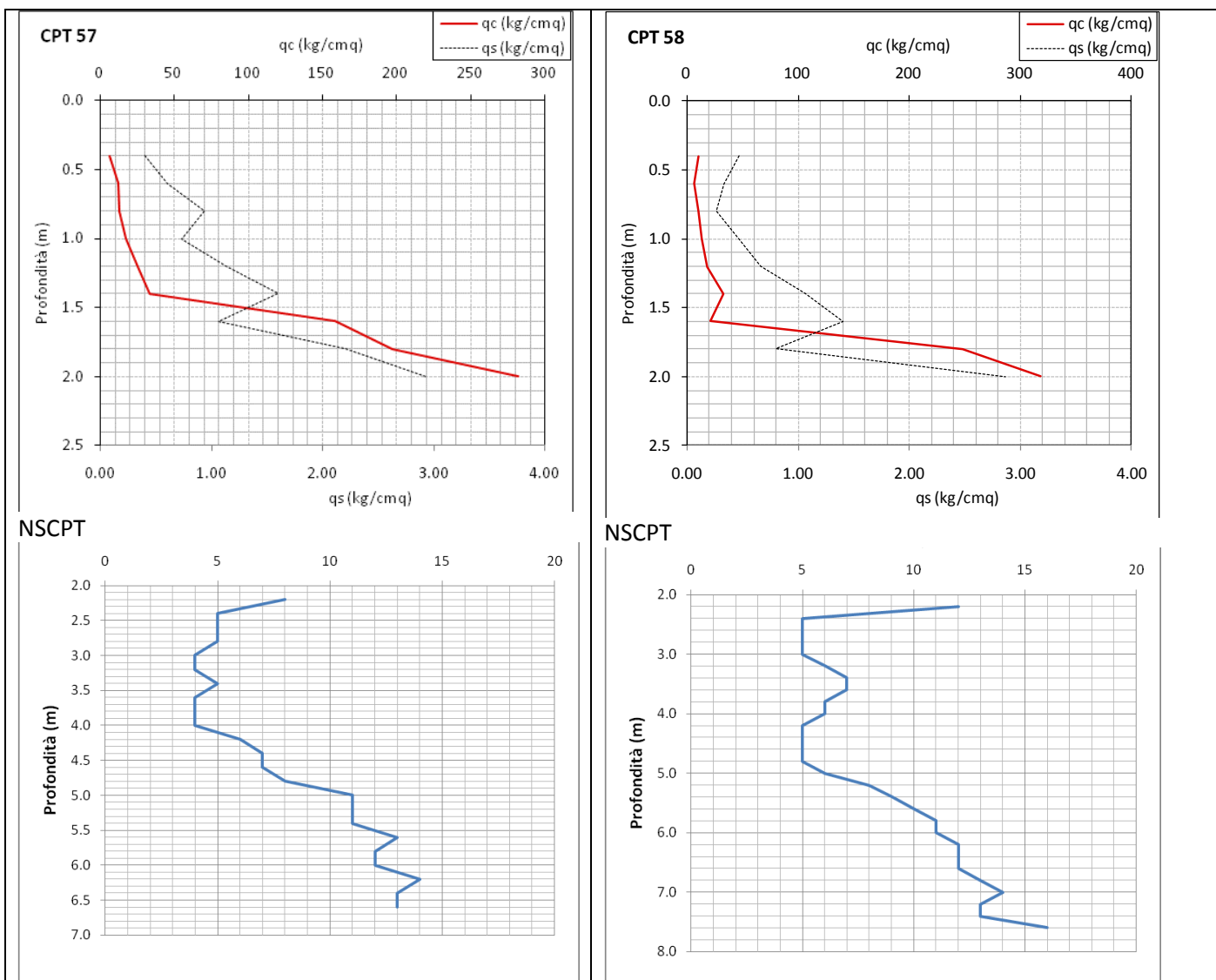


**LITOSTRATIMETRIA**

L'area è caratterizzata dalla presenza in superficie di alternanze di livelli argilloso – limosi coesivi (in superficie) con livelli di ghiaie in abbondante matrice argilloso-sabbiosa, fino alla profondità di circa 10m dal p.c.
---

## Denominazione dell'area

## Nuova Rotatoria in località Crocetta a Castelnuovo Fogliani

**MORFOLOGIA**

Dal punto di vista morfologico l'area ricade nell'ambito morfologico dell'alta pianura e si presenta pianeggiante con acclività inferiore a 5% a quote variabili tra 92-95 m s.l.m.

Non sono censiti dissesti in atto o quiescenti.

L'area interessa il conoide fossile del T. Ongina.

**IDROGEOLOGIA**

Dal punto di vista idrogeologico l'area è caratterizzata dalla presenza del complesso acquifero A0 con piezometria media tra 90-91.5 m s.l.m. e soggiacenza 1-2 m dal p.c. Nelle prove eseguite nel marzo 2015 la falda è stata reperita alla profondità di 1.5-1.6m dal p.c. Non si esclude comunque che durante gli eventi meteorici occasionali o in corrispondenza di periodi particolarmente piovosi il livello piezometrico possa risalire a quote anche più elevate.

L'area si trova all'interno della zona di tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei.

E' segnalata inoltre come area di ricarica di tipo B (ricarica indiretta), come Zona di vulnerabilità intrinseca alta,

**Denominazione dell'area**

**Nuova Rotatoria in località Crocetta a Castelnuovo Fogliani**

elevata ed estremamente elevata dell'acquifero superficiale e come Zona di vulnerabilità da nitrati.

L'elemento idraulico di maggiore rilievo risulta essere il T. Ongina che scorre ad est dell'area in esame. L'area risulta esterna alle fasce fluviali così come perimetrata dal PAI/PTCP.

Nel "Piano Alluvioni" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (in corso di approvazione) l'area è lambita dalla fascia con possibilità di alluvioni rare (livello di pericolosità P1 – scarsa probabilità di alluvioni o scenari di eventi estremi) da parte del reticolo principale con livello di rischio basso (R1).

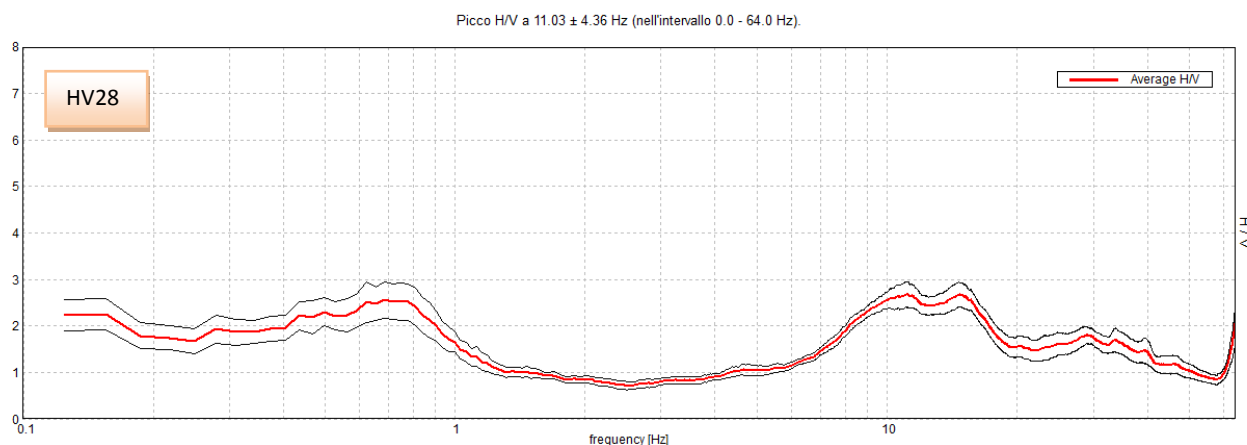
**SISMICA**

Dal punto di vista della microzonazione sismica, nella Tavola PSC7ter, l'area è classificata come D2 – Depositi detritici, depositi alluvionali ghiaiosi, limosi o indifferenziati, e assimilabili, per la quale, come effetto di sito, si attendono effetti di amplificazione stratigrafica.

Nella Tavola PSC9.2 la profondità del substrato è indicata a profondità <100m – Pianura 1.

La valutazione delle velocità delle onde di taglio è riferita alla prova SIS9 che ha fornito  $V_{s30} = 275-320$  m/s [300] integrata con quanto ottenuto attraverso l'inversione degli Hv eseguiti nell'area nel marzo 2015.

La prova sismica HV28 eseguita nell'esame ha evidenziato, nell'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico, la presenza di un picco con contrasti di impedenza bassi (<3) a 11-13 Hz (A=2.9).



La microzonazione di II livello riportata nel PSC (Tavola PSC 9.2.) ha evidenziato i seguenti risultati:

Amplificazione stratigrafica	
Zona di amplificazione stratigrafica:	ZONA 4
FA di PGA	1.6
FA di SI 0.1s<To<0.5s	1.8
FA di SI 0.5s<To<1.0s	2.4
Amplificazione topografica	
ST	1.0



### 5.1.1 Studio di microzonazione sismica di terzo livello

Il terzo livello di analisi è finalizzato alla valutazione dell'effettivo grado della pericolosità sismica locale. Al fine di valutare l'effettiva stratigrafia del sito sono state condotte diverse analisi integrative: n°3 misure di rumore ambientale a stazione singola (Hv), n°2 prove penetrometriche statiche/dinamiche.

#### 5.1.1.1 Le prove geognostiche integrative

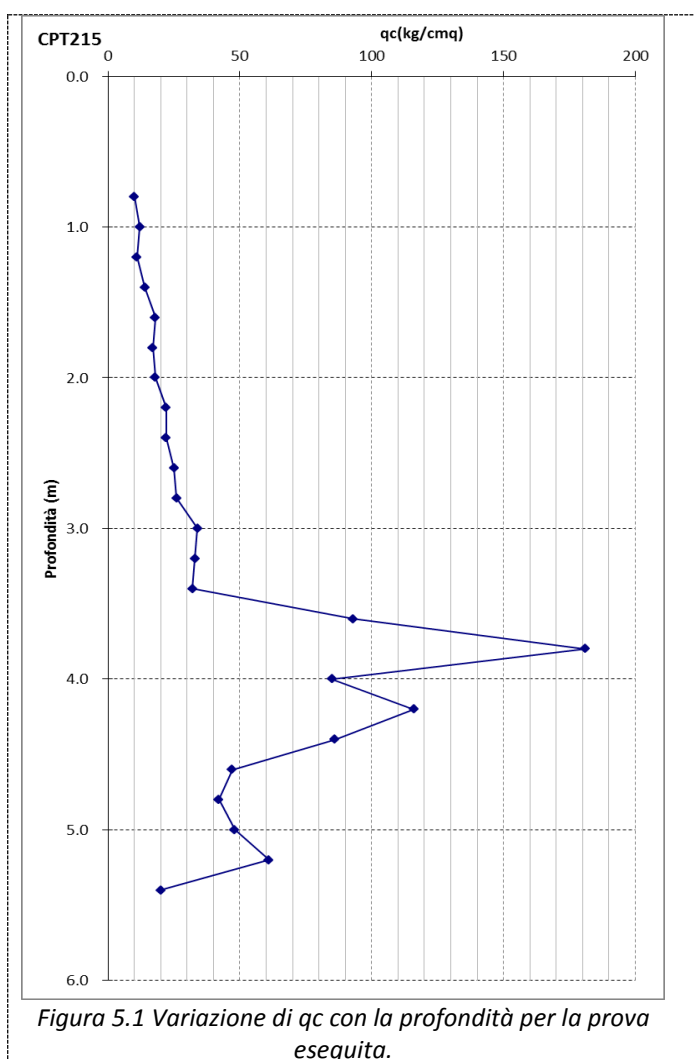
Per la caratterizzazione geologica e geotecnica del sito sono state eseguite diverse analisi integrative: n°3 misure di rumore ambientale a stazione singola (Hv), n°2 prove penetrometriche statiche/dinamiche.

Sigla	Tipologia	Profondità indagata (m da p.c.)	Tetto delle ghiaie (m dal p.c.)
CPT215	Prova penetrometrica statica/dinamica	5.4 - 9.0	1.50
SCPT73	Prova penetrometrica dinamica	9.0	1.60
HV01	Prova tipo HVSR	>30	
HV02	Prova tipo HVSR	>30	
HV03	Prova tipo HVSR	>30	

##### 5.1.1.1.1 Prove penetrometriche statiche (CPT)

Le prove penetrometriche statiche sono state effettuate con un penetrometro statico olandese tipo "Gouda" da 10 t di spinta, velocità di avanzamento di 2 centimetri al secondo con punta meccanica tipo "Begemann" avente diametro di 35,7 mm, area della punta di 10 cmq, angolo di apertura di 60 gradi con manicotto laterale. Le prove penetrometriche statiche consistono nell'infiggere nel terreno la punta, precedentemente descritta e misurare la resistenza che oppone il terreno alla penetrazione. E' opportuno sottolineare che le prove penetrometriche, così come sono state eseguite, permettono di ottenere la resistenza di punta ( $q_c$  o  $R_p$ ) e la resistenza laterale ( $q_s$  o  $R_l$ ). Tramite i valori di  $q_c$  e  $q_s$  è possibile ricavare informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche meccaniche del terreno. I valori di resistenza alla punta  $q_c$  e di resistenza laterale  $q_s$  delle prove penetrometriche statiche hanno permesso di eseguire una interpretazione litologica puntuale ogni 20 cm di spessore del terreno.

Tramite i valori di  $q_c$  e  $q_s$  è possibile ricavare informazioni sulla stratigrafia e sulle caratteristiche meccaniche del terreno. Per la caratterizzazione litologica dei terreni sono state utilizzate le classificazioni proposte dalle Raccomandazioni A.G.I (1977)<sup>10</sup> e da Begemann (1965)<sup>11</sup> sulla base del rapporto  $F$  e quelle



<sup>10</sup> Associazione Geotecnica Italiana (1977) "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche".

<sup>11</sup> Begeman H.K. (1965) "The fiction racket cone a san aid in determining the soil profile" Proc. 6th ICSMFE, V.1, 17-20

proposte da Schmertmann (1978)<sup>12</sup> e da Robertson-Campanella (1983)<sup>13</sup> in base al valore del rapporto di resistenza Fr (friction ratio) correlato con la resistenza alla punta qc.

#### 5.1.1.1.2 Prove penetrometriche dinamiche (SCPT-DIN)

L'indagine consiste nell'infingere nel terreno un'asta o una serie di aste con punta conica o con culetta. Il sistema d'infissione è costituito da un maglio che batte sulle aste; il dato rilevato è il numero di colpi (numero di volte) che occorre per abbassare il sistema aste/punta di 30 cm nel terreno. Si ottengono così diagrammi che discretizzano il sottosuolo in livelli di 30 cm per l'intera profondità d'indagine. Frequentemente, come in questo caso, si interrompe la prova quando il numero dei colpi diventa particolarmente elevato vicino al rifiuto ( $n \geq 50$ ). In allegato sono riportati i valori del numero di colpi N in funzione della profondità. Per il calcolo dei parametri geomeccanici, i valori d'infissione relativi all'avanzamento di 30 cm, sono stati trasformati in valori d'infissione della prova standard (N<sub>spt</sub>), per mezzo di coefficienti noti in bibliografia.

#### 5.1.1.1.3 Prove sismiche tipo HV

Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente, il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo a una medesima sollecitazione.

Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz. Nell'area sono stati eseguiti tre rilievi di seguito riportati.

Il principio su cui si basa questo strumento è piuttosto semplice. Misurando il rapporto H/V (con H componente orizzontale e V componente verticale) determinabile dai microtremori (le oscillazioni del suolo indotte da una serie di fattori sia naturali che antropici) si tenta di determinare il profilo verticale delle Vs.

Il rapporto spettrale H/V è sensibile ai contrasti di Vs, ma può identificarne la profondità solo una volta che siano note le Vs o, viceversa, può identificare le Vs una volta note le profondità.

La trattazione classica di Nakamura prevedrebbe il coinvolgimento delle onde di corpo (S e P) mentre le evidenze teoriche e sperimentali più recenti portano a concludere che il fattore che determina la curva H/V sperimentale è dato dalle onde di superficie (più specificatamente dall'ellitticità, cioè dal rapporto che sussiste tra le componenti orizzontali e quella verticale).

Sulla base dei dati ottenuti, attraverso il processo di inversione è stato possibile ricostruire anche il profilo delle Vs.

I risultati delle due prove eseguite per l'area in esame sono riportati in allegato alla presente relazione.

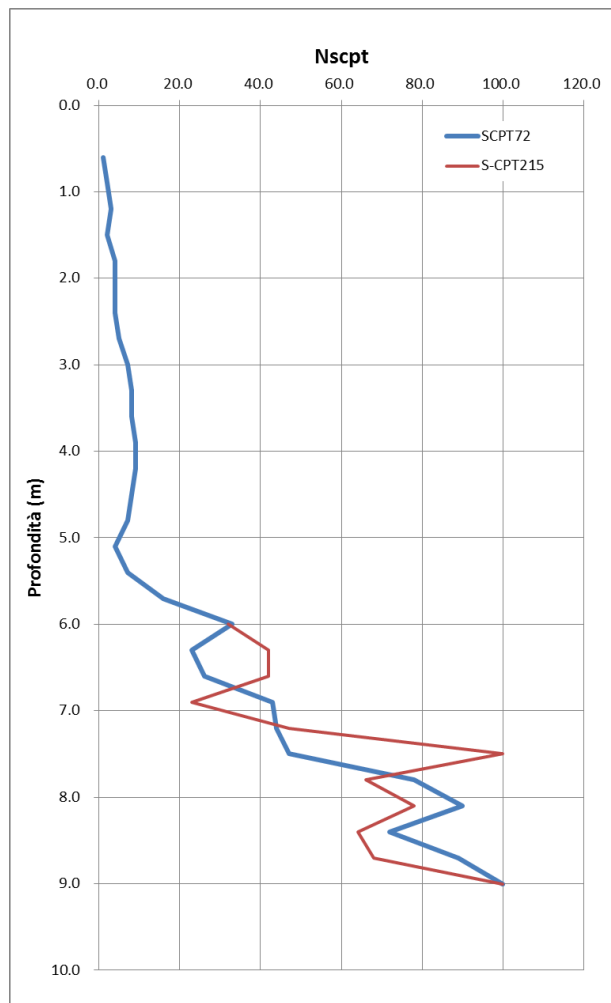
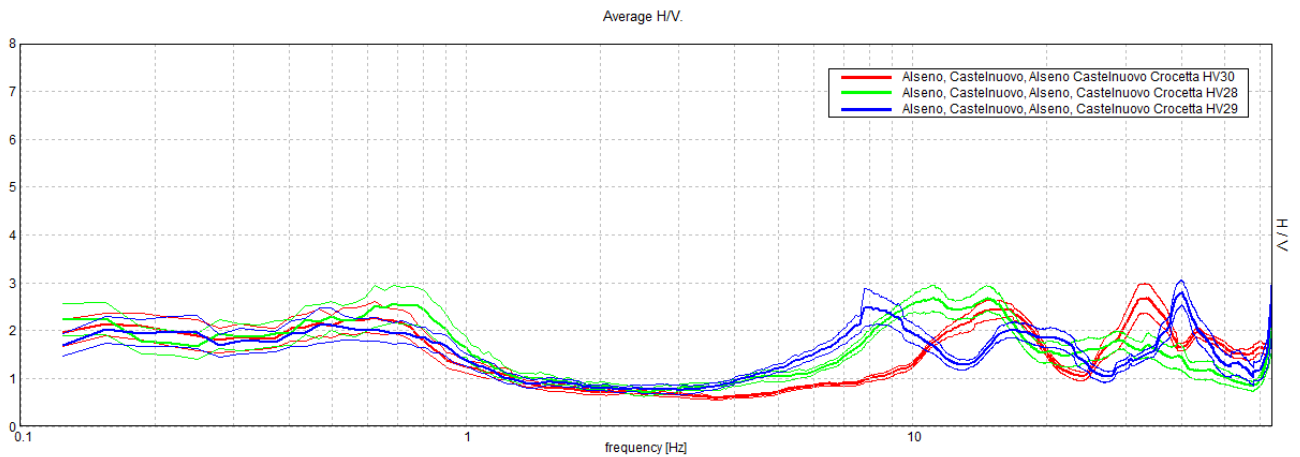


Figura 5.2. Variazione di N<sub>spt</sub> con la profondità nelle prove eseguite

<sup>12</sup> Schmertmann, J.H. (1978) "Guidelines for Cone Penetration Test performance and design" U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Report no. FHWA-TS-78-209, Washington, D.C. 145p.

<sup>13</sup> Robertson, P.K., and R.G. Campanella, (1989). "Design Manual for Use of CPT and CPTU", University of British Columbia, BC, 200p.



5.1.1.2 Modello geologico del sottosuolo

La ricostruzione del modello geologico del sito ha tenuto in considerazione i dati provenienti da diversi studi eseguiti sul territorio ed in particolare della Relazione illustrativa della Microzonazione Sismica del Comune di Alseno dalla quale sono estratte le figure seguenti. In particolare per l'area in esame si evidenzia la presenza di terreni quaternari continentali fino alla profondità di circa 60-65 m dal p.c. (AES8a, AES7, AES3 ed AEI) seguiti dai terreni di origine marina appartenenti al Sintema di Costamezzana (CMZ).

Dai dati reperiti i terreni quaternari continentali sono costituiti da un'alternanza di argille, argille limose e ghiaie in matrice argilloso-limosa e sabbiosa con una netta predominanza dei materiali più fini, in particolare il pozzo 180120P622 evidenzia la presenza di soli 2m di ghiaie nei primi 45m di spessore.

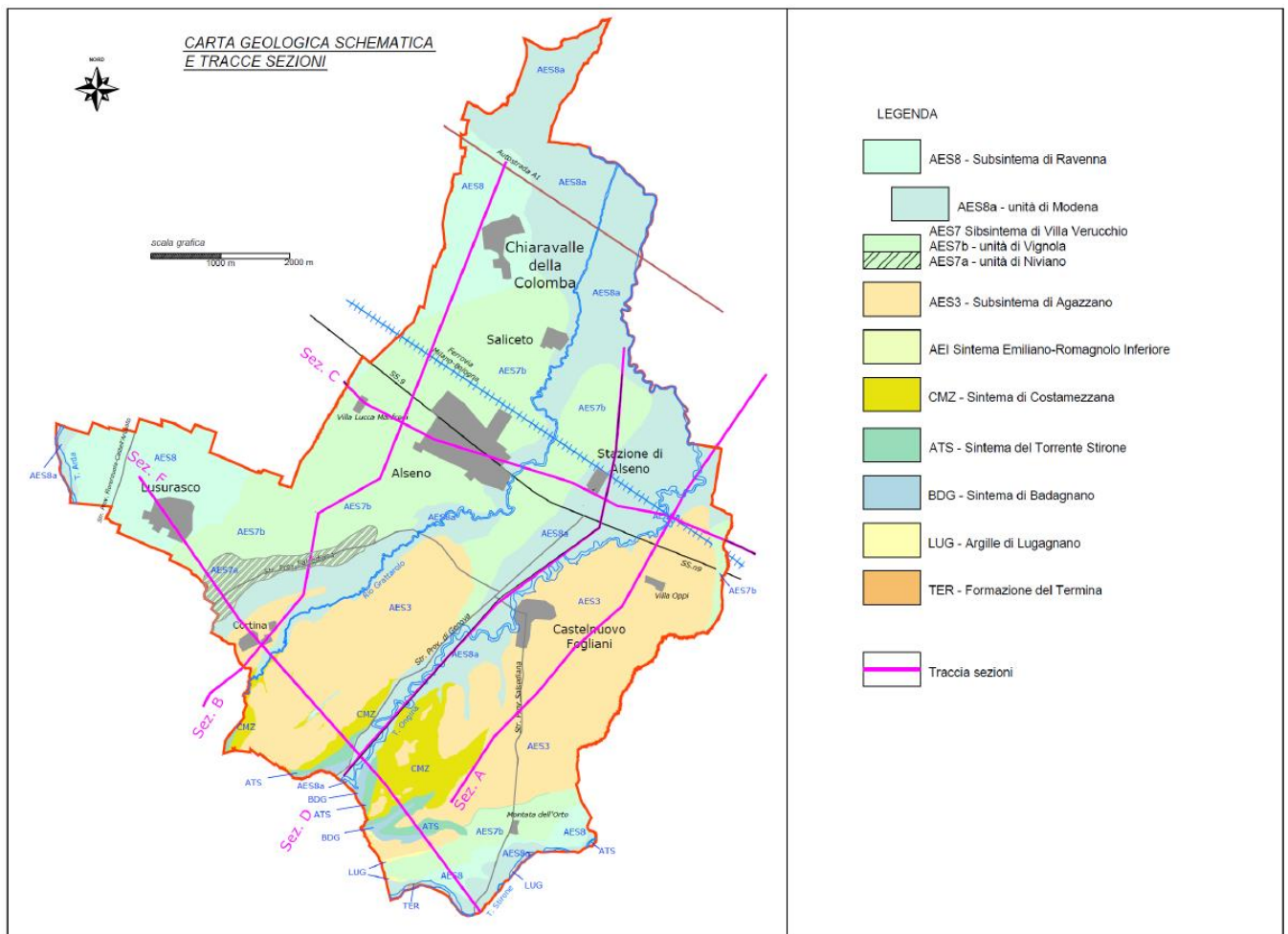


Figura 3. Ubicazione della Sezione D

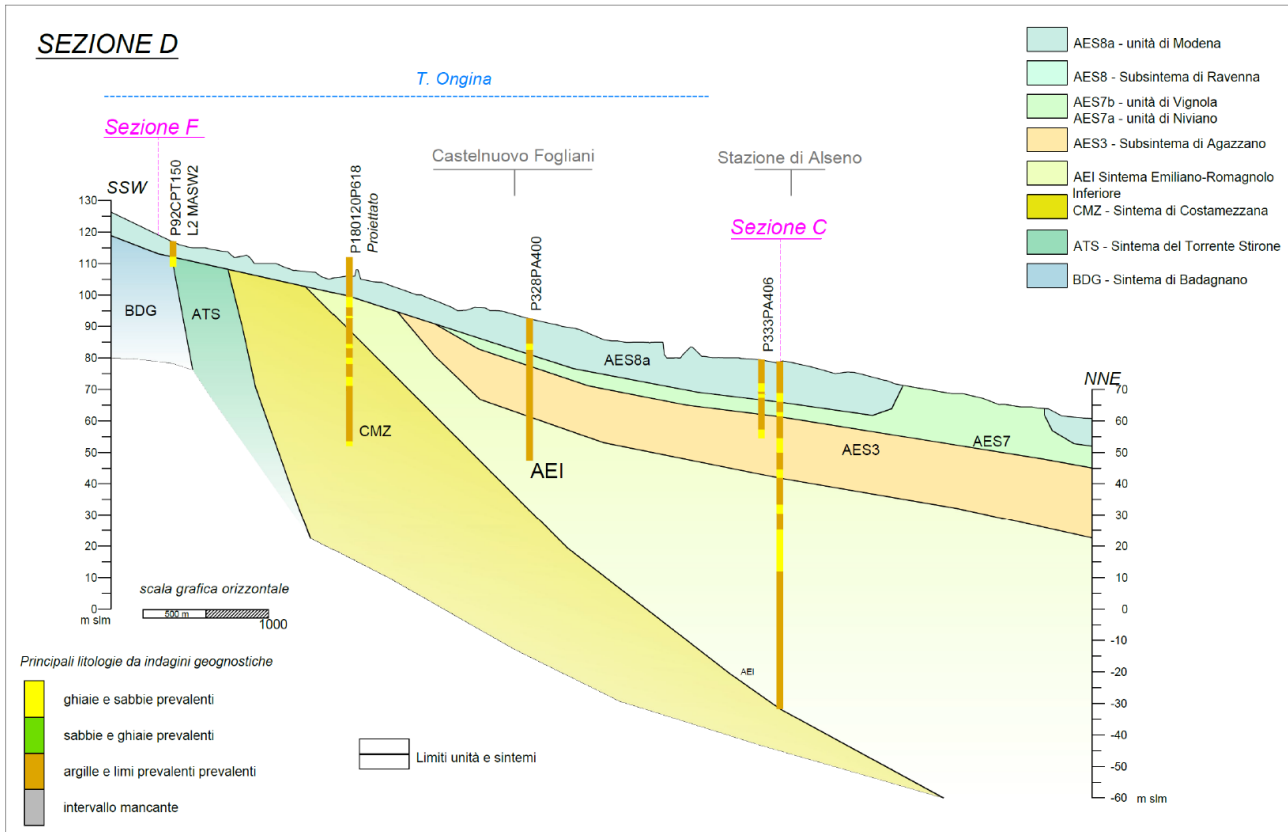


Figura 4. Sezione D (dalla Relazione illustrativa della Microzonazione Sismica del Comune di Alseno) dove il pozzo contrassegnato con la sigla P328PA400 corrisponde al pozzo denominato 180120P622 del DB regionale.

5.1.1.2.1 Frequenza naturale dei depositi

Nella figura seguente sono rappresentati i punti di misura del rumore ambientale a stazione singola eseguiti nella zona, la prova Hv02 è stata eseguita in occasione dello studio di microzonazione sismica del comune di Alseno, mentre le prove Hv28, Hv29 ed Hv30 sono state eseguite per il presente lavoro (marzo 2015).

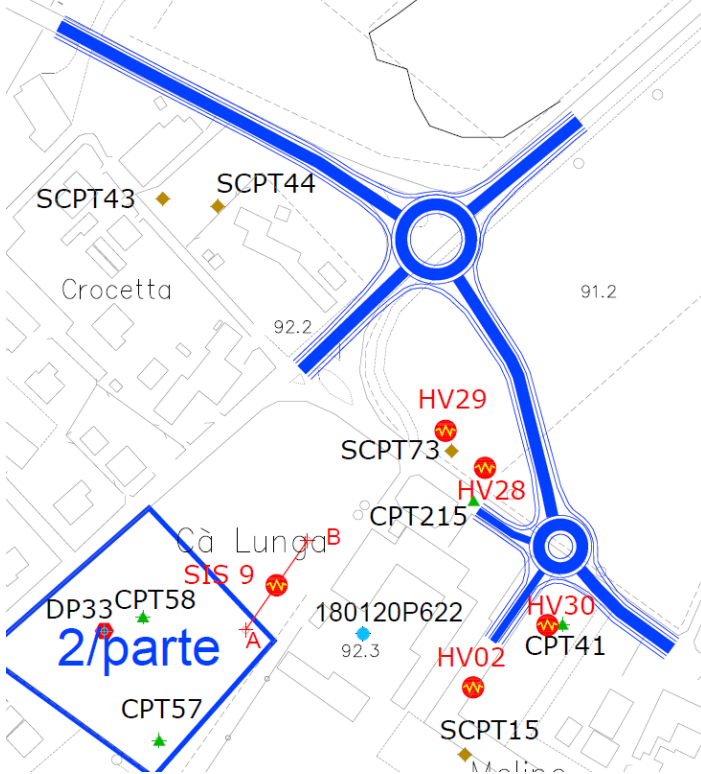


Figura 5. Ubicazione indagini Hv

Nella tabella seguente sono riportati i valori delle due frequenze principali individuate ( $f_0$  ed  $f_1$ ) nell'intervallo di frequenza di interesse ingegneristico tra 0.1-20Hz e le relative ampiezze A. In allegato sono riportati i dati relativi alle analisi dei picchi individuati eseguite attraverso i criteri Sesame.

I picchi individuati sono risultati sempre rispondenti ai criteri di affidabilità.

	$f_0$	$f_1$	$A_0$	$A_1$
Hv02		13.70		2.90
Hv28	0.63	11.03	2.72	2.68
Hv29	0.63	7.97	2.28	2.28
Hv30	0.63	15.75	2.41	2.40

Tabella 3 Picchi di frequenza individuati e relativa ampiezza

Sulla base dell'abaco per la stima dello spessore delle coperture (h) a partire dai valori delle frequenze di risonanza ( $f_0$ ) determinata nelle misure HV riportata in Albarello & Castellaro (2011)<sup>14</sup> un valore di  $f_0$  inferiore ad 1Hz indica, in prima approssimazione, uno spessore della copertura >100 m.

Il valore del picco di frequenza secondario  $f_1$  tra 8-20Hz indica, in prima approssimazione, uno spessore delle coperture tra 5-10 m.

L'analisi dei dati riportati nella tabella precedente evidenzia un buon accordo in relazione al picco individuato come  $f_0$  a 0.63Hz che risulta evidente nelle tre prove eseguite nel marzo 2015, nella prova Hv02 tale picco era di difficile lettura a causa di alcuni problemi nella misura. Il picco a 0.63 Hz evidenzia bassi contrasti di impedenza con ampiezze A comprese tra 2.28-2.72.

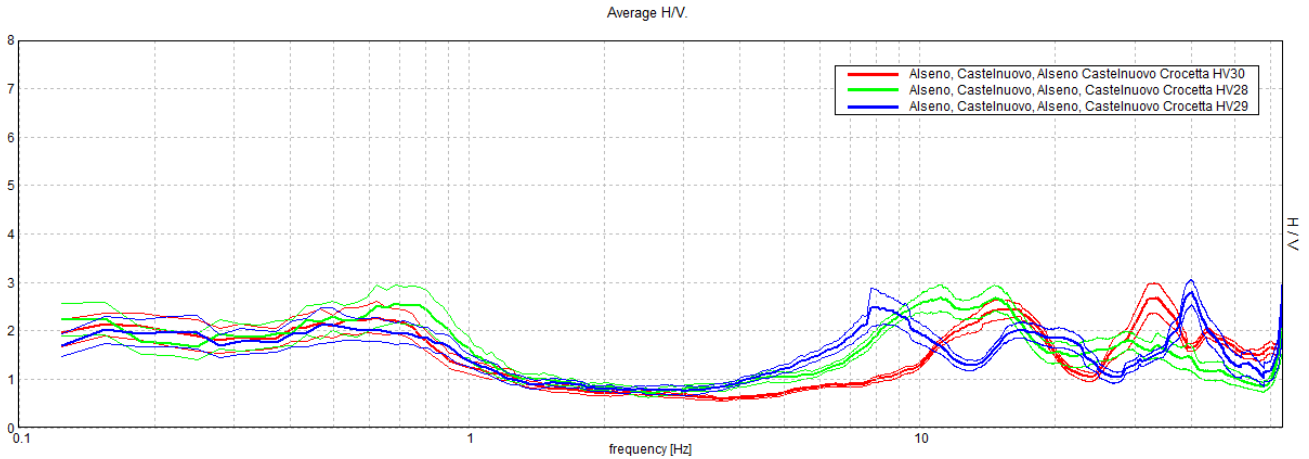


Figura 6. Spettri d'ampiezza delle prove Hv28-Hv29-Hv30

Per quello che riguarda il picco secondario  $f_2$  la sua identificazione risulta maggiormente variabile nelle tre prove e compreso tra 7.97-15.75Hz con bassi contrasti di impedenza (ampiezze tra 2.28-2.90).

Tale picco indica probabilmente una variabilità nello spessore dello strato superficiale limo-argilloso evidenziato dalle prove penetrometriche eseguite e reperite.

5.1.1.2.2 Velocità delle onde di taglio

La stima delle velocità delle onde di taglio è stata eseguita sulla base della prova Masw (Masw9) del PSC (riportata nella figura seguente) e delle prove Hv eseguite ed interpretate sulla base dei dati penetrometrici.

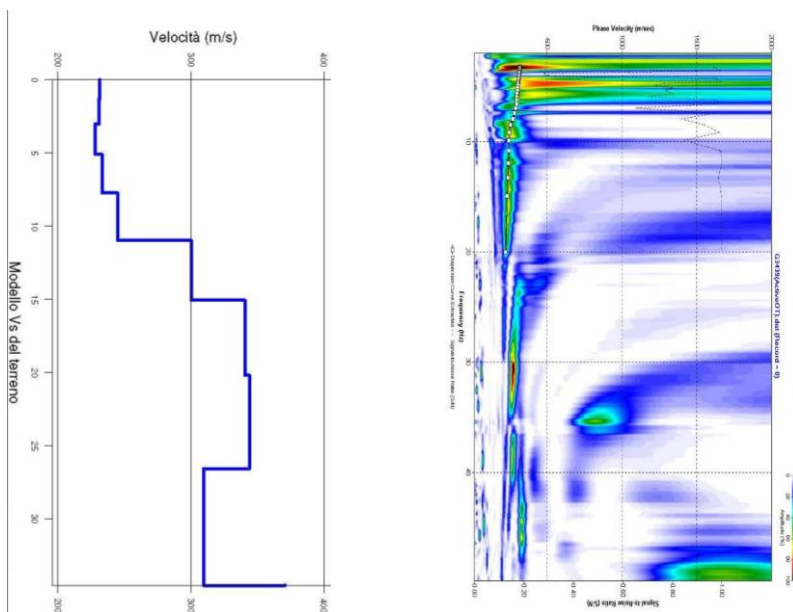


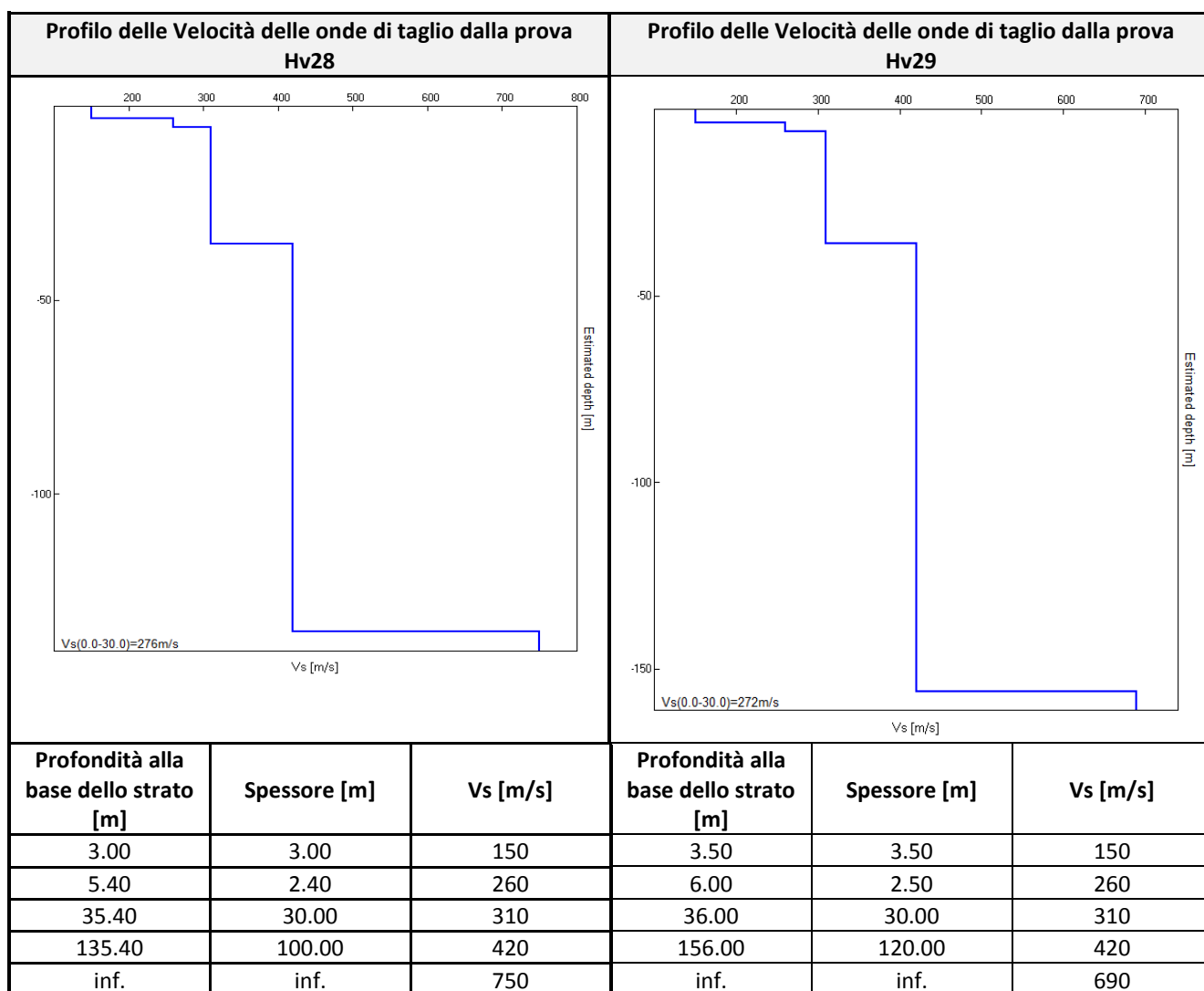
TABELLA DI CALCOLO VS30

Da Prof.	a Prof.	Vs	Hi/Vi
0	1.3	231	.0058
1.3	3	231	.0072
3	5.1	228	.0092
5.1	7.7	233	.0112
7.7	11	245	.0134
11	15.1	300	.0136
15.1	20.2	341	.015
20.2	26.6	344	.0185
26.6	30	309	.0111

VALORE CALCOLATO VS30 = 286 m/s

<sup>14</sup> Albarello D., Castellaro S. (2011): "Tecniche sismiche passive: indagini a stazione singola" Ingegneria sismica anno XXVIII, n.2,

Figura 7. Masw 9 (dal PSC del comune di Alseno)



In generale si evidenzia come i valori di  $V_{s30}$  ovvero velocità delle onde di taglio equivalente nei primi 30 m di sottosuolo determinata attraverso la formula  $V_{s30} = 30 / [\sum_{i=1,n} (h_i / V_{s_i})]$  mostrino valori inferiori a 300 m/s [272-286m/s] indicando terreni di tipo C secondo l'approccio semplificato riportato nelle NTC2008.

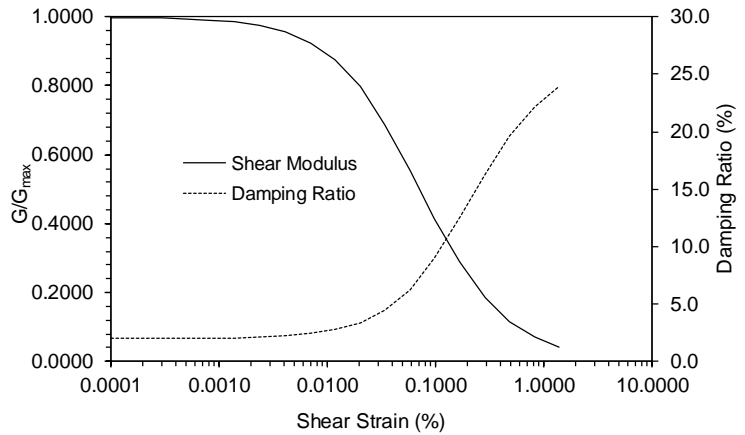
5.1.1.2.3 *Curve di decadimento del modulo di taglio e di incremento del damping*

Per quanto riguarda le curve di decadimento del modulo di taglio e di incremento del damping, non essendo stati analizzati direttamente e sperimentalmente tramite laboratorio ciclico, sono state utilizzati i dati forniti dalla Regione Lombardia (curve\_lombardia.xls).

In particolare sono state utilizzate la curva dei Limi Argillosi per lo strato superficiale (fino a 5.4m dal p.c.) e le ghiaie per la porzione sottostante.

Limi argillosi (da Regione Lombardia, PoliM2008)

Strain (%)	G/G <sub>max</sub>	Strain (%)	Damping (%)
0.0001	0.9992	0.0001	1.9870
0.0002	0.9985	0.0002	1.9903
0.0003	0.9974	0.0003	1.9962
0.0005	0.9953	0.0005	2.0067
0.0008	0.9918	0.0008	2.0253
0.0014	0.9856	0.0014	2.0583
0.0024	0.9747	0.0024	2.1171
0.0041	0.9560	0.0041	2.2220
0.0070	0.9246	0.0070	2.4103
0.0119	0.8739	0.0119	2.7498
0.0202	0.7964	0.0202	3.3617
0.0343	0.6886	0.0343	4.4464
0.0583	0.5560	0.0583	6.2701
0.0990	0.4154	0.0990	9.0215
0.1684	0.2876	0.1684	12.5506
0.2862	0.1867	0.2862	16.2968
0.4866	0.1155	0.4866	19.6163
0.8272	0.0691	0.8272	22.1530
1.4063	0.0405	1.4063	23.8929



Ghiaie (da Regione Lombardia, PoliM2008)

Strain (%)	G/G <sub>max</sub>	Strain (%)	Damping (%)
0.0001	0.9960	0.0001	0.9488
0.0010	0.9624	0.0010	1.4981
0.0100	0.7540	0.0100	3.8938
0.1000	0.3311	0.1000	10.7935
1.0000	0.0476	1.0000	17.0087

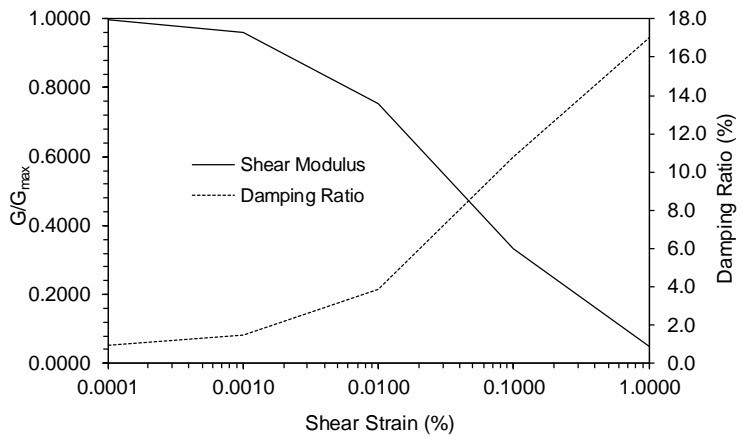


Tabella 4. Dati e grafici relativi ai valori di decadimento del modulo di taglio e di incremento del damping utilizzati

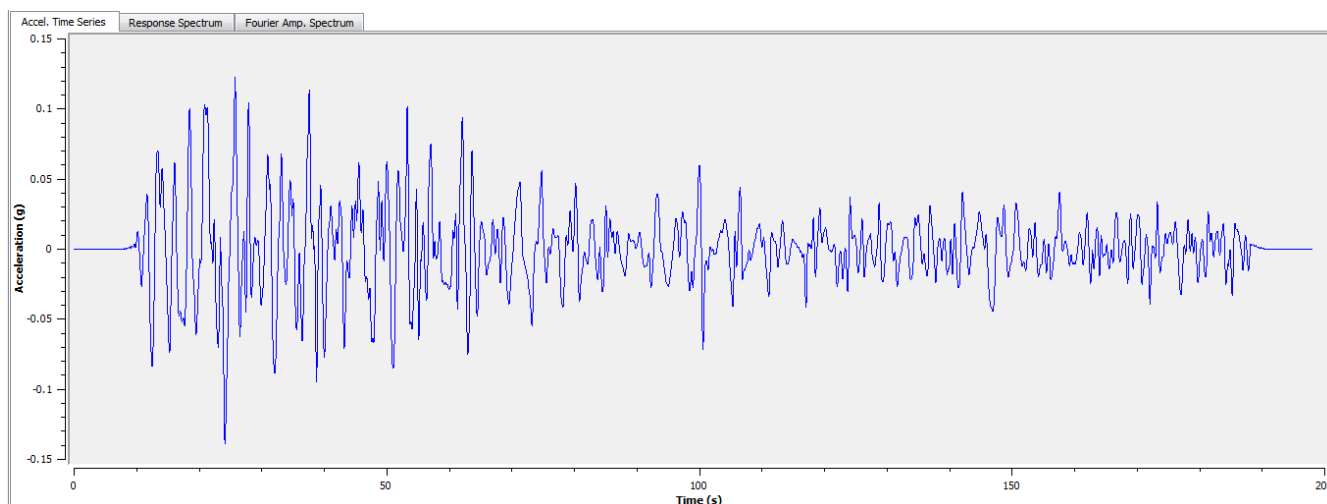
5.1.1.3 Definizione del moto di input

La definizione del moto di input è stata eseguita sulla base dei segnali di riferimento della Delibera A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna, disponibili sul sito [www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica](http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica) per il comune di Alseno.

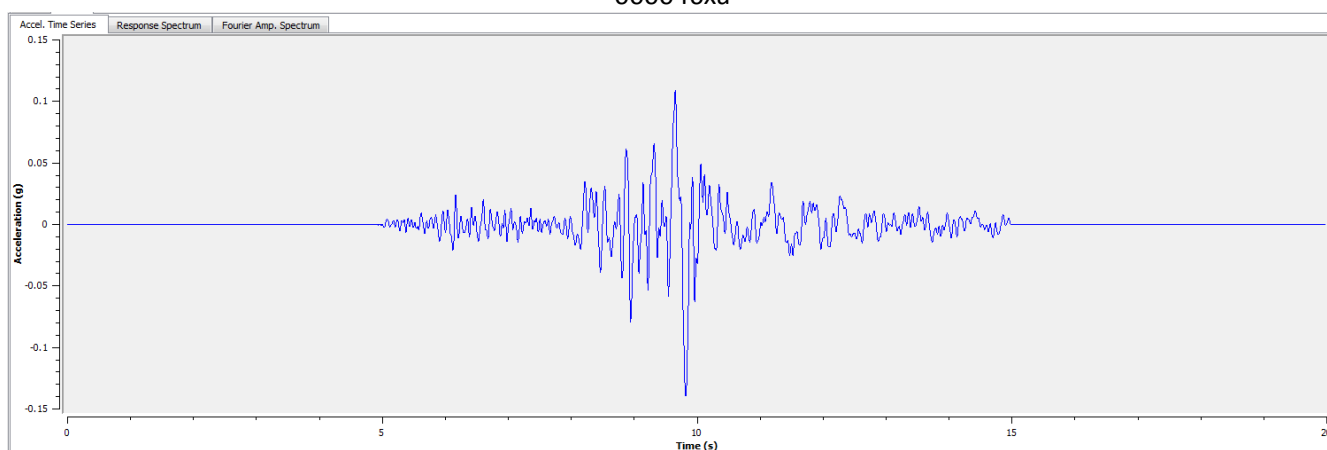
Tali segnali sono scalati in modo che la loro accelerazione massima corrisponda al valore di  $a_{refg}$  stabilito per il comune di Alseno (**0.139g**, allegato A4 della DGR 112/2007).

Si tratta di accelerogrammi reali il cui spettro di risposta è compatibile con lo spettro di risposta del moto atteso nel comune di Alseno con un periodo di ritorno di 475 anni (10% di probabilità di superamento in 50 anni) ottenuto moltiplicando lo spettro di risposta normalizzato presente nell'allegato 4 per il valore di  $a_{refg}$  del comune. Le elaborazioni dei dati numerici sono riportate nelle figure seguenti.

Nome	PGA (g)	PGV (cm/s)
Alseno033002\000046xa_033002Alseno.xy	0.139	6.29
Alseno033002\000126xa_033002Alseno.xy	0.139	7.93
Alseno033002\000354xa_033002Alseno.xy	0.139	6.86

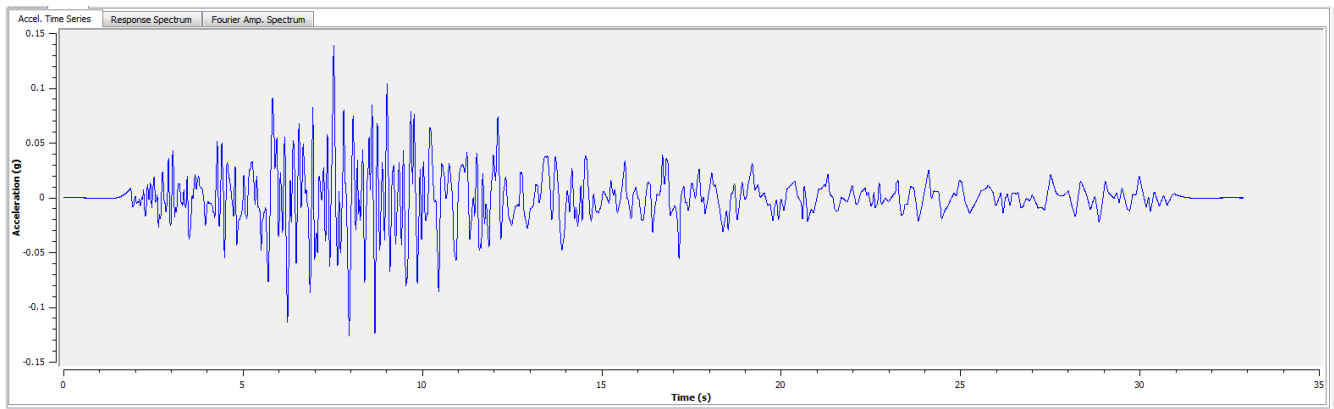


000046xa



000126xa





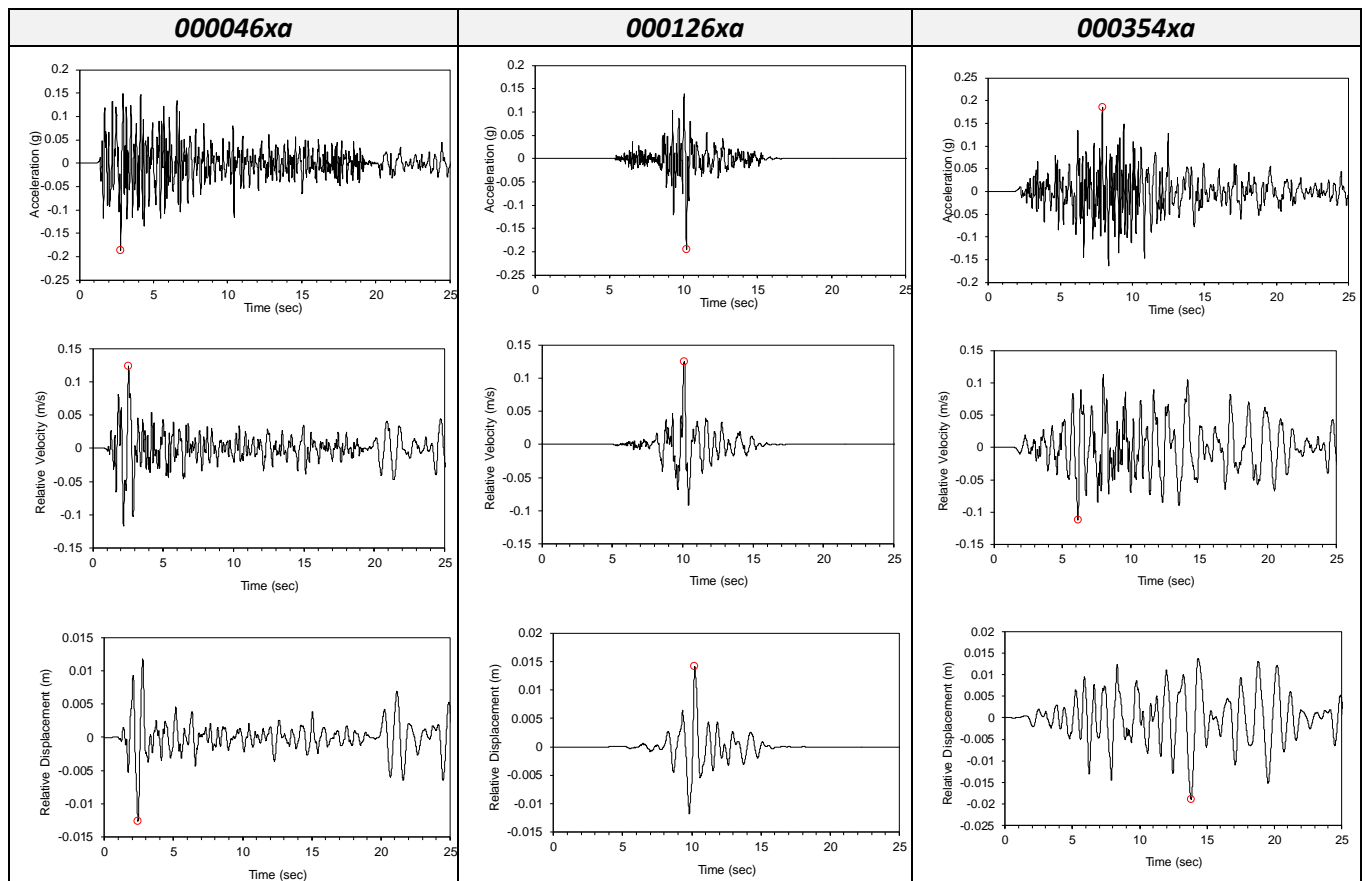
000354xa

Figura 8. Accelerogrammi utilizzati per lo studio di risposta sismica locale (dati dal sito [www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica](http://www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica)).

5.1.1.4 Analisi di risposta sismica locale

La modellazione quantitativa degli effetti di amplificazione specifici dell'area in esame è stata eseguita tramite l'ausilio dei software EERA<sup>15</sup> (Bardet et al., 2000), e Strata<sup>16</sup> (Kottke et al., 2010) validi per modellare situazioni piano-parallele ad uno o più strati (1D).

Nelle figure successive sono riportati i grafici dell'accelerazione (g), della velocità (m/sec) e dello spostamento (m) in funzione del tempo amplificati al piano campagna ottenuti con il software EERA.



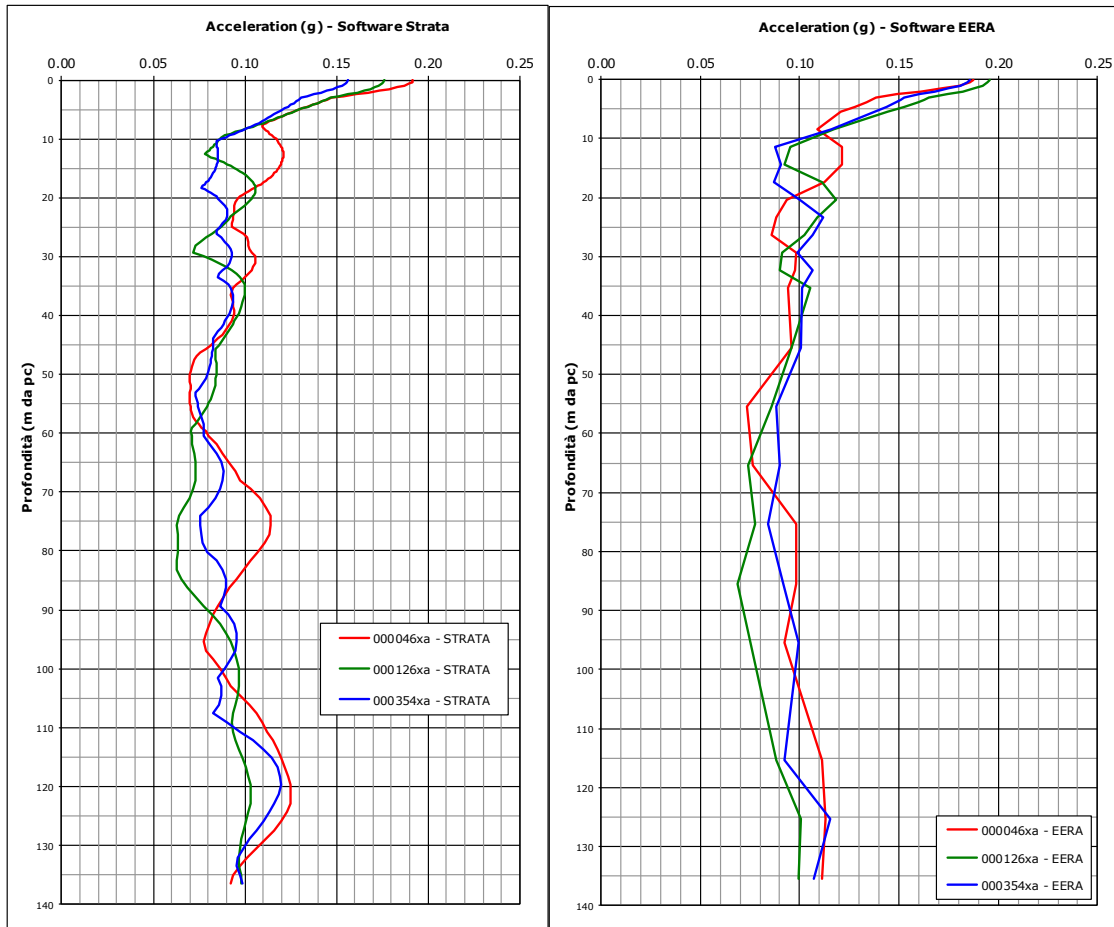
<sup>15</sup> J. P. Bardet, k. Ichii, and c. H. Lin "EERA A Computer Program for Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses of Layered Soil Deposits

<sup>16</sup> Albert Kottke; Ellen M. Rathje (2010), "Strata," <http://nees.org/resources/692>.

000046xa	000126xa	000354xa
Maximum acceleration (g) = <b>0.187</b>	Maximum acceleration (g) = <b>0.196</b>	Maximum acceleration (g) = 0.186
Time of maximum acceleration (sec) = 2.79	Time of maximum acceleration (sec) = 10.19	Time of maximum acceleration (sec) = 7.91
Mean Square frequency (Hz) = 5.05	Mean Square frequency (Hz) = 4.47	Mean Square frequency (Hz) = 4.17
Maximum relative velocity (m/s) = 0.12376	Maximum relative velocity (m/s) = 0.12485	Maximum relative velocity (m/s) = <b>0.11273</b>
Time of maximum relative velocity (sec) = 2.54	Time of maximum relative velocity (sec) = 10.10	Time of maximum relative velocity (sec) = 6.13
Maximum relative displacement (m) = -0.01259	Maximum relative displacement (m) = 0.01418	Maximum relative displacement (m) = -0.01896
Time of maximum relative displacement (sec) = 2.43	Time of maximum relative displacement (sec) = 10.21	Time of maximum relative displacement (sec) = 13.82

Figura 9. Grafici dell'accelerazione (g), della velocità (m/sec) e dello spostamento (m) in funzione del tempo e relativi dati ottenuti con il software EERA per i tre accelerogrammi utilizzati

Nella figura successiva si riportano i grafici relativi alla variazione di PGA con la profondità ottenuti con i due diversi software utilizzando il modello lineare equivalente EQL in cui G e D variano al variare delle deformazioni.



Da cui si ottengono i seguenti valori di PGA e dei coefficienti di amplificazione in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA<sub>0</sub>) a livello del piano campagna.

EERA	000046xa	000126xa	000354xa	Media
PGA	0.1873	0.1956	0.1855	0.1895
FA <sub>(PGA)</sub>	1.35	1.41	1.33	1.36

STRATA	000046xa	000126xa	000354xa	Media
PGA	0.1918	0.1759	0.1561	0.1746
FA <sub>(PGA)</sub>	1.38	1.27	1.12	1.26

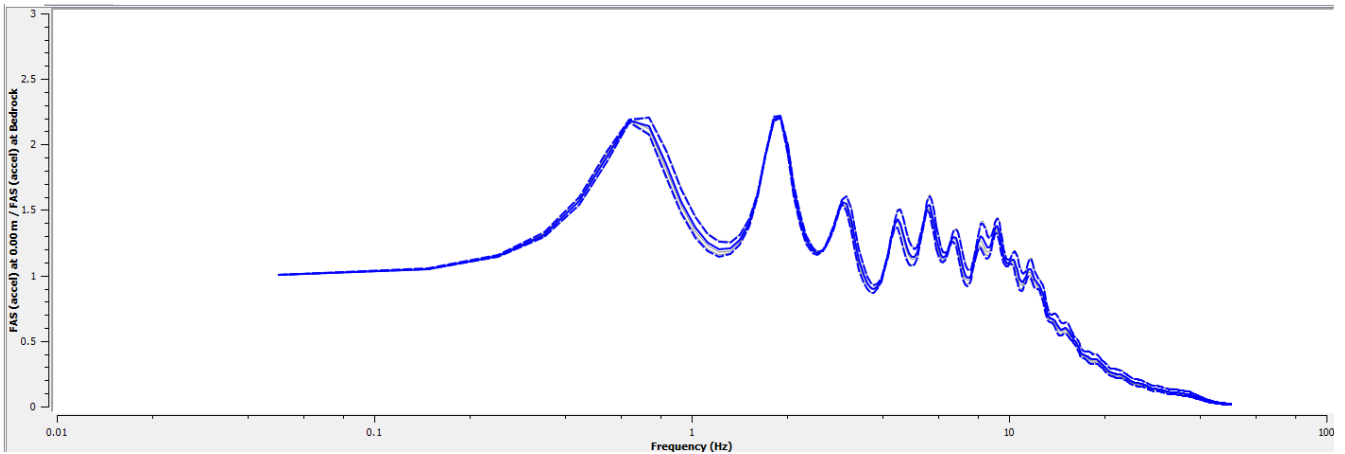


Figura 10. Andamento della funzione di amplificazione in funzione della frequenza

Nella figura seguente si riportano i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate in termini di spettri di risposta al piano campagna per i tre accelerogrammi utilizzati (in nero è riportato anche il valore medio). Per confronto sono riferiti anche gli spettri a probabilità uniforme amplificati (FA PGA pari a 1.6) per il comune di Alseno (DGR 112/2007).

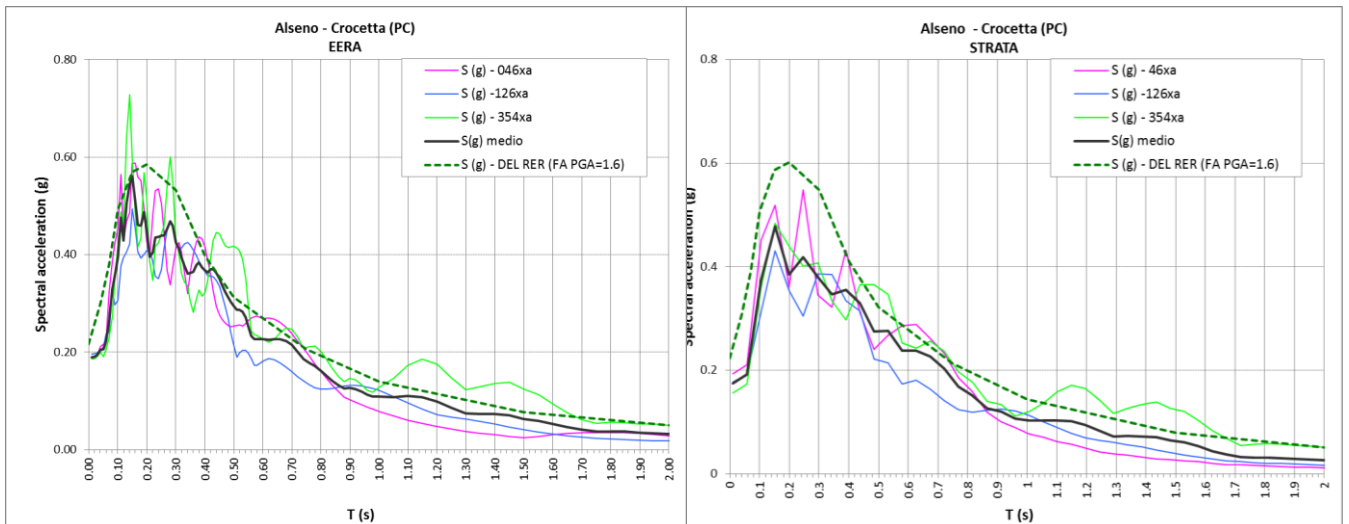


Figura 5.11 Spettri di risposta ottenuti (accelerazione in g) mediante l'utilizzo del software EERA e Strata e spettri a probabilità uniforme amplificati dalla DGR 112/2007 (FA PGA pari a 1.6).

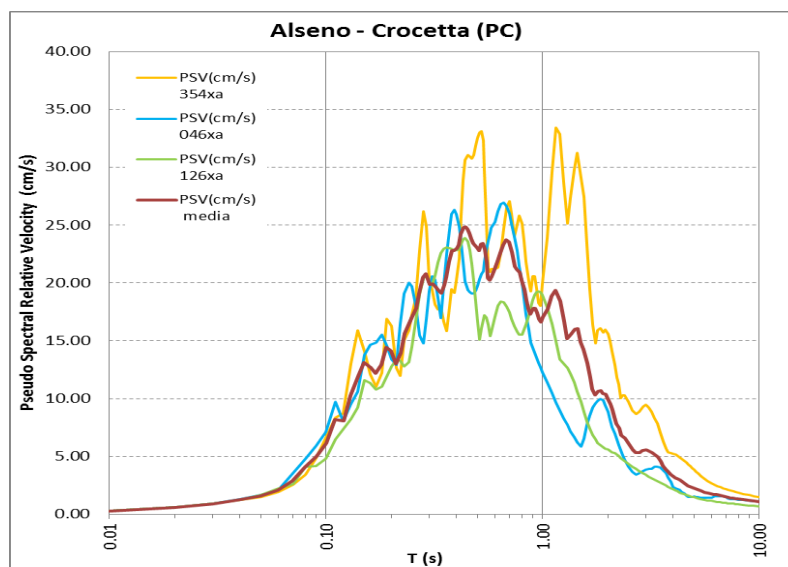


Figura 5.12 Spettri di risposta PSV (velocità spettrali in cm/s).

L'esame dei dati risultanti dalle simulazioni numeriche evidenzia che i valori massimi di accelerazione spettrale sono concentrati nell'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5s, il picco di valore massimo è compreso nell'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.3s

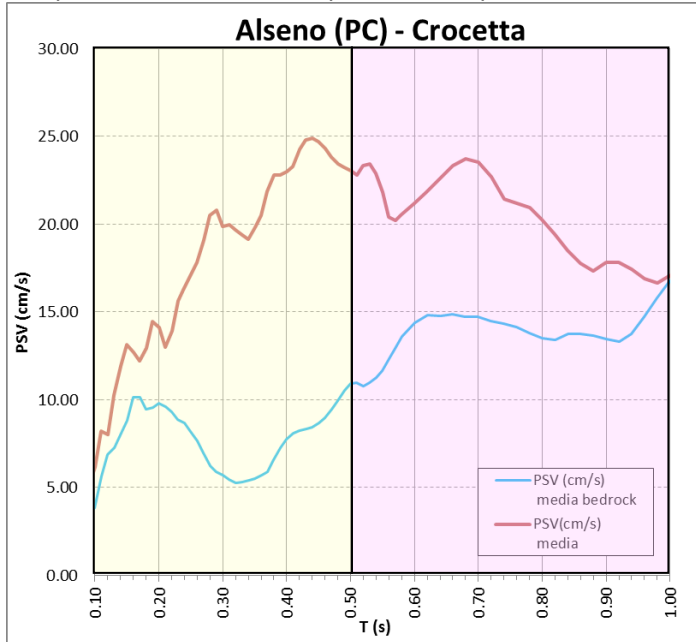


Figura 5.13 Spettri di risposta in velocità ottenuti dalle simulazioni con il software EERA.

E' stata inoltre calcolata l'Intensità di Housner (SI) definita come segue

$$SI = \int_{T_1}^{T_2} PSV \, dT$$

Dove PSV è lo spettro di risposta in velocità (smorzamento  $\zeta=5\%$ ).

Sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi numeriche sono stati ricavati i valori dei coefficienti di amplificazione in termini di intensità di Housner ( $SI/SI_0$ ).

FA Intensità Spettrale  $-0.1s < T_0 < 0.5s = 2.53$

FA Intensità Spettrale  $0.5s < T_0 < 1.0s = 1.53$

#### 5.1.1.4.1 Conclusioni

In conclusione lo studio di risposta sismica locale eseguito non ha evidenziato criticità particolari per l'area in esame, i fattori di amplificazione individuati risultano leggermente inferiori alle stime eseguite con gli abachi regionali per quello che riguarda i valori di Fa di PGA.

Nelle successive fasi di progettazione sarà necessario valutare l'interazione dei rilevati stradali con le caratteristiche geotecniche e sismiche dell'area, in relazione anche alle modalità realizzative.

## 5.2 Stabilità nei confronti della liquefazione

### 5.2.1 Verifica della suscettività dei terreni alla liquefazione

Al fine di verificare la possibilità dell'occorrenza del fenomeno della liquefazione nei terreni indagati sono state verificate le verticali elaborate attraverso l'utilizzo di metodi semplificati.

Per la verifica della suscettività alla liquefazione è necessario il calcolo di due variabili: il carico sismico, espresso tramite il carico tensionale ciclico CSR e la capacità del terreno a resistere alla liquefazione, espressa attraverso il rapporto di resistenza ciclica CRR.

Il metodo semplificato permette di esprimere la suscettività alla liquefazione del deposito attraverso un coefficiente di sicurezza, dato dal rapporto tra la resistenza ciclica (CRR) ed il carico tensionale ciclico (CSR).

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

Un deposito dovrà essere considerato suscettibile di liquefazione se il coefficiente di sicurezza è minore di **1.00**.

La verifica a liquefazione è stata eseguita sulla prova CPTu tramite l'utilizzo del software CLiq v.1.7.1.14 - CPT Liquefaction Assessment Software della ditta GeoLogismiki Geotechnical Software con il metodo proposto da Robertson & Wride (1998)<sup>17</sup>, NCEER (1998)<sup>18</sup> e Idriss & Boulanger (2008)<sup>19</sup> e Boulanger & Idriss (2014).

L'analisi è stata condotta imponendo una profondità della falda pari a **1.0 m dal p.c.** ed un valore di magnitudo di momento (M) pari **6.14**. L'analisi è stata condotta considerando il valore di  $a_{max}$  più elevato tra quello ottenuti nell'analisi RSL **0.196g** ed inoltre è stata eseguita un'analisi parametrica per evidenziare la variazione dell'indice di potenziale liquefazione al variare di  $a_{max}$ .

E' stato inoltre calcolato inoltre l'indice del potenziale di liquefazione  $I_L$  secondo il metodo di Iwasaki et al. (1982)<sup>20</sup>.

$$I_L = \int_0^{20} F(z)w(z) dz$$

Dove z è la profondità dal piano campagna in metri

$$W(z) = 10 - 0.5z$$

$$F = 1 - FL \text{ se } FL \leq 1.0$$

$$F = 0 \text{ se } FL > 1.0$$

I valori di  $I_L$  ottenuti sono stati classificati secondo le classi proposte da Somnez (2003)<sup>21</sup>; in particolare se  $I_L = 0$  il rischio di liquefazione è nullo, se  $0 < I_L \leq 2$  il rischio di liquefazione è basso; se  $2 < I_L \leq 5$  il potenziale di rottura è moderato, se  $5 < I_L \leq 15$  il potenziale di rottura è elevato,  $I_L \geq 15$  il potenziale di rottura è estremamente elevato. E' stato inoltre eseguito un calcolo dei possibili cedimenti post sismici secondo il metodo proposto da Zhang et. al. (2002)<sup>22</sup>. Nella tabella seguente si riportano i dati ottenuti con la falda a profondità 1 m dal p.c. con i metodi di calcolo utilizzati. Le analisi eseguite evidenziano un indice di potenziale liquefazione sempre nullo, i cedimenti post sismici dei terreni granulari raggiungono un massimo pari a 0.8 cm.

	Metodo NCCER -Robertson (1998)		Metodo Idriss & Boulanger (2008)	
	$I_L$	Cedimenti (cm)	$I_L$	Cedimenti (cm)
CPT215	0	0	0	0.80

<sup>17</sup> Robertson P.K. & Wride C.E. (1998) "Evaluating cyclic liquefaction potential using the cone penetration test" *Can. Geotech. J.* 35: 442-459 (1998)

<sup>18</sup> Youd, T.L., Idriss, I.M., Andrus, R.D., Arango, I., Castro, G., Christian, J.T., Dobry, R., Finn, W.D.L., Harder, L.F., Hynes, M.E., Ishihara, K., Koester, J., Liao, S., Marcuson III, W.F., Martin, G.R., Mitchell, J.K., Moriwaki, Y., Power, M.S., Robertson, P.K., Seed, R., and Stokoe, K.H., *Liquefaction Resistance of Soils: Summary Report from the 1996 NCEER and 1998 NCEER/NSF Workshop on Evaluation of Liquefaction Resistance of Soils*, ASCE, *Journal of Geotechnical & Geoenvironmental Engineering*, Vol. 127, October, pp 817-833

<sup>19</sup> Idriss, I. M., and Boulanger, R. W. (2008) "Soil Liquefaction during Earthquakes." *MNO-12, Earthquake Engineering Research Institute, Oakland, CA.*

<sup>20</sup> Iwasaki T., Tokida K., Tatsuoka F., Watanabe S. Yasuda S., Sato H. (1983) "Microzonation for soil liquefaction potential using simplified methods", III Int. Conf. In Microzon., San Francisco

<sup>21</sup> Somnez H (2003) *Modification to the liquefaction potential index and liquefaction susceptibility mapping for a liquefaction-prone area (Inegol-Turkey)*. *Environ Geology* 44(7):862-871

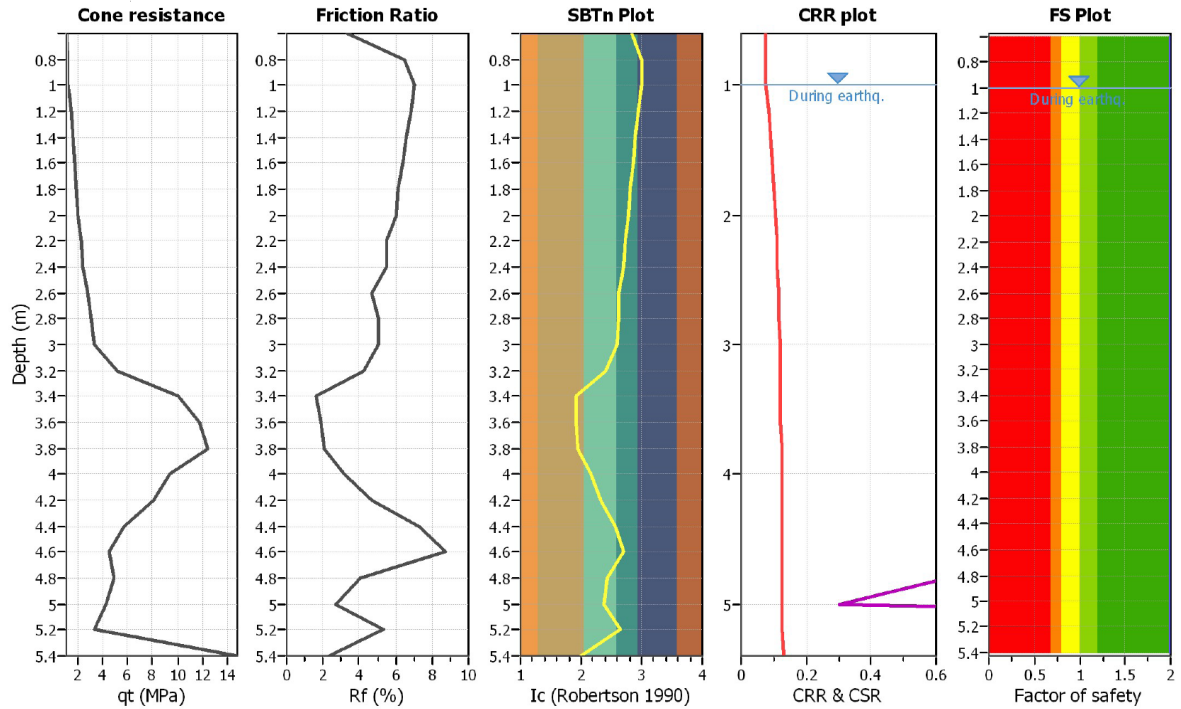
<sup>22</sup> Zhang H., Robertson P.K., Brachman R.W.I "Estimating liquefaction-induced ground settlements from CPT for level ground" *Can. Geotech. J.* 39:1168-1180.

**Metodo NCEER**

CPT file : cpt215

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	NCEER (1998)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	NCEER (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude $M_w$ :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.20	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_\sigma$ applied:	Yes	MSF method:	Method based

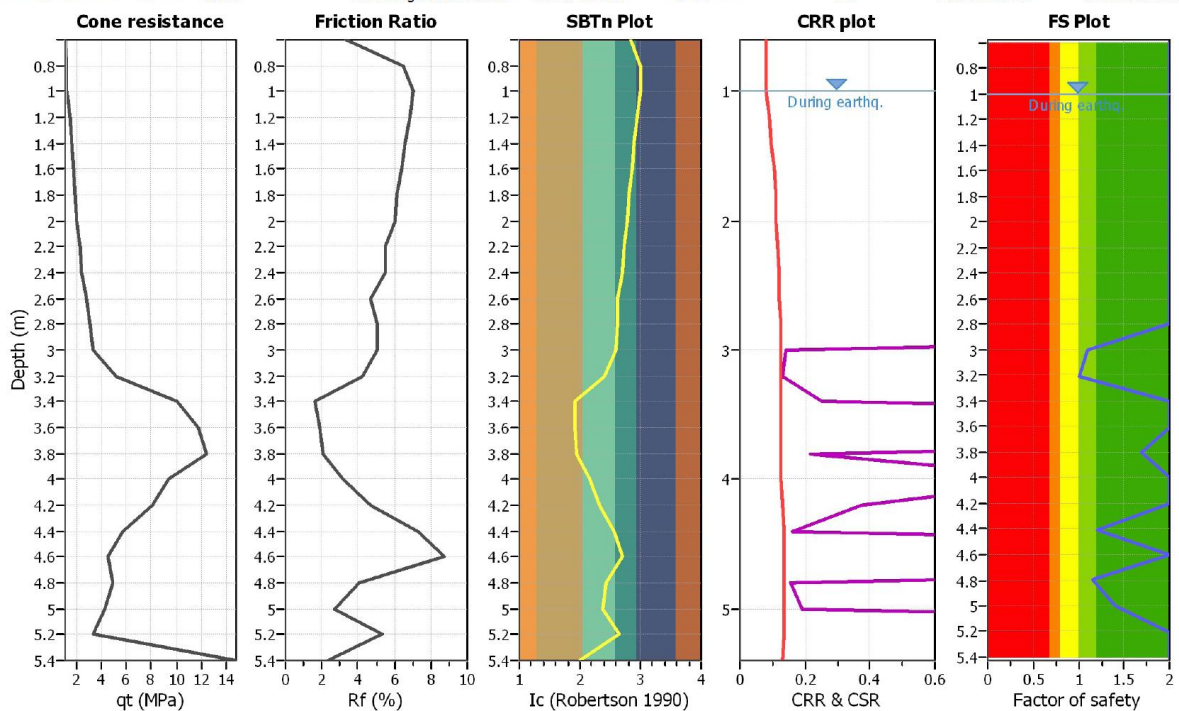


**Metodo Idriss & Boulanger (2008)**

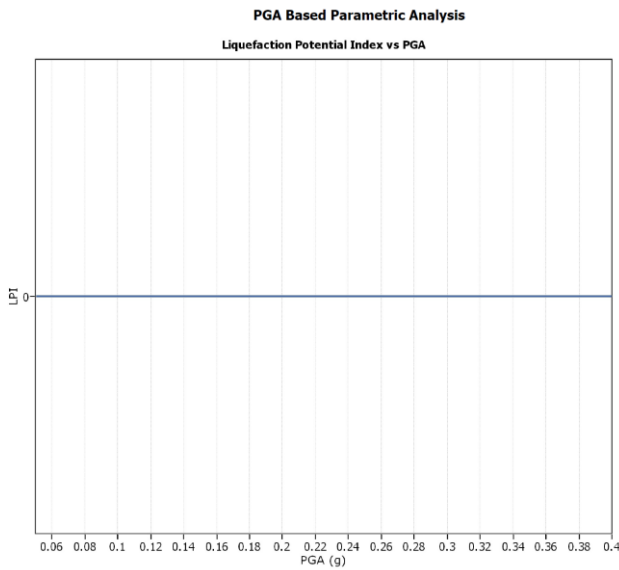
CPT file : cpt215

**Input parameters and analysis data**

Analysis method:	I&B (2008)	G.W.T. (in-situ):	1.50 m	Use fill:	No	Clay like behavior	
Fines correction method:	R&W (1998)	G.W.T. (earthq.):	1.00 m	Fill height:	N/A	applied:	Sands only
Points to test:	Based on Ic value	Average results interval:	3	Fill weight:	N/A	Limit depth applied:	No
Earthquake magnitude $M_w$ :	6.14	Ic cut-off value:	2.60	Trans. detect. applied:	No	Limit depth:	N/A
Peak ground acceleration:	0.20	Unit weight calculation:	Based on SBT	$K_\sigma$ applied:	Yes	MSF method:	Method based

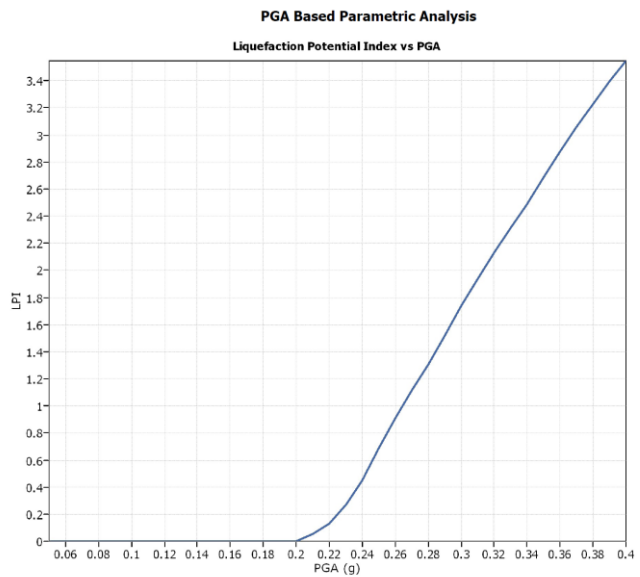


Di seguito si riportano le analisi parametriche eseguite con il metodo NCEER (1998) e Idriss & Boulanger (2008), che evidenziano come nel primo caso il potenziale di liquefazione sia sempre nullo, mentre nel secondo caso il potenziale di liquefazione aumenti a partire da 0.2g, ma che rimanga basso fino a circa 0.3g.



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Assesment method	Earthquake Mag.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
cpt215 copy	NCEER (1998)	6.14	1.50	1.00



:: CPT main liquefaction parameters details ::

CPT Name	Assesment method	Earthquake Mag.	GWT in situ (m)	GWT earthq. (m)
cpt215 copy	Idriss & Boulanger (2008)	6.14	1.50	1.00

### 5.3 Conclusioni

Sulla base delle indagini e degli studi eseguiti l'intervento risulta geologicamente compatibile con le seguenti prescrizioni.

- ✓ L'ambito ricade all'interno delle zone di ricarica degli acquiferi tipo B ed è pertanto assoggettato alle condizioni previste dall'art.35 comma 5 delle norme del PTCP e dell'art.31 comma 5 delle norme del PSC.
- ✓ Nelle fasi successive di progettazione sarà necessario eseguire: l'analisi dei cedimenti totali e differenziali che possono essere indotti dalla variabilità litologica esistente. Sarà anche necessario effettuare una analisi sismica specifica individuando eventuali variazioni locali di Vs e Vs<sub>30</sub>. Dovrà anche essere eseguita una progettazione che consideri l'eventuale presenza della falda a quote prossime al piano campagna. Dovrà inoltre essere valutata la presenza della fascia con scarsa probabilità di alluvioni (L) del Piano Alluvioni dell'Autorità di Bacino del Fiume Po.

**ALLEGATO 1**  
**INDAGINI SISMICHE PASSIVE ANNO 2013**



**Premessa**

La prova H/V valuta sperimentalmente i rapporti di ampiezza spettrale fra le componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V) delle vibrazioni ambientali sulla superficie del terreno.

Le vibrazioni ambientali sono movimenti del terreno caratterizzati da ampiezze  $10^{-4}$  –  $10^{-2}$  mm dovute a diverse sorgenti quali ad esempio onde marine e perturbazioni atmosferiche (campo d'onda a frequenze inferiori a 0.5Hz), vento, traffico veicolare e attività industriali (campo d'onda a frequenze superiori a 0.5Hz).

La struttura del campo d'onde presente sul terreno (microtremore) è pertanto condizionata dalle caratteristiche delle sorgenti ma anche dalle proprietà dei terreni attraversati, infatti in presenza di campo d'onde diffuso (sorgenti distribuite in modo statisticamente omogeneo) la struttura media del segnale risulterà statisticamente indipendente dalla natura e posizione delle sorgenti, ma rifletterà la struttura del sottosuolo. La struttura del segnale registrato in superficie è potenzialmente in grado di fornire informazioni sul mezzo attraversato dalle onde.

Misurando il rapporto H/V (con H componente orizzontale e V componente verticale) determinabile dai microtremori (le oscillazioni del suolo indotte da una serie di fattori sia naturali che antropici) si può identificare in maniera passiva la frequenza di risonanza del sottosuolo, che risulta in relazione diretta con l'amplificazione sismica.

La trattazione classica di Nakamura prevedrebbe il coinvolgimento delle onde di corpo (S e P) mentre le evidenze teoriche e sperimentali più recenti portano a concludere che il fattore principale che determina la curva H/V sperimentale sia dato invece dalle onde di superficie (più specificatamente dall'ellitticità, cioè appunto dal rapporto che sussiste tra le componenti orizzontali e quella verticale).

**Strumentazione**

Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente, il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo ad una medesima sollecitazione.

Le acquisizioni durano normalmente circa 20 minuti. Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz.

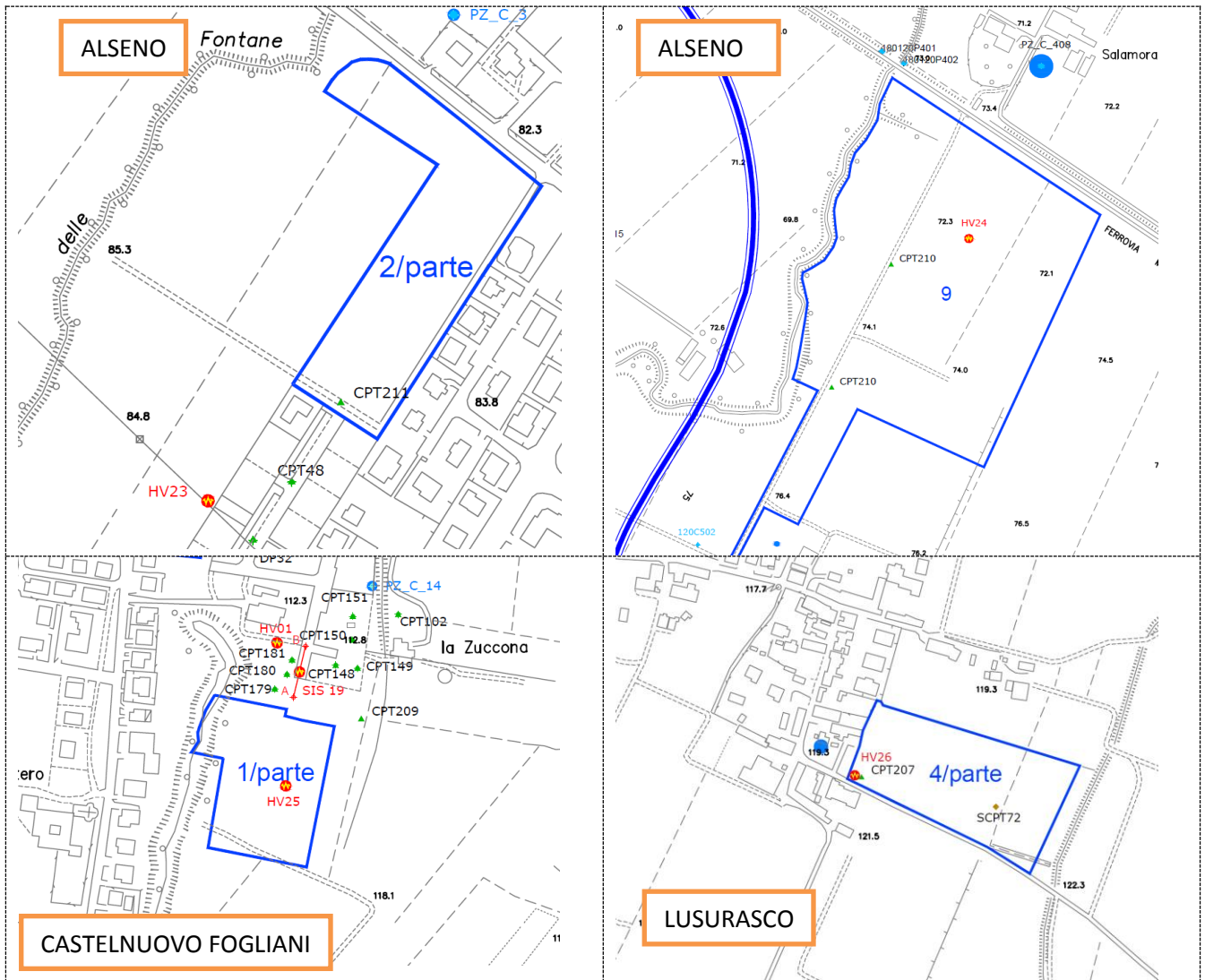
Per la campagna di indagine è stato utilizzato un sismografo SR04-GEOBOX sensore 2.0Hz con una frequenza di campionamento di 300Hz ed un tempo di registrazione di 20 minuti. L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il software Geopsy, impostando la lunghezza delle finestre a 20s e lisciamiento con finestra triangolare di ampiezza 5%.

**Ubicazione delle prove**

Le aree in esame sono ubicate in comune di Alseno (PC).

Le prove sono state eseguite il 29 novembre 2013 ed il 2 dicembre 2013.

L'ubicazione delle prove è riportata nelle figure seguenti.



**HV23 – ALSENO 2/PARTE**

**HV23 – ALSENO 2/PARTE**

**DATASET**

Date: 02/12/2013

Time: 08:23

Dataset: MT\_20131202\_082347.SAF

Sampling frequency (Hz): 300

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Anti triggering sul segnale naturale: STA=1, LTA=30s; min STA/LTA=0.20; max STA/LTA=2.50

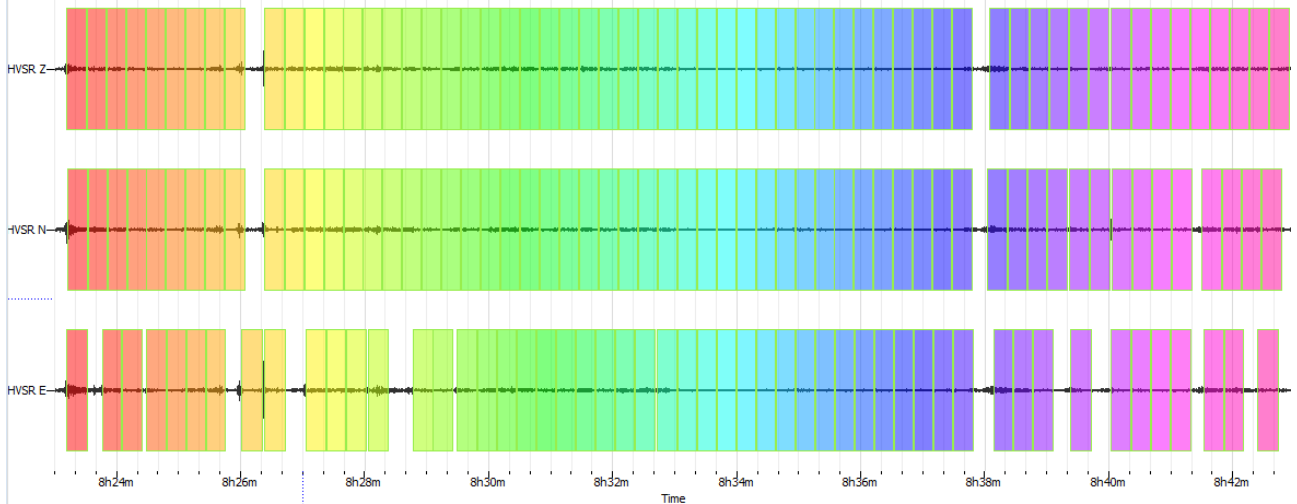
Filtri = -

Funzione di lisciamento: Proporzionale

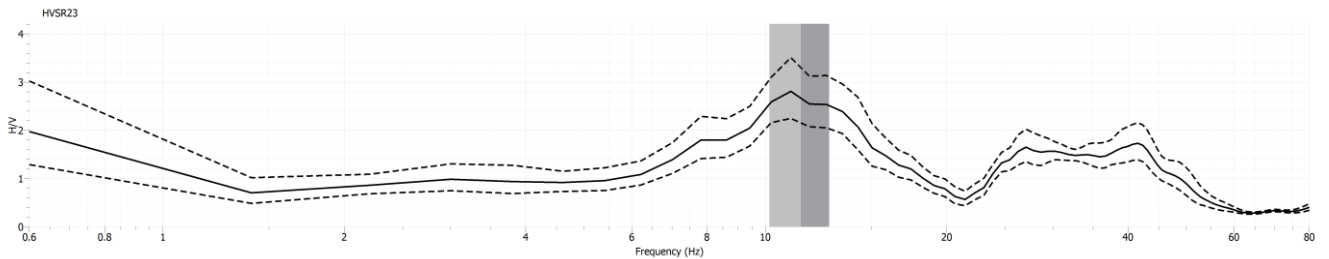
Costante di lisciamento: 5%

**TIME HISTORY**

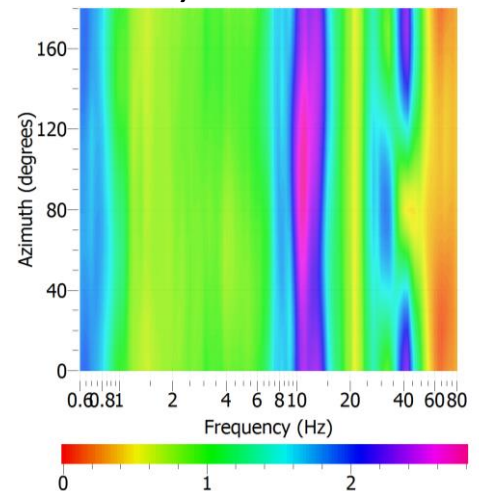
ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec y	Rec z	Type	
1	1	HVSR	Vertical	02/12/2013 00:00:00	8h23m	8h43m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
2	2	HVSR	North	02/12/2013 00:00:00	8h23m	8h43m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
3	3	HVSR	East	02/12/2013 00:00:00	8h23m	8h43m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform



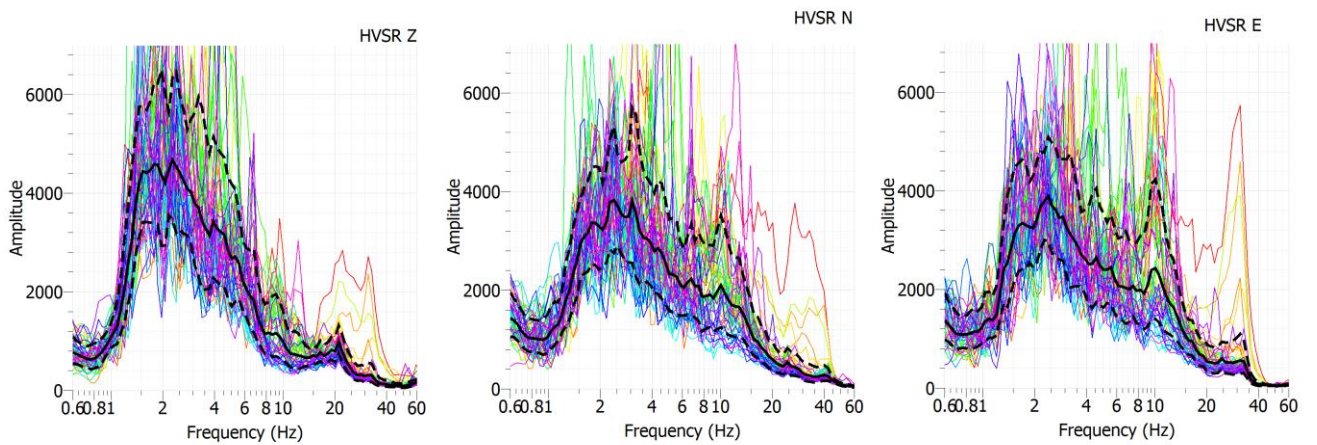
**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**



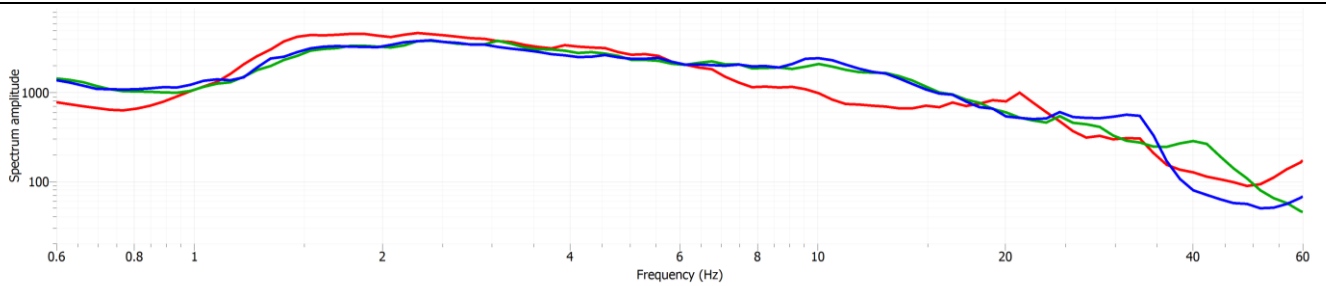
**H/V ROTATE**



**SINGLE COMPONENT SPECTRA**

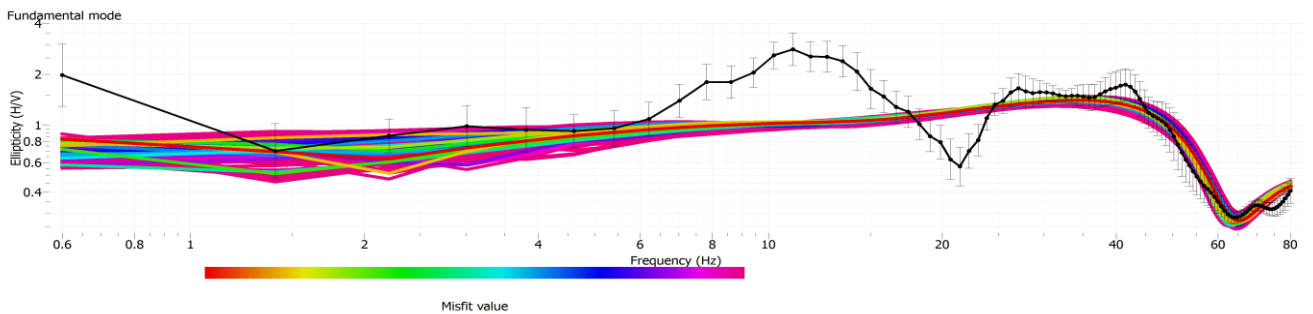


**SPECTRUM SUMMARY**

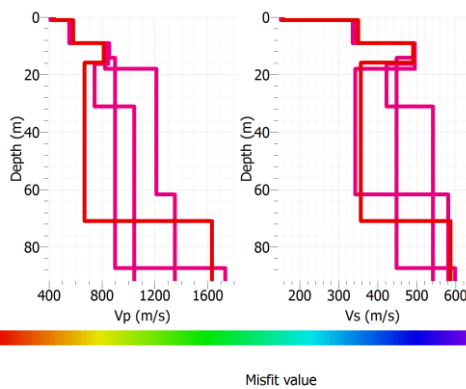


**Inversione della prova HV23 eseguita con il software Geopsy [Dinver]<sup>23</sup>**

**ELLIPTICITY CURVES**



**GROUND PROFILES**



<i>profondità</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>
<i>m dal p.c.</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
1.00	409.4	151.5
9.00	568.6	346.0
14.14	855.0	495.1
87.37	898.6	448.2
semispazio	1732.9	598.1

***Vs<sub>30</sub>*=397 m/s**

<sup>23</sup> Wathelet, M. (2008). An improved neighborhood algorithm: parameter conditions and dynamic scaling. *Geophysical Research Letters*, 35, L09301, doi:10.1029/2008GL033256

**HV24 – ALSENO 9**

**HV24**

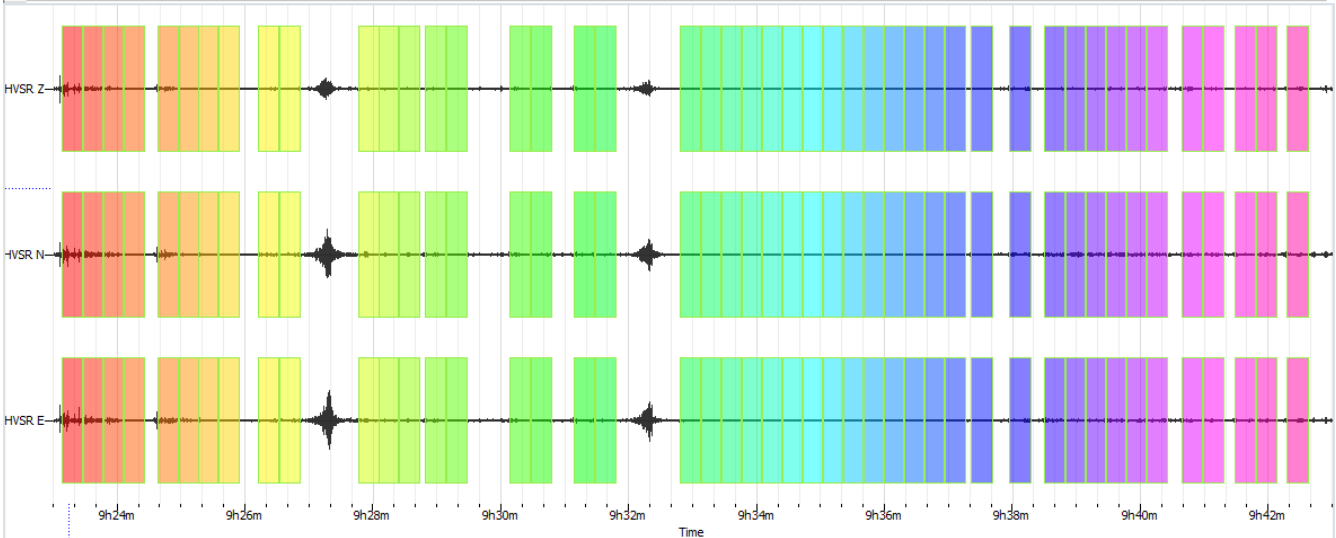
**DATASET**

Date: 02/12/2013  
 Time: 09:23  
 Dataset: MT\_20131202\_092311.SAF  
 Sampling frequency (Hz): 300  
 Window length (sec): 20  
 Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

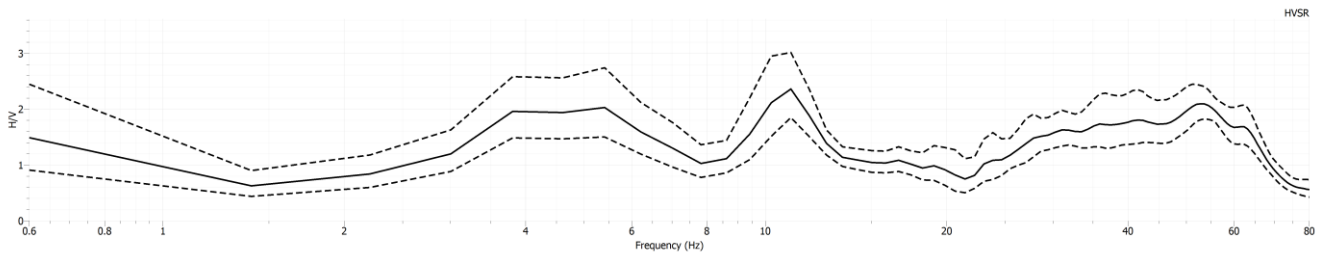
Anti triggering sul segnale naturale: STA=1, LTA=30s; min STA/LTA=0.20; max STA/LTA=2.50  
 Filtri = -  
 Funzione di lisciamento: Proporzionale  
 Costante di lisciamento: 5%

**TIME HISTORY**

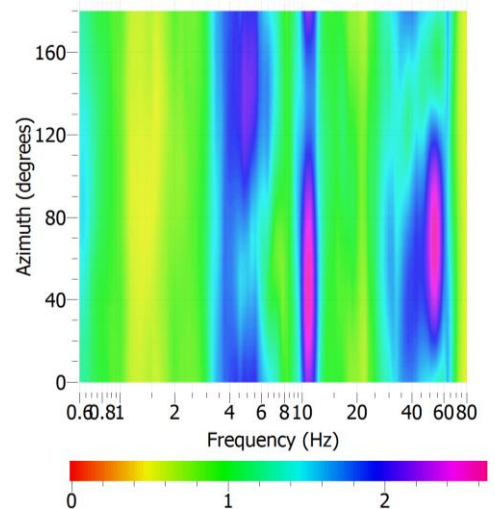
ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec y	Rec z	Type	
1	1	HVSR	Vertical	02/12/2013 00:00:00	9h23m	9h43m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
2	2	HVSR	North	02/12/2013 00:00:00	9h23m	9h43m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
3	3	HVSR	East	02/12/2013 00:00:00	9h23m	9h43m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform



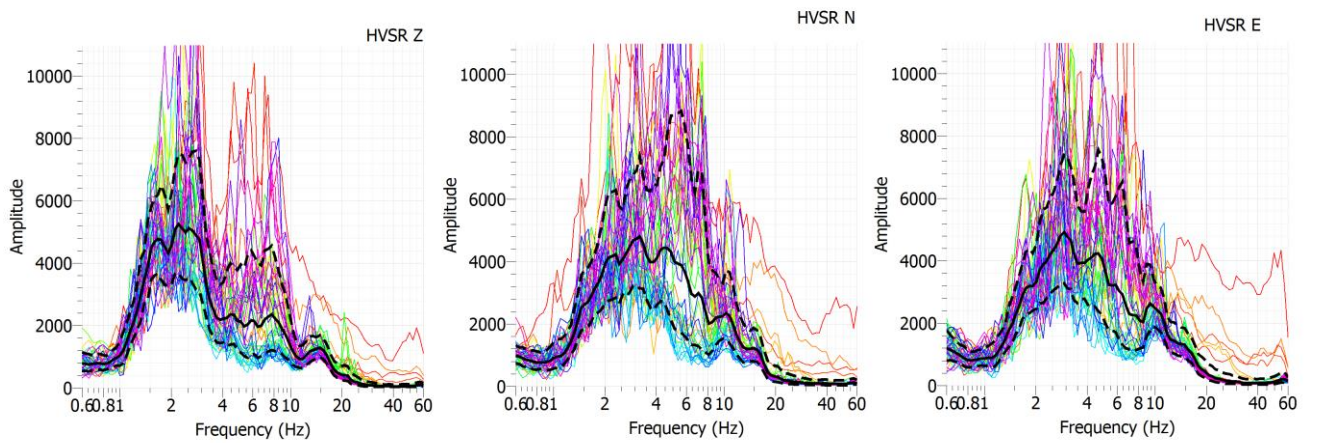
**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**



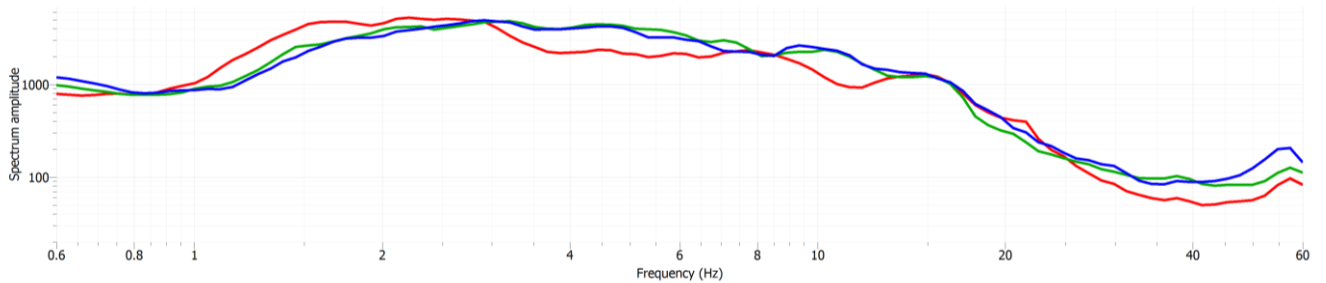
**H/V ROTATE**



**SINGLE COMPONENT SPECTRA**

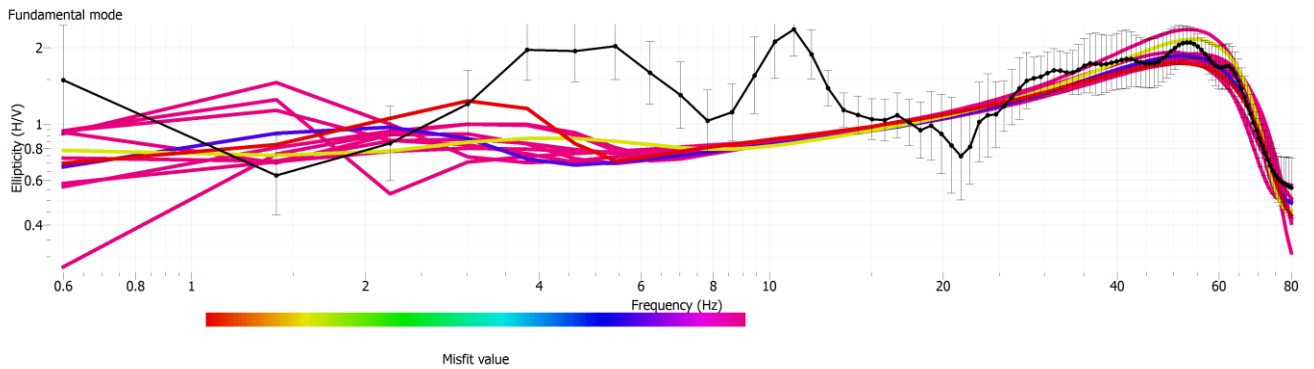


**SPECTRUM SUMMARY**

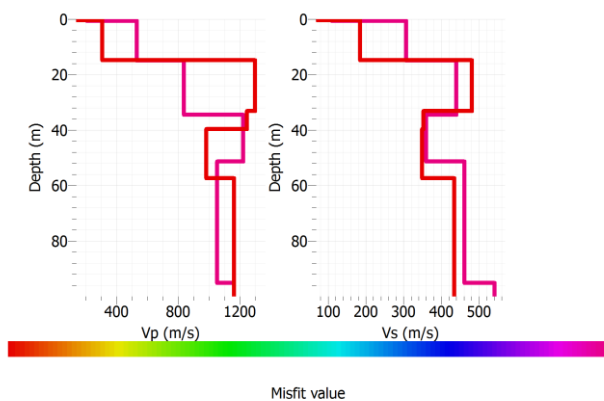


**Inversione della prova HV24 eseguita con il software Geopsy [Dinver]**

**ELLIPTICITY CURVES**



**GROUND PROFILES**



<i>profondità</i> <i>m dal p.c.</i>	<i>Vp</i> <i>m/s</i>	<i>Vs</i> <i>m/s</i>
0.6	209	110
8.1	530	307
14.9	530	307
34.5	838	439
51.4	1223	360
95.2	1054	461
semispazio	1163.9	541.0

**$V_{s30} = 348 \text{ m/s}$**

**HV25 – CASTELNUOVO FOGLIANI 1/PARTE**

**HV25**

**DATASET**

Date: 29/11/2013

Time: 09:47

Dataset: MT\_20131129\_094717.SAF

Sampling frequency (Hz): 300

Window length (sec): 20

Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

Anti triggering sul segnale naturale: STA=1, LTA=30s; min STA/LTA=0.20; max STA/LTA=2.50

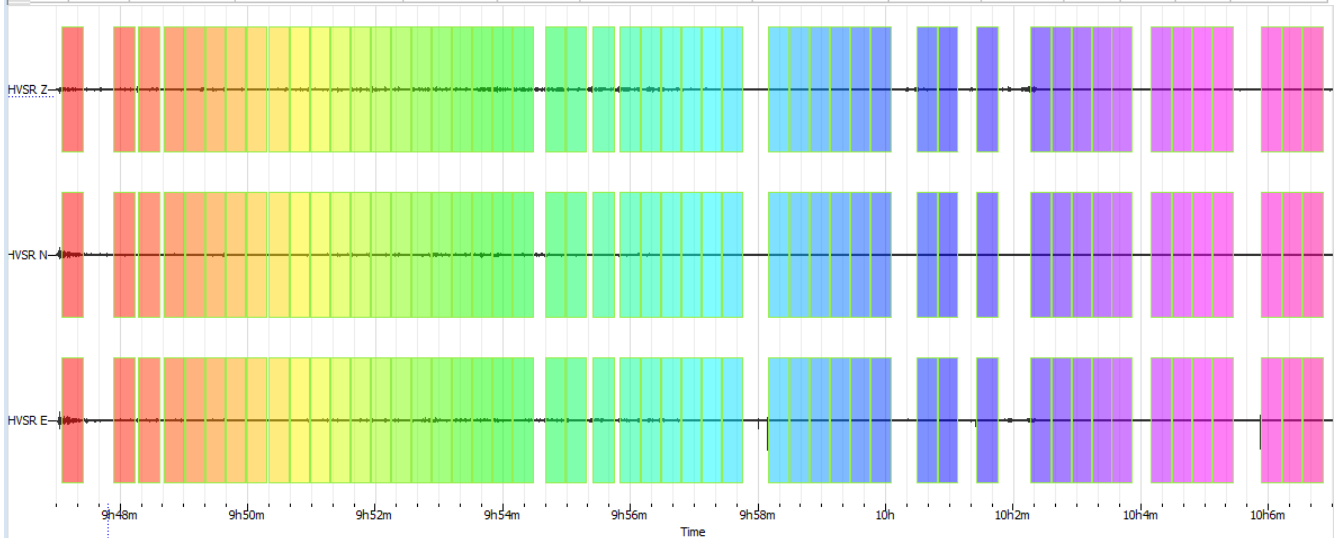
Filtri = -

Funzione di lisciamento: Proporzionale

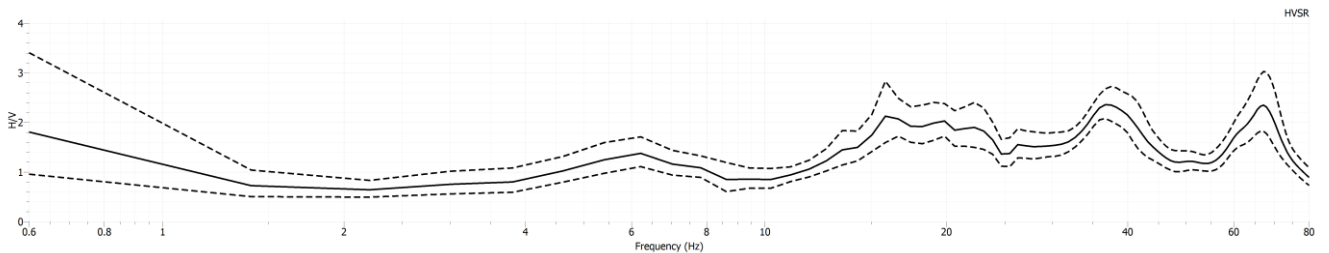
Costante di lisciamento: 5%

**TIME HISTORY**

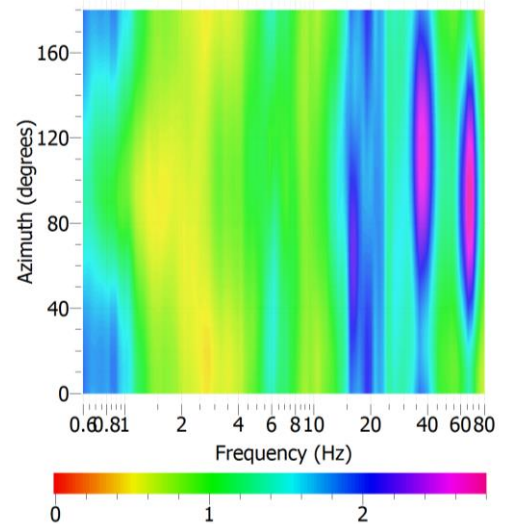
ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec y	Rec z	Type
1	HVSR	Vertical	29/11/2013 00:00:00	9h47m	10h7m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
2	HVSR	North	29/11/2013 00:00:00	9h47m	10h7m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
3	HVSR	East	29/11/2013 00:00:00	9h47m	10h7m	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform



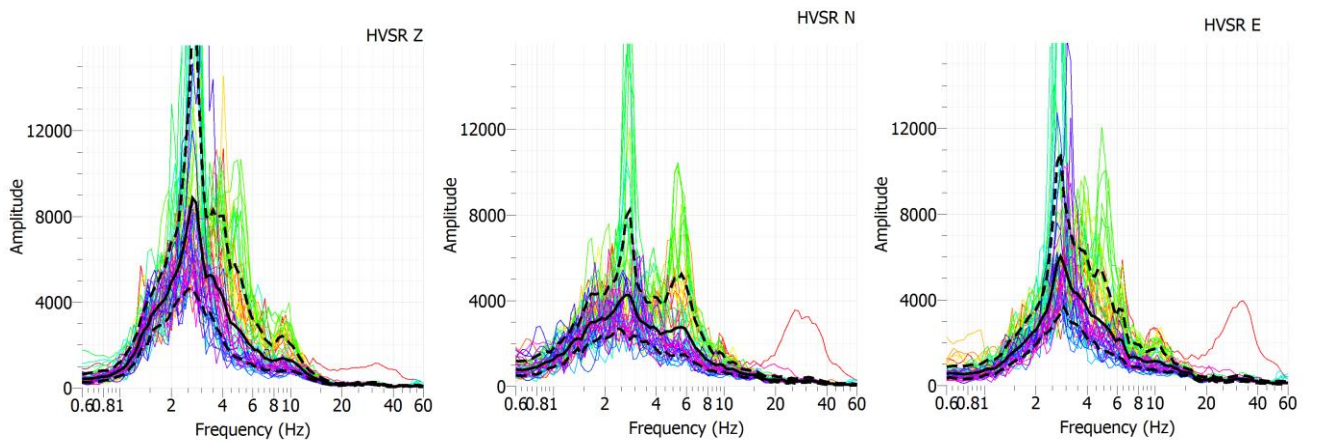
**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**



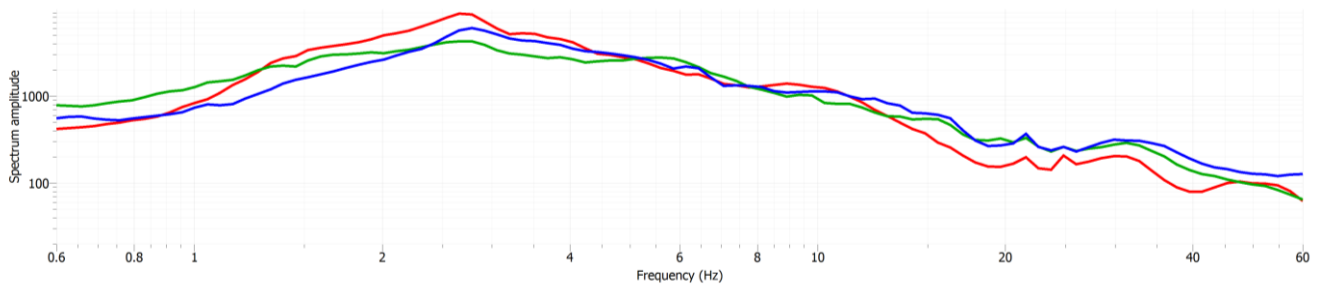
**H/V ROTATE**



**SINGLE COMPONENT SPECTRA**

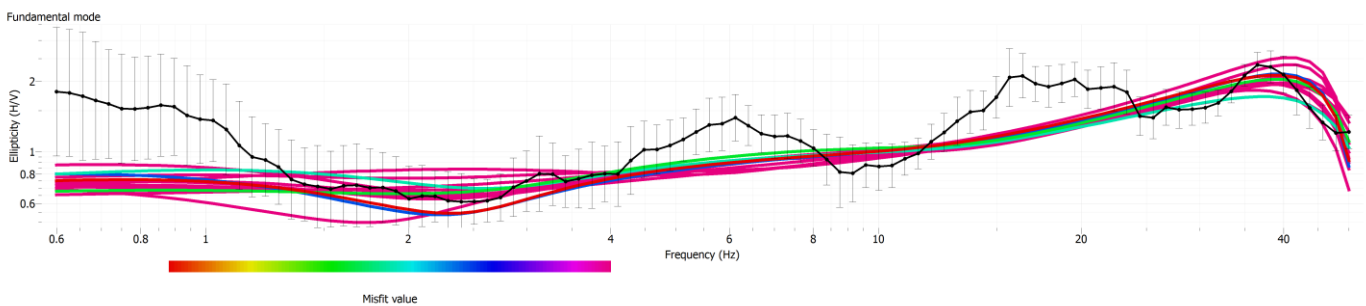


**SPECTRUM SUMMARY**

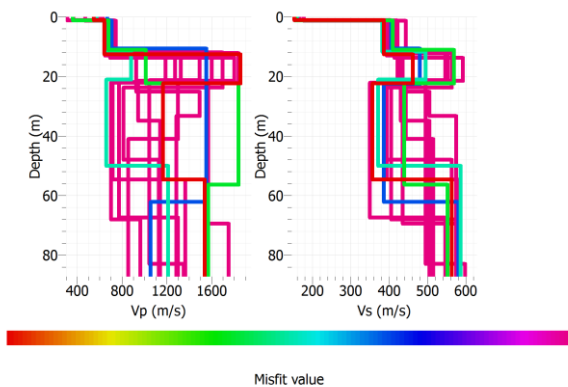


**Inversione della prova HV25 eseguita con il software Geopsy [Dinver]<sup>24</sup>**

**ELLIPTICITY CURVES**



**GROUND PROFILES**



profondità m dal p.c.	Vp m/s	Vs m/s
1.09	574.2	159.2
3.08	640.7	382.2
11.73	640.7	382.2
21.02	880.9	495.1
33.54	660.1	371.0
49.97	660.1	371.0
57.99	1211.2	586.3
79.75	1211.2	586.3
semispazio	1211.2	586.3

**Vs<sub>30</sub>=386m/s**

<sup>24</sup> Wathelet, M. (2008). An improved neighborhood algorithm: parameter conditions and dynamic scaling. Geophysical Research Letters, 35, L09301, doi:10.1029/2008GL033256



**HV26 – LUSURASCO 4/PARTE**

**HV26**

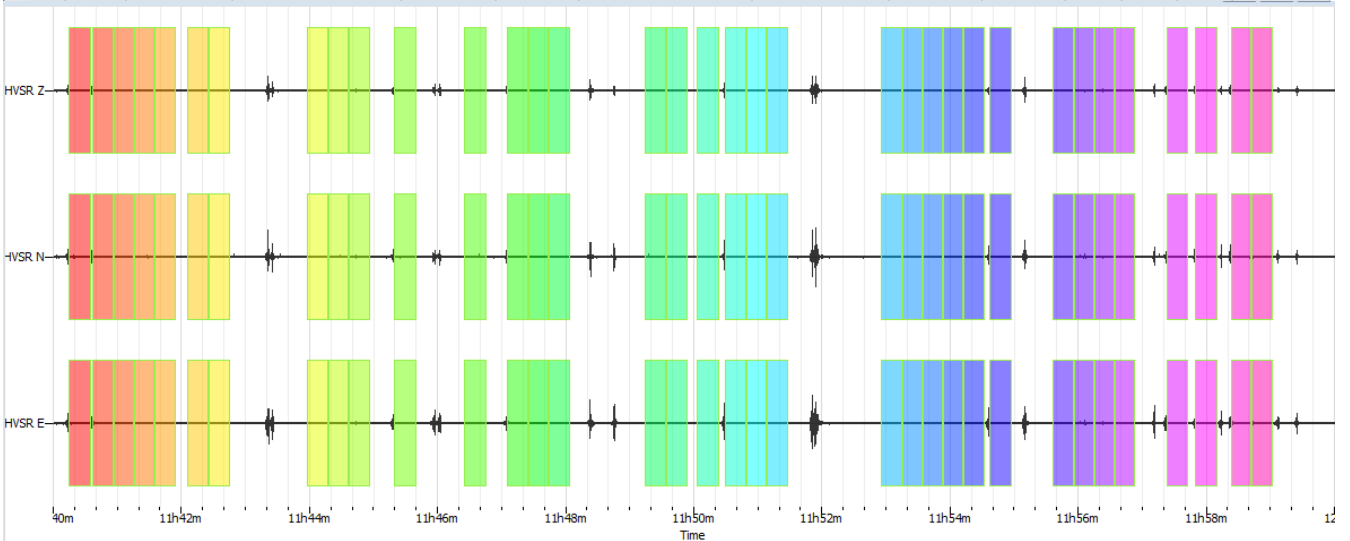
**DATASET**

Date: 29/11/2013  
 Time: 11:40  
 Dataset: MT\_20131129\_114023.SAF  
 Sampling frequency (Hz): 300  
 Window length (sec): 20  
 Length of analysed temporal sequence (min): 20.0

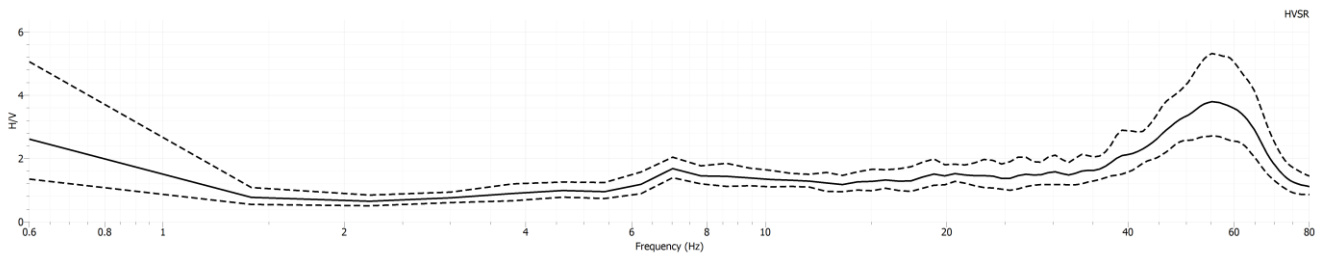
Anti triggering sul segnale naturale: STA=1, LTA=30s; min STA/LTA=0.20; max STA/LTA=2.50  
 Filtri = -  
 Funzione di lisciamento: Proporzionale  
 Costante di lisciamento: 5%

**TIME HISTORY**

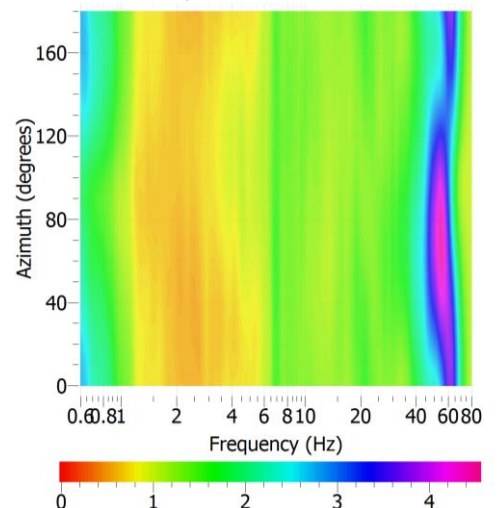
ID	Name	Component	Time reference	Start time	End time	Sampling frequency	dt	N samples	Duration	Rec x	Rec y	Rec z	Type	
1	1	HVSR	Vertical	29/11/2013 00:00:00	11h40m	12h	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
2	2	HVSR	North	29/11/2013 00:00:00	11h40m	12h	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform
3	3	HVSR	East	29/11/2013 00:00:00	11h40m	12h	300	0.003333333333	360000	20m	0	0	0	Waveform



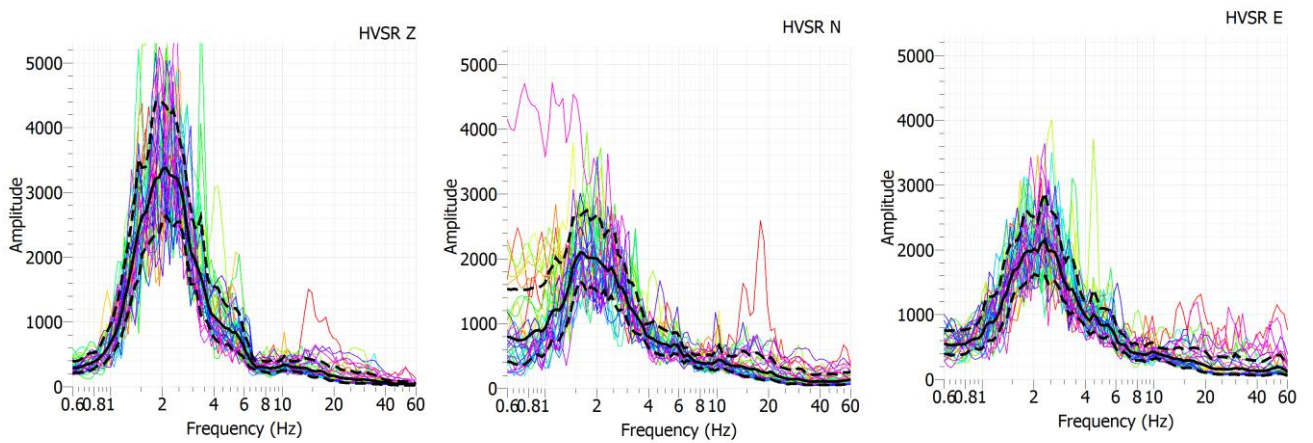
**HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO**



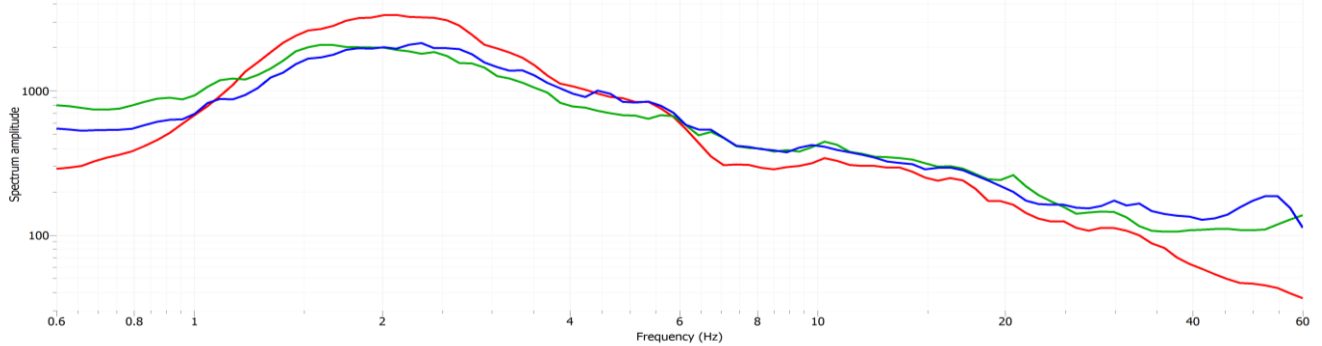
**H/V ROTATE**



**SINGLE COMPONENT SPECTRA**

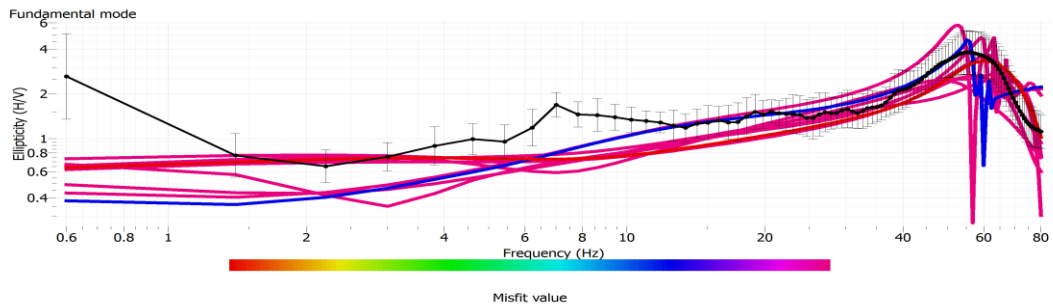


**SPECTRUM SUMMARY**

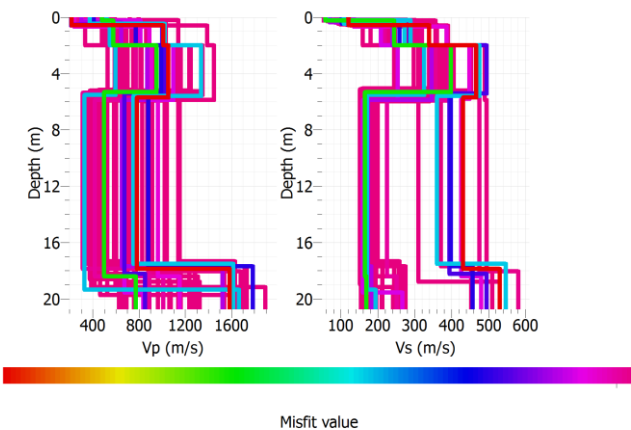


**Inversione della prova HV26 eseguita con il software Geopsy [Dinver]**

**ELLIPTICITY CURVES**



**GROUND PROFILES**



<i>profondità</i>	<i>Vp</i>	<i>Vs</i>
<i>m dal p.c.</i>	<i>m/s</i>	<i>m/s</i>
0.5	206	116
1.1	680	360
1.6	680	360
2.0	680	360
2.4	1338	448
5.3	1338	448
18.8	759	310
91.7	1325	531
semispazio	1325	531

**$V_{s30}=372$  m/s**

## ALLEGATO 2 INDAGINI SISMICHE PASSIVE ANNO 2015

### **Strumentazione**

Lo strumento è costituito da una terna di geofoni (due orizzontali disposti perpendicolarmente, il terzo verticale) in grado di rispondere allo stesso modo ad una medesima sollecitazione.

Le acquisizioni durano normalmente circa 20 minuti. Le frequenze che interessano l'ambito geologico-ingegneristico sono comprese nell'intervallo tra i 0.5 e i 20 Hz. Per la campagna di indagine è stato utilizzato un sismografo Micromed Tromino Zero 3G con una frequenza di campionamento di 128Hz ed un tempo di registrazione di 12-20 minuti.

L'elaborazione dei dati è stata eseguita con il software Grilla della Micromed,

impostando la lunghezza delle finestre a 20s e lisciamiento con finestra rettangolare di ampiezza 10%.



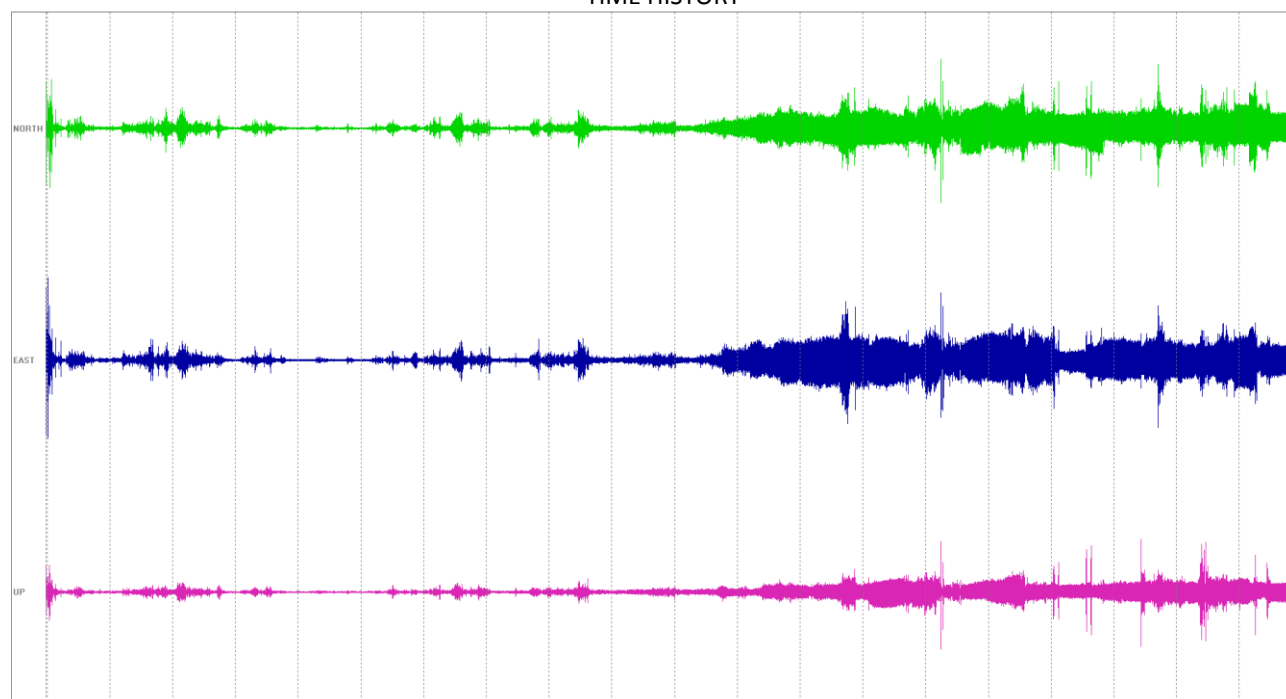
**HV28 - CASTELNUOVO FOGLIANI, S9**

Strumento: TZ3-0013/01-13  
 Formato dati: 32 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 06/03/15 16:10:14  
 Fine registrazione: 06/03/15 16:30:14  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Orientamento: nord

Durata registrazione: 0h20'00".  
 Analizzato 55% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Rectangular window  
 Lisciamento: 10%

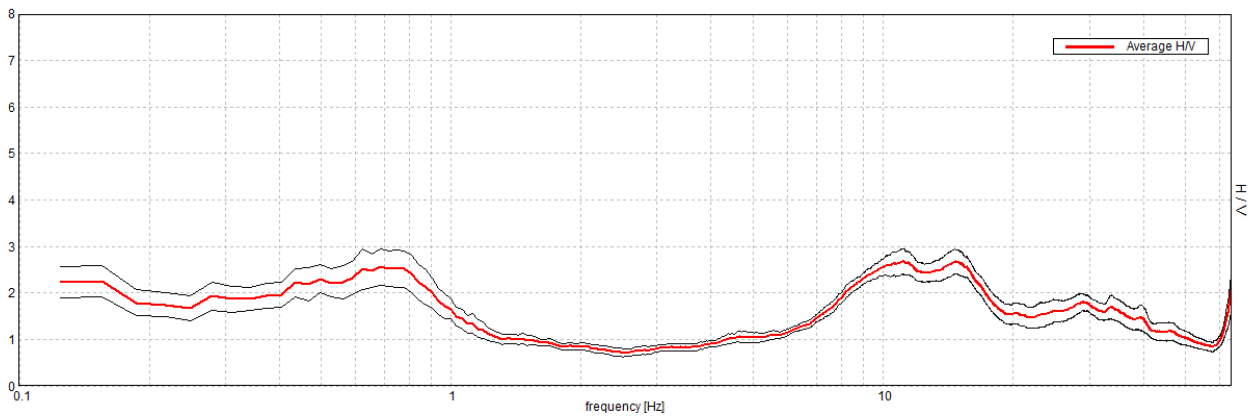
CONDIZIONI METEO		VENTO		<input type="checkbox"/> NESSUNO	<input checked="" type="checkbox"/> DEBOLE (5m/s)	<input type="checkbox"/> MEDIO	<input type="checkbox"/> FORTE	
		PIOGGIA		<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA	<input type="checkbox"/> DEBOLE	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> FORTE	
		TEMPERATURA		12°C		NOTE:		
TIPO DI SUOLO		<input checked="" type="checkbox"/> TERRA	<input checked="" type="checkbox"/> SOFFICE	<input type="checkbox"/> GHIAIA	<input type="checkbox"/> SABBIA	<input type="checkbox"/> ROCCIA	<input checked="" type="checkbox"/> ERBA	
		<input type="checkbox"/> ASFALTO	<input type="checkbox"/> DURA	<input type="checkbox"/> CEMENTO	<input type="checkbox"/> PAVIMENTAZIONE	<input type="checkbox"/> ALTRO	<input checked="" type="checkbox"/> CORTA	
		<input type="checkbox"/> SUOLO ASCIUTTO	<input checked="" type="checkbox"/> SUOLO BAGNATO	NOTE: rimosso il cotico erboso				
		ACCOPPIAMENTO SUOLO/SENSORE ARTIFICIALE		<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI, TIPO			
DENSITA' DEGLI EDIFICI				<input type="checkbox"/> NESSUNA	<input checked="" type="checkbox"/> CASE SPARSE	<input type="checkbox"/> DENSE	<input type="checkbox"/> ALTRO	
TRANSIENTI	NESSUNO	POCHI	MEDI	DIVERSI	MOLTI	DISTANZA	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICHE (industrie, lavori, fiumi, ecc)	
AUTO			X				<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI penetrometro	
CAMION	X						STRUTTURE ADIACENTI (piante, edifici, ponti, strutture sotterranee, ecc)	
PEDONI	X							
ALTRO	X							<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI, piante e rilevato stradale

TIME HISTORY

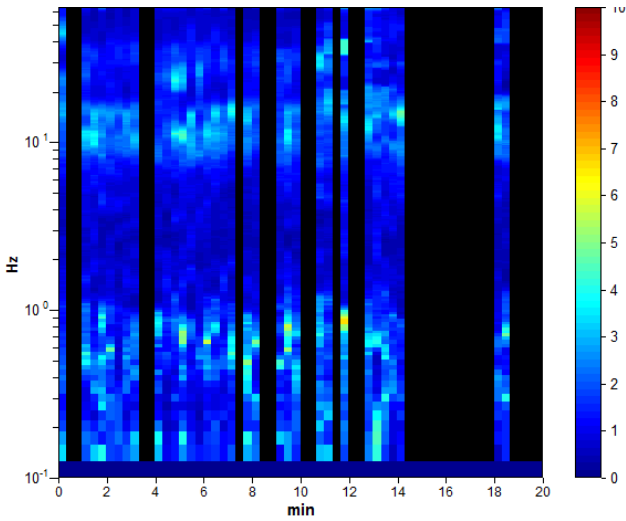


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

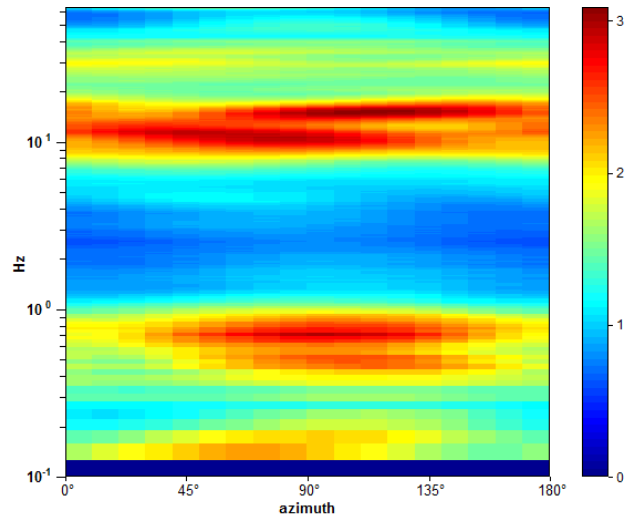
Picco H/V a 11.03 ± 4.36 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



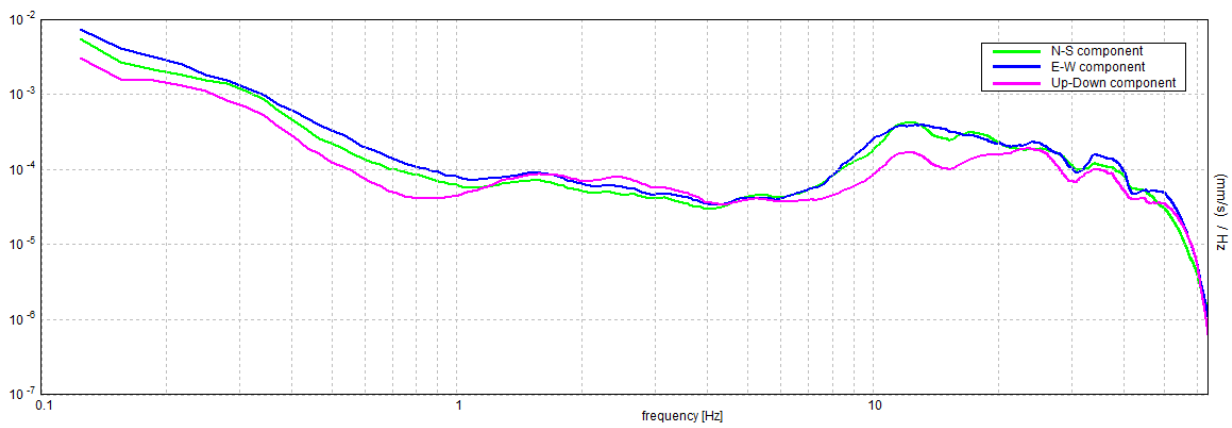
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

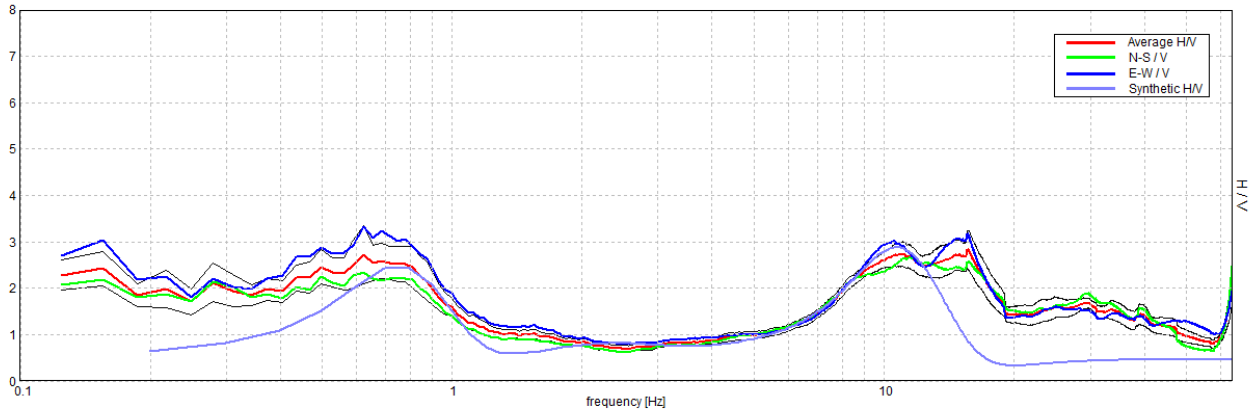


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



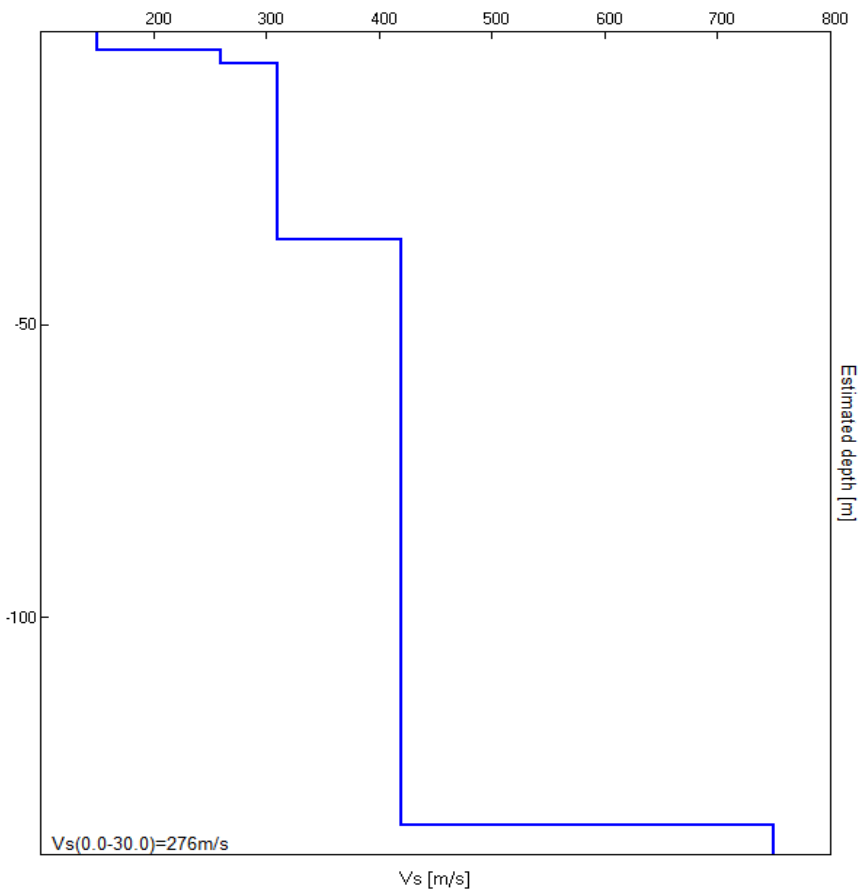
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a  $0.63 \pm 0.32$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 1.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.00	3.00	150	0.42
5.40	2.40	260	0.42
35.40	30.00	310	0.42
135.40	100.00	420	0.42
inf.	inf.	750	0.42

Vs(0.0-30.0)=276m/s



**Picco H/V a  $0.63 \pm 0.32$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 1.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.63 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$475.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 31	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.063 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.72 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.50556  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.31598 < 0.09375$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.6289 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**Picco H/V a  $11.03 \pm 4.36$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$11.03 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$7280.6 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 530	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	6.75 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	40.781 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.68 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.39484  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$4.35561 < 0.55156$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2758 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



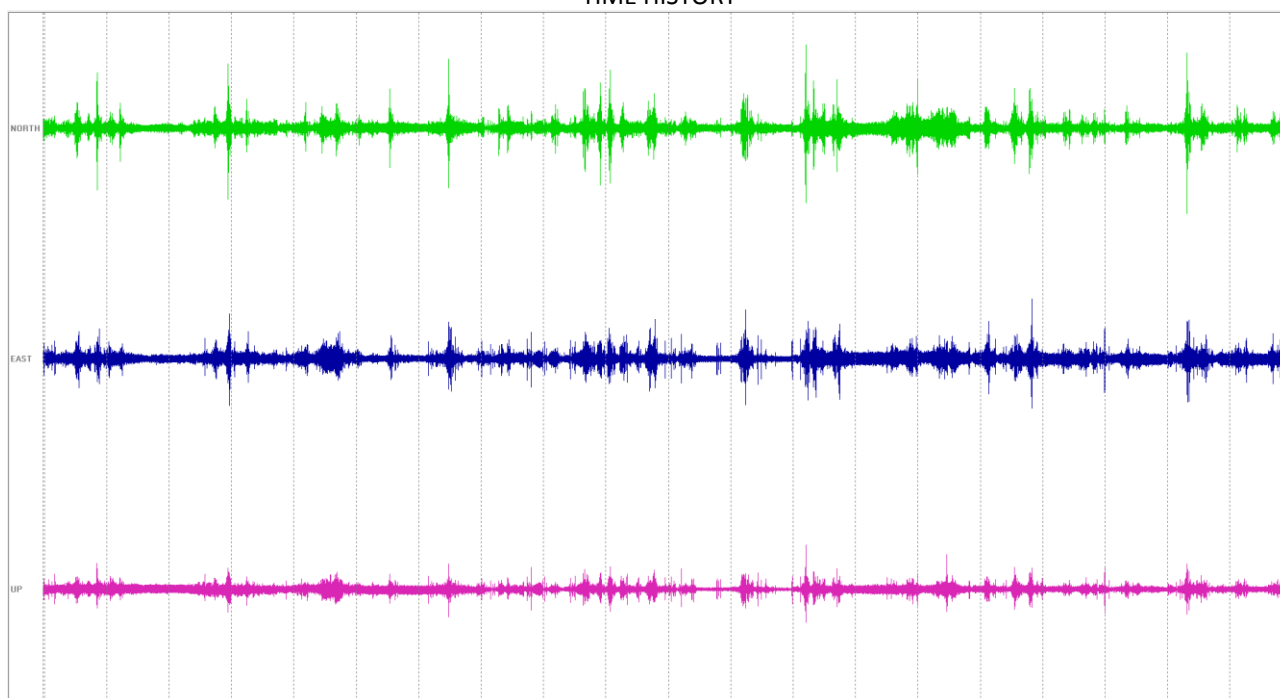
**HV29 - CASTELNUOVO FOGLIANI, S9**

Strumento: TZ3-0013/01-13  
 Formato dati: 32 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 06/03/15 16:37:20  
 Fine registrazione: 06/03/15 16:57:20  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Orientamento: nord

Durata registrazione: 0h20'00".  
 Analizzato 67% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Rectangular window  
 Lisciamento: 10%

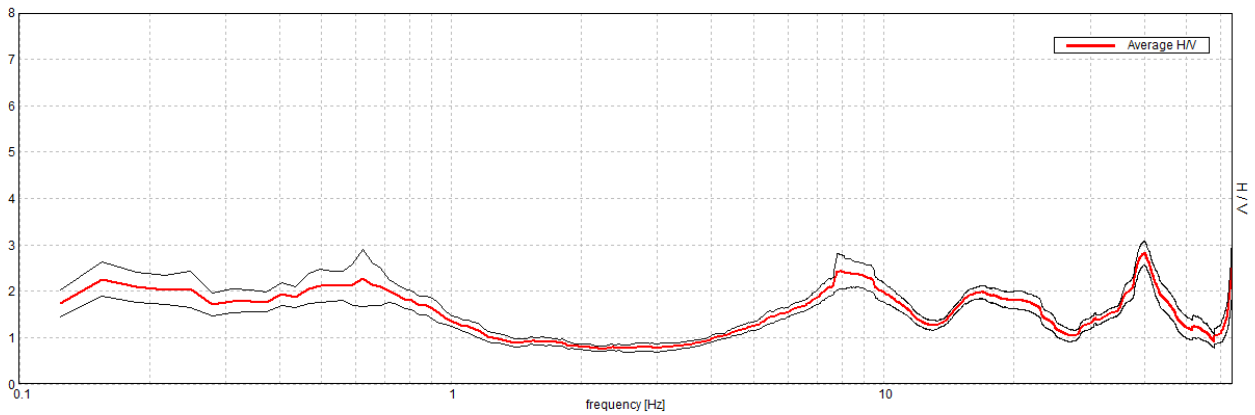
CONDIZIONI METEO		VENTO		<input type="checkbox"/> NESSUNO	<input checked="" type="checkbox"/> DEBOLE (5m/s)	<input type="checkbox"/> MEDIO	<input type="checkbox"/> FORTE
		PIOGGIA		<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA	<input type="checkbox"/> DEBOLE	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> FORTE
		TEMPERATURA		12°C		NOTE:	
TIPO DI SUOLO		<input checked="" type="checkbox"/> TERRA	<input checked="" type="checkbox"/> SOFFICE <input type="checkbox"/> DURA	<input type="checkbox"/> GHIAIA	<input type="checkbox"/> SABBIA	<input type="checkbox"/> ROCCIA	<input checked="" type="checkbox"/> ERBA <input type="checkbox"/> CORTA <input type="checkbox"/> LUNGA
		<input type="checkbox"/> ASFALTO	<input type="checkbox"/> CEMENTO	<input type="checkbox"/> PAVIMENTAZIONE	<input type="checkbox"/> ALTRO		
		<input type="checkbox"/> SUOLO ASCIUTTO	<input checked="" type="checkbox"/> SUOLO BAGNATO	NOTE: rimosso il cotico erboso			
ACCOPPIAMENTO SUOLO/SENSORE ARTIFICIALE				<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI, TIPO		
DENSITA' DEGLI EDIFICI				<input type="checkbox"/> NESSUNA	<input checked="" type="checkbox"/> CASE SPARSE	<input type="checkbox"/> DENSE	<input type="checkbox"/> ALTRO
TRANSIENTI	NESSUNO	POCHI	MEDI	DIVERSI	MOLTI	DISTANZA	SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICHE (industrie, lavori, fiumi, ecc)
AUTO			X				<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI penetrometro
CAMION	X						STRUTTURE ADIACENTI (piante, edifici, ponti, strutture sotterranee, ecc)
PEDONI	X						
ALTRO	X						

TIME HISTORY

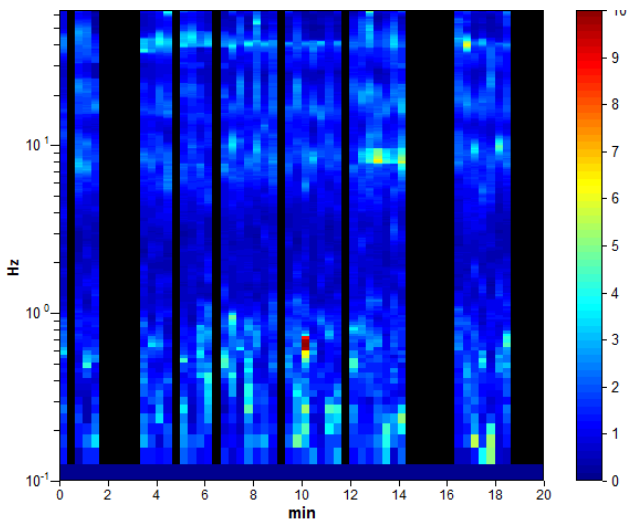


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

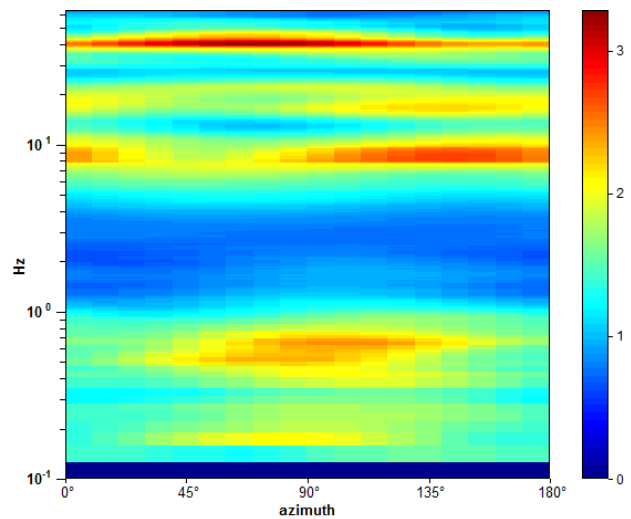
Max. H/V at 0.63 ± 0.22 Hz. (In the range 0.0 - 5.0 Hz).



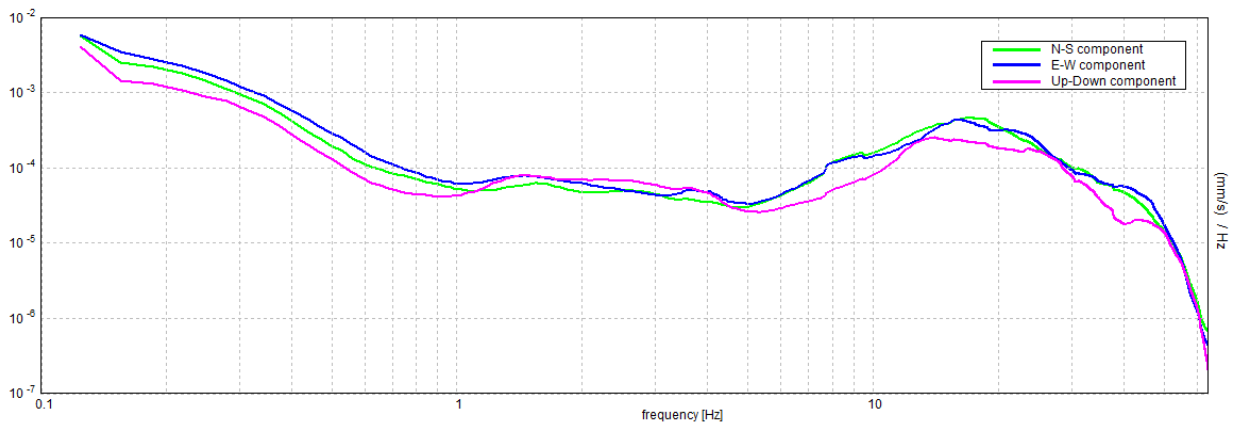
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

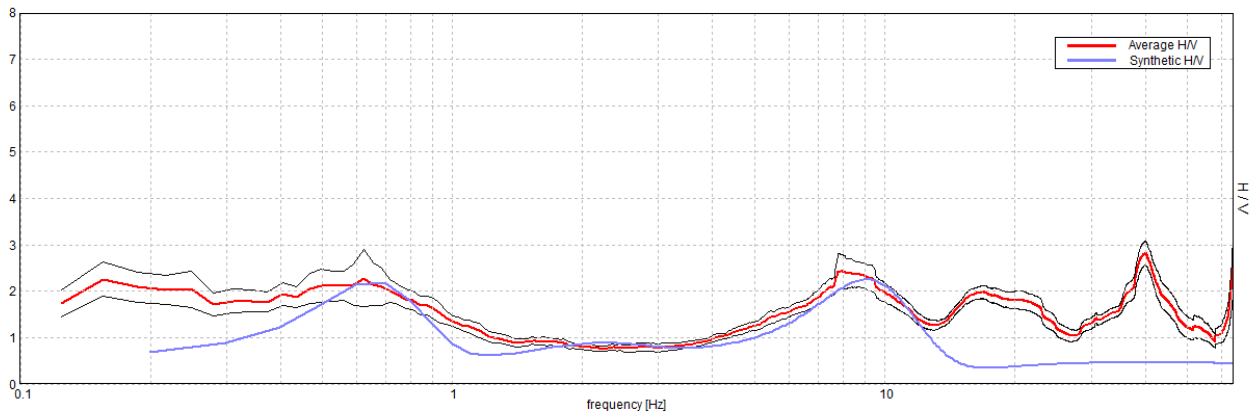


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



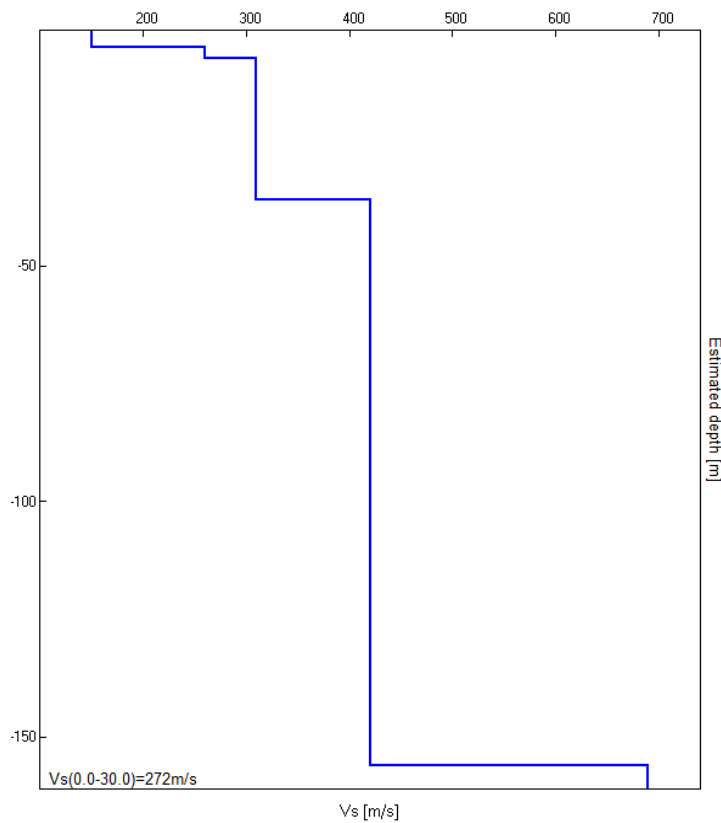
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Max. H/V at 0.63 ± 0.22 Hz. (In the range 0.0 - 5.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.50	3.50	150	0.42
6.00	2.50	260	0.42
36.00	30.00	310	0.42
156.00	120.00	420	0.42
inf.	inf.	690	0.42

Vs(0.0-30.0)=272m/s



**Picco H/V a  $0.63 \pm 0.22$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 5.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.63 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$500.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 31	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.188 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.28 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.34596  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.21622 < 0.09375$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.6212 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**Picco H/V a  $7.97 \pm 1.56$  Hz (nell'intervallo 5.0 - 15.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$7.97 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$9562.5 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 384	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	4.813 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	25.438 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.28 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19588  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$1.56092 < 0.39844$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2787 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

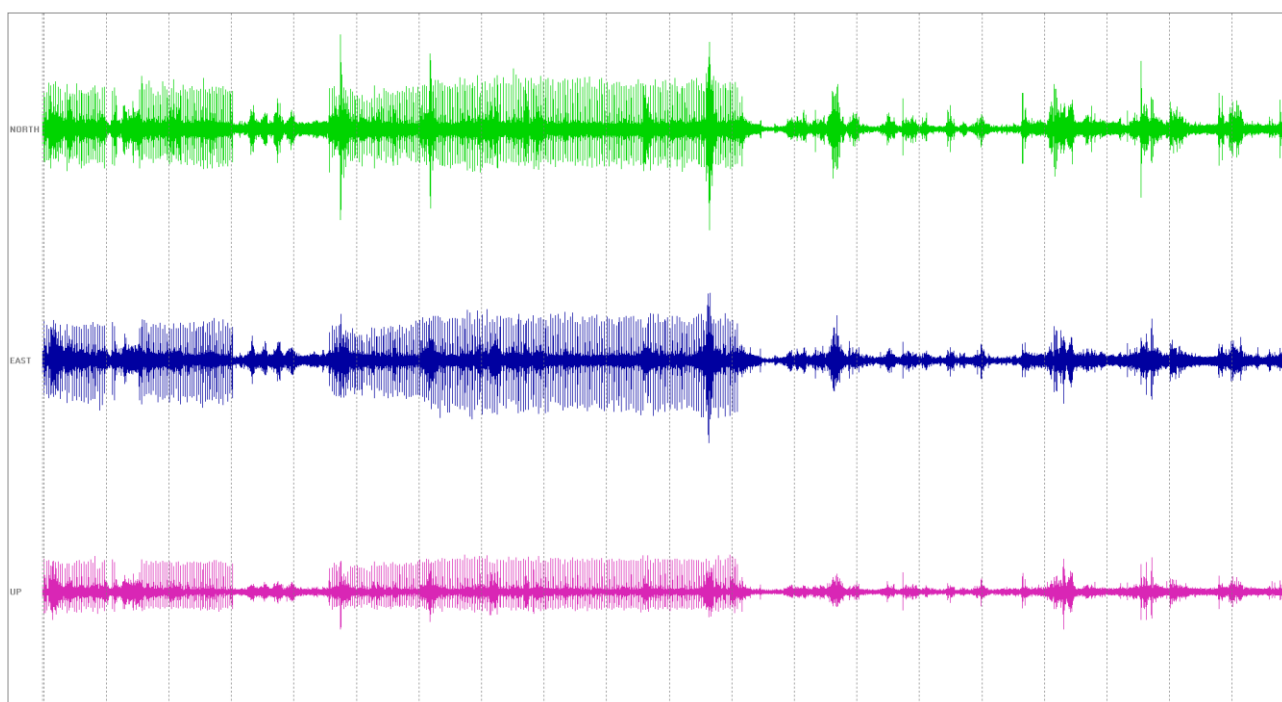
**HV30 - CASTELNUOVO FOGLIANI, S9**

Strumento: TZ3-0013/01-13  
 Formato dati: 32 byte  
 Fondo scala [mV]: 51  
 Inizio registrazione: 06/03/15 17:03:12  
 Fine registrazione: 06/03/15 17:23:12  
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST; UP DOWN  
 Orientamento: nord

Durata registrazione: 0h20'00".  
 Analizzato 75% tracciato (selezione manuale)  
 Freq. campionamento: 128 Hz  
 Lunghezza finestre: 20 s  
 Tipo di lisciamento: Rectangular window  
 Lisciamento: 10%

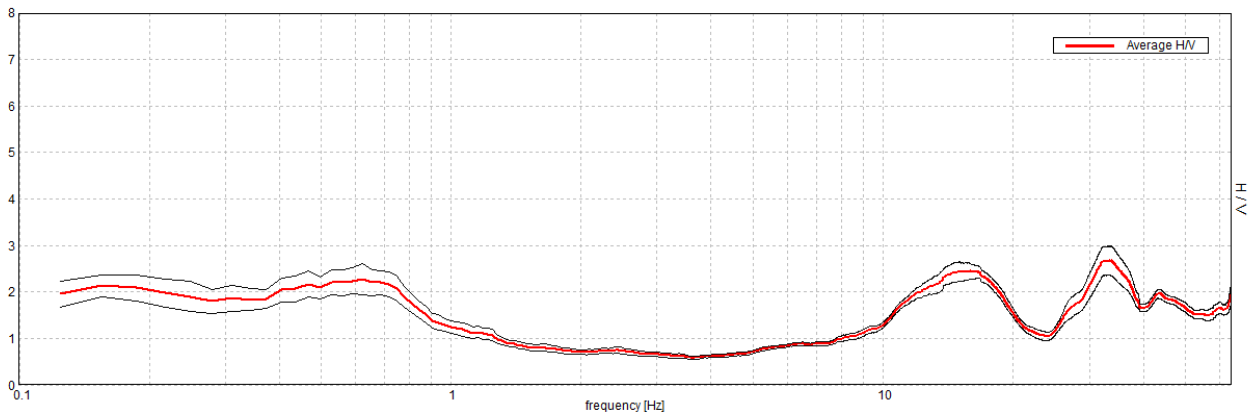
CONDIZIONI METEO		VENTO		<input type="checkbox"/> NESSUNO	<input checked="" type="checkbox"/> DEBOLE (5m/s)	<input type="checkbox"/> MEDIO	<input type="checkbox"/> FORTE	
		PIOGGIA		<input checked="" type="checkbox"/> NESSUNA	<input type="checkbox"/> DEBOLE	<input type="checkbox"/> MEDIA	<input type="checkbox"/> FORTE	
		TEMPERATURA		12°C		NOTE:		
TIPO DI SUOLO		<input checked="" type="checkbox"/> TERRA	<input checked="" type="checkbox"/> SOFFICE	<input type="checkbox"/> GHIAIA	<input type="checkbox"/> SABBIA	<input type="checkbox"/> ROCCIA	<input checked="" type="checkbox"/> ERBA	
		<input type="checkbox"/> ASPALTO	<input type="checkbox"/> DURA	<input type="checkbox"/> CEMENTO	<input type="checkbox"/> PAVIMENTAZIONE	<input type="checkbox"/> ALTRO		
		<input type="checkbox"/> SUOLO ASCIUTTO	<input checked="" type="checkbox"/> SUOLO BAGNATO	NOTE: rimosso il cotico erboso				
ACCOPPIAMENTO SUOLO/SENSORE ARTIFICIALE				<input checked="" type="checkbox"/> NO	<input type="checkbox"/> SI, TIPO			
DENSITA' DEGLI EDIFICI				<input type="checkbox"/> NESSUNA	<input checked="" type="checkbox"/> CASE SPARSE	<input type="checkbox"/> DENSE	<input type="checkbox"/> ALTRO	
TRANSIENTI	NESSUNO	POCHI	MEDI	DIVERSI	MOLTI	DISTANZA		
AUTO			X			SORGENTI DI RUMORE MONOCROMATICHE (industrie, lavori, fiumi, ecc)		
CAMION	X					<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI penetrometro		
PEDONI	X					STRUTTURE ADIACENTI (piante, edifici, ponti, strutture sotterranee, ecc)		
ALTRO	X					<input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/> SI, piante e rilevato stradale		

TIME HISTORY

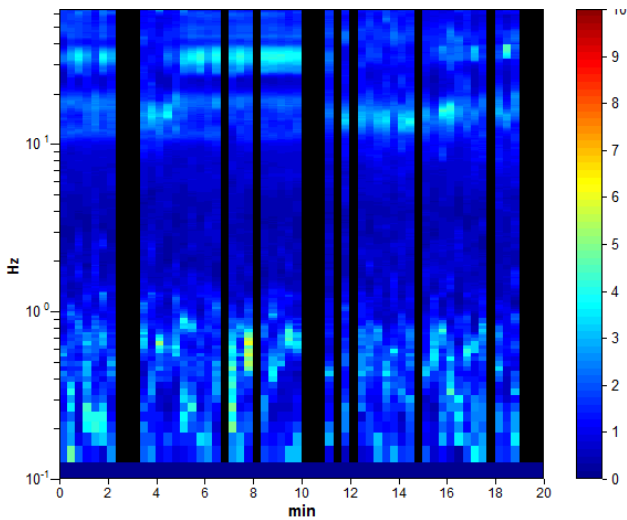


RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

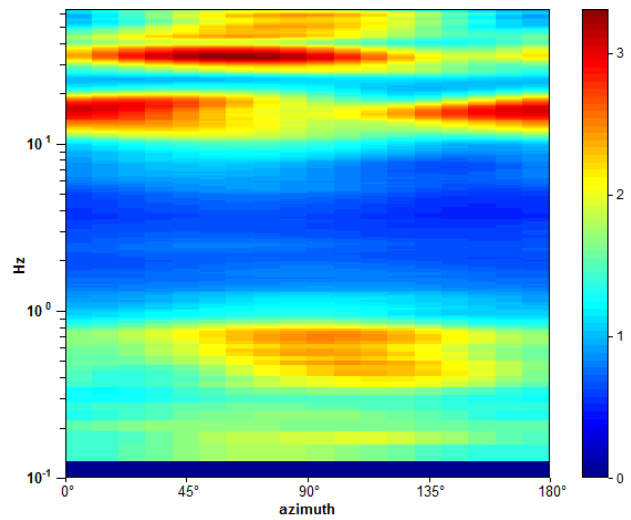
Picco H/V a 33.31 ± 11.5 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



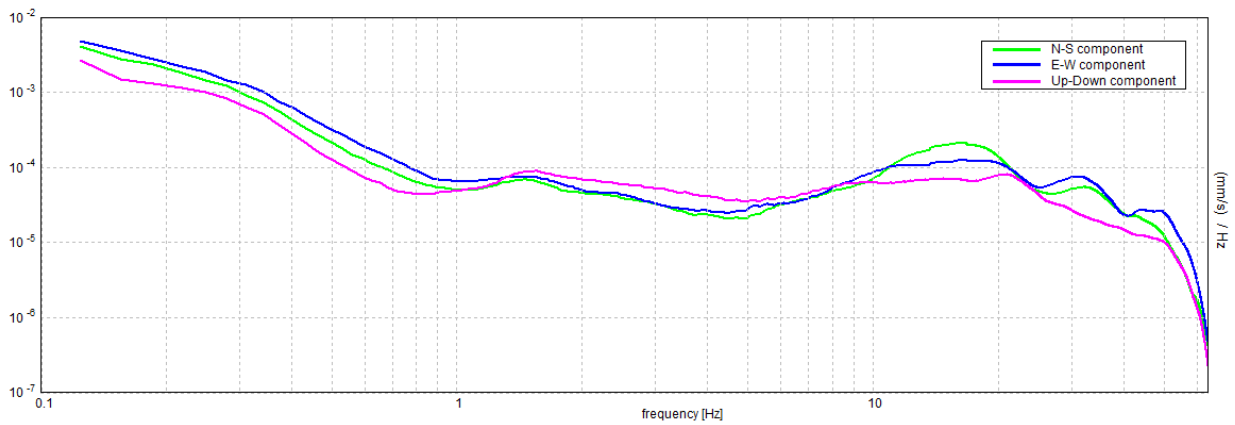
SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V

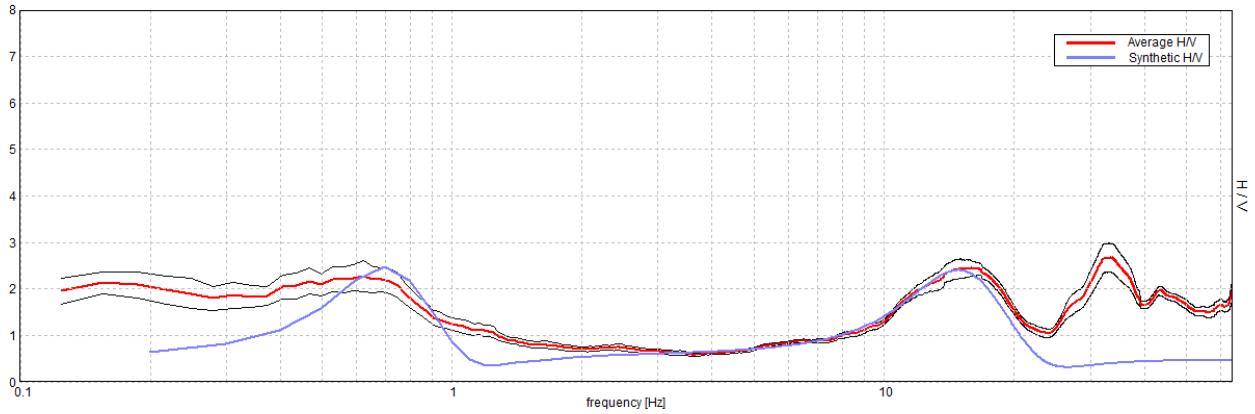


SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



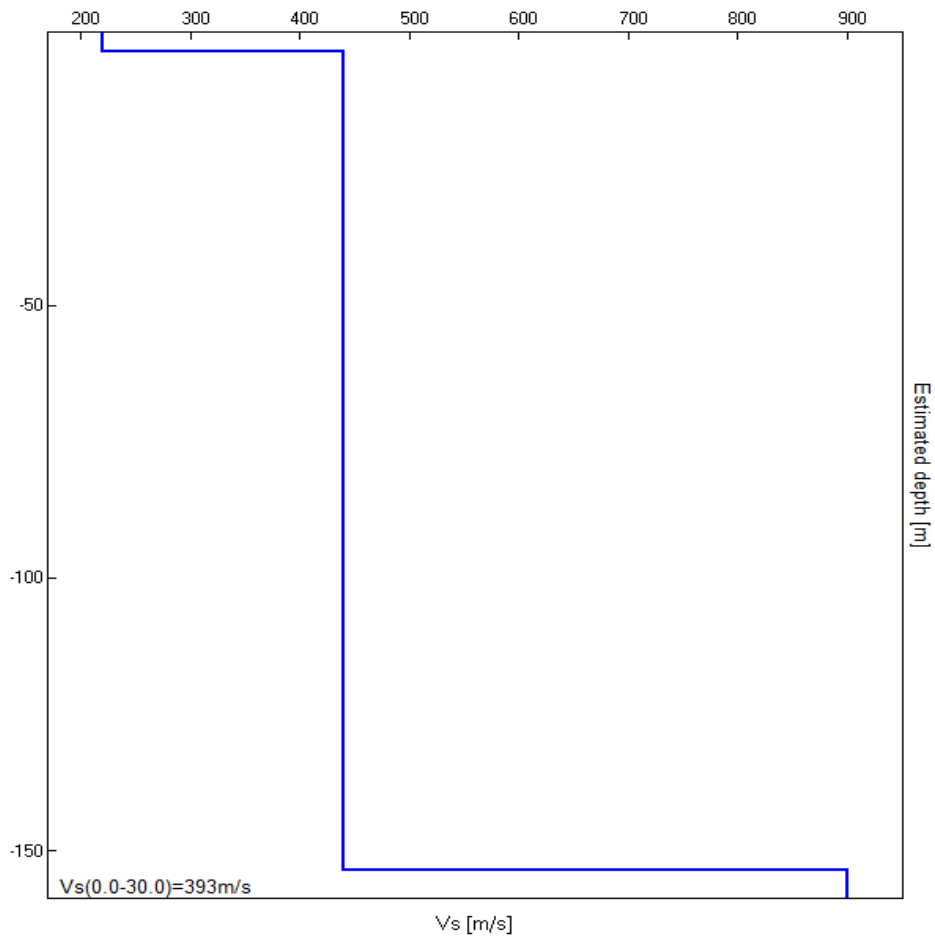
H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO

Picco H/V a 33.31 ± 11.5 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.60	3.60	220	0.42
153.60	150.00	440	0.40
inf.	inf.	900	0.40

Vs(0.0-30.0)=393m/s





**Picco H/V a  $0.63 \pm 0.16$  Hz (nell'intervallo 0.3 - 6.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$0.63 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$750.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 31	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>			<b>NO</b>
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	1.094 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	$2.41 > 2$	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	$ 0.25487  < 0.05$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_f &lt; \varepsilon(f_0)</math></b>	$0.15929 < 0.09375$		<b>NO</b>
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	$0.3521 < 2.0$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**Picco H/V a  $15.75 \pm 3.07$  Hz (nell'intervallo 5.0 - 20.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$15.75 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$18900.0 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 757	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

<b>Esiste <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	9.688 Hz	<b>OK</b>	
<b>Esiste <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	21.156 Hz	<b>OK</b>	
$A_0 > 2$	$2.40 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.19516  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$3.07383 < 0.7875$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2112 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

**Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$**

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**Picco H/V a  $33.31 \pm 11.5$  Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).**

**Criteri per una curva H/V affidabile**

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$33.31 > 0.50$	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	$29981.3 > 200$	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1516	<b>OK</b>	

**Criteri per un picco H/V chiaro**

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste $f^-$ in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	25.75 Hz	<b>OK</b>	
Esiste $f^+$ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			<b>NO</b>
$A_0 > 2$	$2.68 > 2$	<b>OK</b>	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.34518  < 0.05$		<b>NO</b>
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$11.49874 < 1.66563$		<b>NO</b>
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.3119 < 1.58$	<b>OK</b>	

$L_w$	lunghezza della finestra
$n_w$	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
$f$	frequenza attuale
$f_0$	frequenza del picco H/V
$\sigma_f$	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
$A_0$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f_0$
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza $f$
$f^-$	frequenza tra $f_0/4$ e $f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequenza tra $f_0$ e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per  $\sigma_f$  e  $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

**ALLEGATO 3  
INDAGINI GEOGNOSTICHE**

**PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 73-100/200**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 73-100/200**

PESO MASSA BATTENTE	M = 73,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,71 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,50 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 7,13 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,60 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 8,93 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,141$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

## UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 72**

- committente : GEODE Scarl  
 - lavoro : POC - Alseno  
 - località : Lusurasco di Alseno (PC)  
 - note :

- data : 03/12/2013  
 - quota inizio : piano campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,30	2	15,5	1	3,00 - 3,30	4	24,7	3
0,30 - 0,60	4	30,9	1	3,30 - 3,60	5	30,8	3
0,60 - 0,90	6	41,1	2	3,60 - 3,90	14	78,4	4
0,90 - 1,20	4	27,4	2	3,90 - 4,20	12	67,2	4
1,20 - 1,50	3	20,6	2	4,20 - 4,50	7	39,2	4
1,50 - 1,80	2	13,7	2	4,50 - 4,80	26	145,5	4
1,80 - 2,10	2	13,7	2	4,80 - 5,10	31	173,5	4
2,10 - 2,40	7	43,1	3	5,10 - 5,40	100	512,7	5
2,40 - 2,70	10	61,6	3	5,40 - 5,70	----	----	5
2,70 - 3,00	8	49,3	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 73-100/200**

- M (massa battente)= **73,00** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [  $\delta$  = 30 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

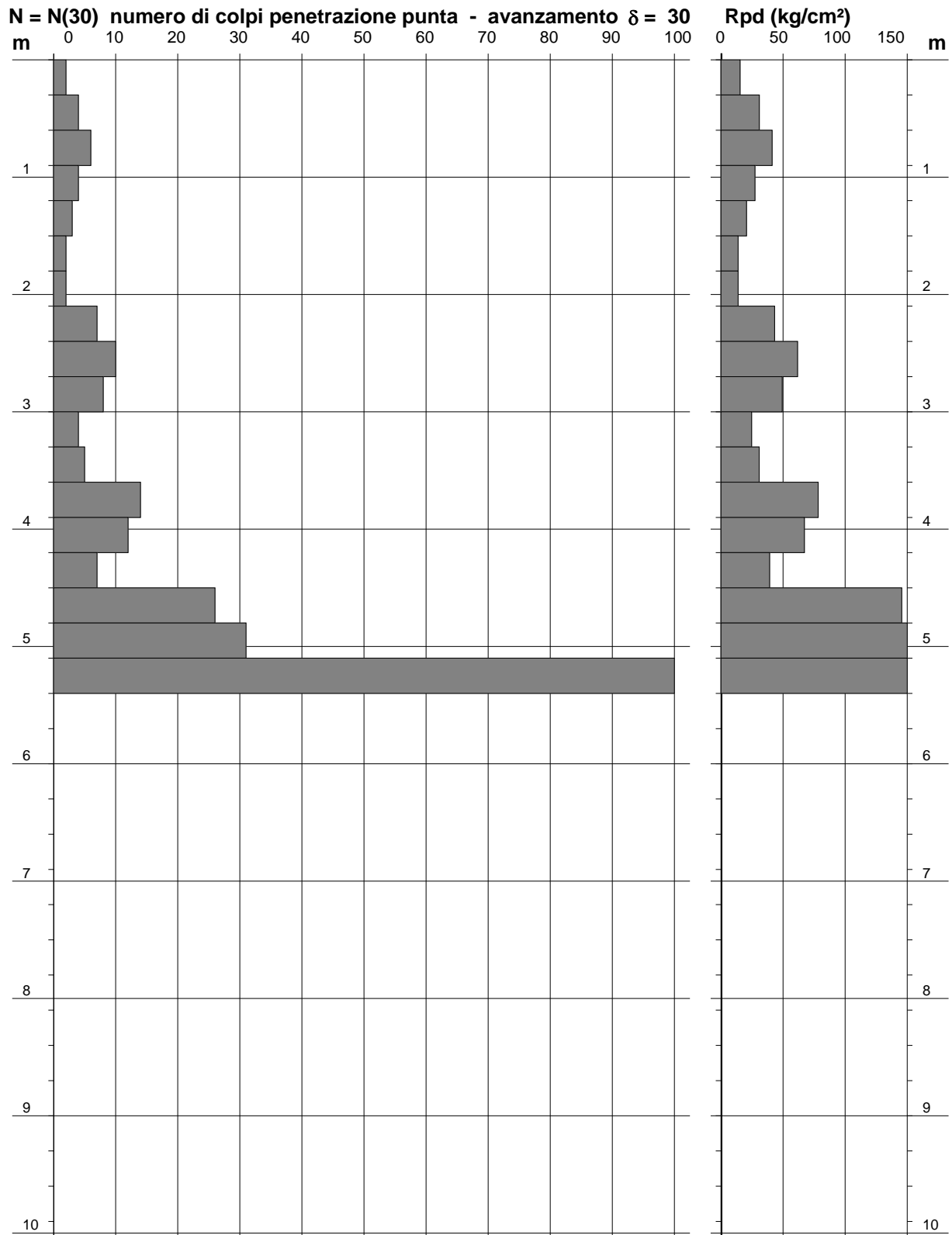
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 72**

Scala 1: 50

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Alseno  
- località : Lusurasco di Alseno (PC)  
- note :

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

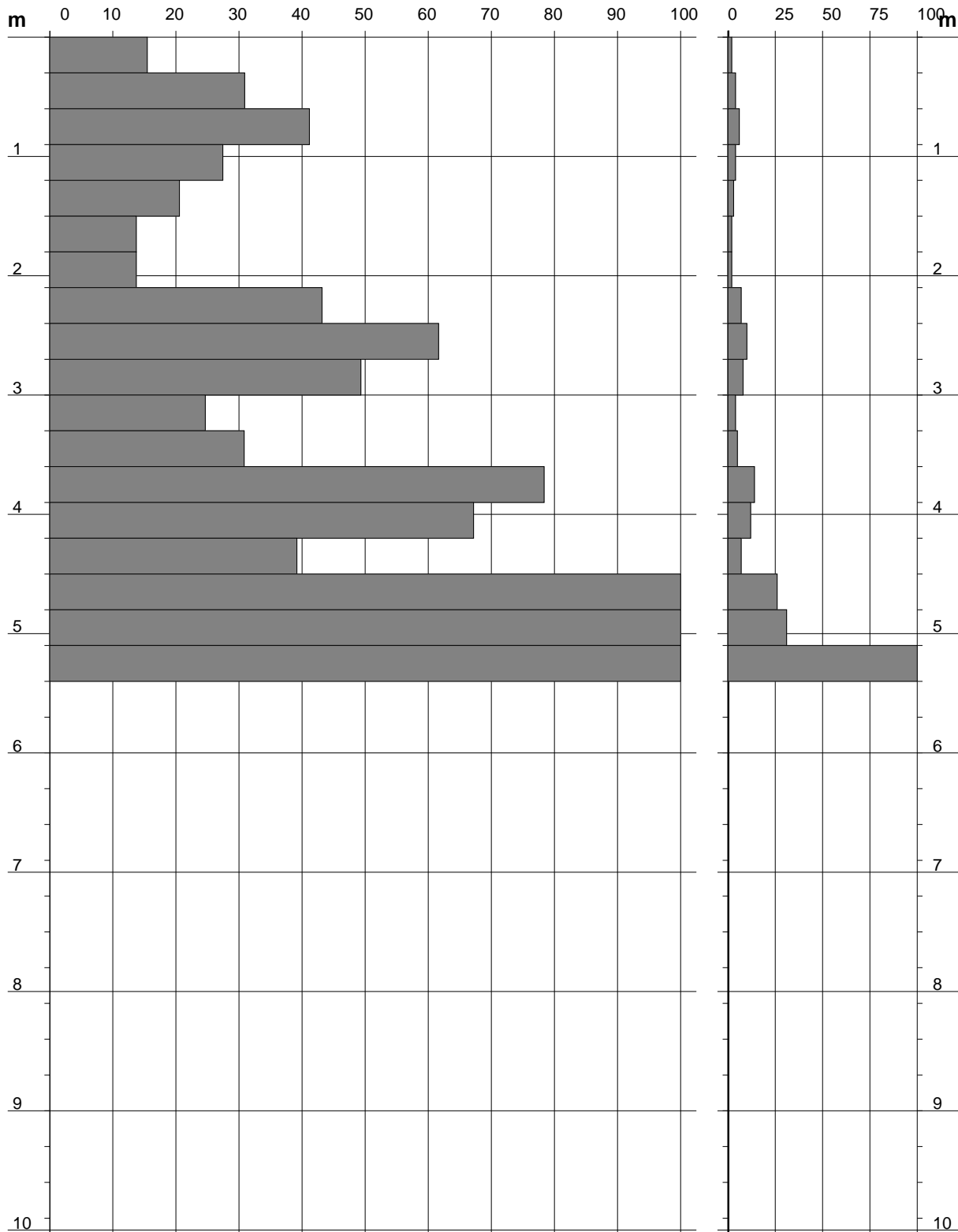
**DIN 72**  
Scala 1: 50

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Alseno  
- località : Lusurasco di Alseno (PC)

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : piano campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(30) n° colpi  $\delta = 30$**





**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 207**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Lusurrasco  
- note :

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	<b>2,00</b>	48,0	130,0	48,0	1,33	36,0
0,40	----	----	--	0,80	----	2,20	160,0	180,0	160,0	2,07	77,0
0,60	10,0	22,0	10,0	2,67	4,0	2,40	156,0	187,0	156,0	2,67	58,0
0,80	40,0	80,0	40,0	0,93	43,0	2,60	180,0	220,0	180,0	1,73	104,0
<b>1,00</b>	50,0	64,0	50,0	1,07	47,0	2,80	16,0	42,0	16,0	1,13	14,0
1,20	48,0	64,0	48,0	1,00	48,0	<b>3,00</b>	13,0	30,0	13,0	5,33	2,0
1,40	17,0	32,0	17,0	0,67	25,0	3,20	170,0	250,0	170,0	4,33	39,0
1,60	23,0	33,0	23,0	0,80	29,0	3,40	175,0	240,0	175,0	3,33	53,0
1,80	10,0	22,0	10,0	5,47	2,0	3,60	200,0	250,0	200,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 208**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Cortina  
- note :

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	3,80	36,0	85,0	36,0	3,40	11,0
0,40	----	----	--	0,73	----	<b>4,00</b>	36,0	87,0	36,0	3,47	10,0
0,60	6,0	17,0	6,0	0,80	7,0	4,20	38,0	90,0	38,0	3,13	12,0
0,80	12,0	24,0	12,0	0,47	26,0	4,40	53,0	100,0	53,0	3,40	16,0
<b>1,00</b>	18,0	25,0	18,0	0,67	27,0	4,60	54,0	105,0	54,0	4,13	13,0
1,20	20,0	30,0	20,0	2,13	9,0	4,80	49,0	111,0	49,0	4,00	12,0
1,40	21,0	53,0	21,0	1,67	13,0	<b>5,00</b>	49,0	109,0	49,0	3,53	14,0
1,60	45,0	70,0	45,0	4,20	11,0	5,20	53,0	106,0	53,0	3,53	15,0
1,80	35,0	98,0	35,0	1,07	33,0	5,40	55,0	108,0	55,0	3,07	18,0
<b>2,00</b>	92,0	108,0	92,0	0,53	172,0	5,60	60,0	106,0	60,0	3,47	17,0
2,20	93,0	101,0	93,0	2,80	33,0	5,80	64,0	116,0	64,0	3,47	18,0
2,40	30,0	72,0	30,0	3,00	10,0	<b>6,00</b>	76,0	128,0	76,0	3,00	25,0
2,60	29,0	74,0	29,0	3,13	9,0	6,20	74,0	119,0	74,0	3,47	21,0
2,80	31,0	78,0	31,0	3,20	10,0	6,40	74,0	126,0	74,0	6,33	12,0
<b>3,00</b>	30,0	78,0	30,0	2,93	10,0	6,60	87,0	182,0	87,0	7,00	12,0
3,20	32,0	76,0	32,0	3,00	11,0	6,80	110,0	215,0	110,0	3,33	33,0
3,40	32,0	77,0	32,0	3,20	10,0	<b>7,00</b>	200,0	250,0	200,0	-----	----
3,60	36,0	84,0	36,0	3,27	11,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 209**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Castelnuovo Fogliani  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	6,80	19,0	36,0	19,0	0,87	22,0
0,40	----	----	--	0,67	----	<b>7,00</b>	48,0	61,0	48,0	1,00	48,0
0,60	20,0	30,0	20,0	1,53	13,0	7,20	39,0	54,0	39,0	1,33	29,0
0,80	25,0	48,0	25,0	1,87	13,0	7,40	41,0	61,0	41,0	1,93	21,0
<b>1,00</b>	24,0	52,0	24,0	1,67	14,0	7,60	41,0	70,0	41,0	1,87	22,0
1,20	47,0	72,0	47,0	1,67	28,0	7,80	26,0	54,0	26,0	1,60	16,0
1,40	39,0	64,0	39,0	1,93	20,0	<b>8,00</b>	24,0	48,0	24,0	0,87	28,0
1,60	41,0	70,0	41,0	2,13	19,0	8,20	19,0	32,0	19,0	0,93	20,0
1,80	42,0	74,0	42,0	1,80	23,0	8,40	12,0	26,0	12,0	1,13	11,0
<b>2,00</b>	42,0	69,0	42,0	1,60	26,0	8,60	12,0	29,0	12,0	1,13	11,0
2,20	43,0	67,0	43,0	4,00	11,0	8,80	13,0	30,0	13,0	0,87	15,0
2,40	48,0	108,0	48,0	1,67	29,0	<b>9,00</b>	19,0	32,0	19,0	0,93	20,0
2,60	48,0	73,0	48,0	1,60	30,0	9,20	12,0	26,0	12,0	1,00	12,0
2,80	50,0	74,0	50,0	0,93	54,0	9,40	13,0	28,0	13,0	0,73	18,0
<b>3,00</b>	50,0	64,0	50,0	1,07	47,0	9,60	13,0	24,0	13,0	0,87	15,0
3,20	56,0	72,0	56,0	0,80	70,0	9,80	24,0	37,0	24,0	0,67	36,0
3,40	38,0	50,0	38,0	0,80	47,0	<b>10,00</b>	23,0	33,0	23,0	1,60	14,0
3,60	39,0	51,0	39,0	1,13	34,0	10,20	22,0	46,0	22,0	1,47	15,0
3,80	43,0	60,0	43,0	0,47	92,0	10,40	22,0	44,0	22,0	0,93	24,0
<b>4,00</b>	43,0	50,0	43,0	2,40	18,0	10,60	10,0	24,0	10,0	1,47	7,0
4,20	36,0	72,0	36,0	0,93	39,0	10,80	10,0	32,0	10,0	0,47	21,0
4,40	48,0	62,0	48,0	2,80	17,0	<b>11,00</b>	13,0	20,0	13,0	0,47	28,0
4,60	38,0	80,0	38,0	1,80	21,0	11,20	11,0	18,0	11,0	0,67	16,0
4,80	26,0	53,0	26,0	0,87	30,0	11,40	12,0	22,0	12,0	0,73	16,0
<b>5,00</b>	41,0	54,0	41,0	0,73	56,0	11,60	10,0	21,0	10,0	0,60	17,0
5,20	34,0	45,0	34,0	1,93	18,0	11,80	10,0	19,0	10,0	0,80	12,0
5,40	47,0	76,0	47,0	2,13	22,0	<b>12,00</b>	10,0	22,0	10,0	0,67	15,0
5,60	30,0	62,0	30,0	1,27	24,0	12,20	38,0	48,0	38,0	0,40	95,0
5,80	42,0	61,0	42,0	1,47	29,0	12,40	6,0	12,0	6,0	2,00	3,0
<b>6,00</b>	26,0	48,0	26,0	1,47	18,0	12,60	20,0	50,0	20,0	0,93	21,0
6,20	20,0	42,0	20,0	1,13	18,0	12,80	68,0	82,0	68,0	2,67	25,0
6,40	16,0	33,0	16,0	0,47	34,0	<b>13,00</b>	84,0	124,0	84,0	3,33	25,0
6,60	19,0	26,0	19,0	1,13	17,0	13,20	200,0	250,0	200,0	-----	----

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 210**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Alseno MC  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	7,80	8,0	18,0	8,0	0,40	20,0
0,40	----	----	--	0,60	----	<b>8,00</b>	6,0	12,0	6,0	0,20	30,0
0,60	9,0	18,0	9,0	0,80	11,0	8,20	3,0	6,0	3,0	0,20	15,0
0,80	13,0	25,0	13,0	0,87	15,0	8,40	3,0	6,0	3,0	0,73	4,0
<b>1,00</b>	10,0	23,0	10,0	1,00	10,0	8,60	30,0	41,0	30,0	0,73	41,0
1,20	10,0	25,0	10,0	1,00	10,0	8,80	88,0	99,0	88,0	7,33	12,0
1,40	12,0	27,0	12,0	1,13	11,0	<b>9,00</b>	160,0	270,0	160,0	5,33	30,0
1,60	13,0	30,0	13,0	1,07	12,0	9,20	140,0	220,0	140,0	7,33	19,0
1,80	14,0	30,0	14,0	1,33	10,0	9,40	170,0	280,0	170,0	1,47	116,0
<b>2,00</b>	16,0	36,0	16,0	1,47	11,0	9,60	116,0	138,0	116,0	1,40	83,0
2,20	15,0	37,0	15,0	1,60	9,0	9,80	76,0	97,0	76,0	1,40	54,0
2,40	16,0	40,0	16,0	1,73	9,0	<b>10,00</b>	30,0	51,0	30,0	0,93	32,0
2,60	21,0	47,0	21,0	1,20	17,0	10,20	22,0	36,0	22,0	1,20	18,0
2,80	19,0	37,0	19,0	0,93	20,0	10,40	29,0	47,0	29,0	1,07	27,0
<b>3,00</b>	12,0	26,0	12,0	1,00	12,0	10,60	27,0	43,0	27,0	0,73	37,0
3,20	12,0	27,0	12,0	1,13	11,0	10,80	27,0	38,0	27,0	0,93	29,0
3,40	15,0	32,0	15,0	1,33	11,0	<b>11,00</b>	26,0	40,0	26,0	0,80	32,0
3,60	17,0	37,0	17,0	1,33	13,0	11,20	22,0	34,0	22,0	1,13	19,0
3,80	19,0	39,0	19,0	0,93	20,0	11,40	26,0	43,0	26,0	0,87	30,0
<b>4,00</b>	26,0	40,0	26,0	1,13	23,0	11,60	48,0	61,0	48,0	1,07	45,0
4,20	31,0	48,0	31,0	1,40	22,0	11,80	53,0	69,0	53,0	5,20	10,0
4,40	28,0	49,0	28,0	1,07	26,0	<b>12,00</b>	170,0	248,0	170,0	3,33	51,0
4,60	18,0	34,0	18,0	0,80	22,0	12,20	190,0	240,0	190,0	4,00	48,0
4,80	12,0	24,0	12,0	0,80	15,0	12,40	160,0	220,0	160,0	2,33	69,0
<b>5,00</b>	6,0	18,0	6,0	2,13	3,0	12,60	110,0	145,0	110,0	8,00	14,0
5,20	24,0	56,0	24,0	1,87	13,0	12,80	160,0	280,0	160,0	8,07	20,0
5,40	40,0	68,0	40,0	1,67	24,0	<b>13,00</b>	150,0	271,0	150,0	1,47	102,0
5,60	42,0	67,0	42,0	1,73	24,0	13,20	16,0	38,0	16,0	1,47	11,0
5,80	42,0	68,0	42,0	0,40	105,0	13,40	14,0	36,0	14,0	0,60	23,0
<b>6,00</b>	29,0	35,0	29,0	0,53	54,0	13,60	11,0	20,0	11,0	0,67	16,0
6,20	10,0	18,0	10,0	0,40	25,0	13,80	10,0	20,0	10,0	2,80	4,0
6,40	8,0	14,0	8,0	0,40	20,0	<b>14,00</b>	34,0	76,0	34,0	8,00	4,0
6,60	6,0	12,0	6,0	0,07	90,0	14,20	120,0	240,0	120,0	2,67	45,0
6,80	15,0	16,0	15,0	1,20	12,0	14,40	140,0	180,0	140,0	6,33	22,0
<b>7,00</b>	92,0	110,0	92,0	1,07	86,0	14,60	180,0	275,0	180,0	7,13	25,0
7,20	20,0	36,0	20,0	0,80	25,0	14,80	185,0	292,0	185,0	3,33	56,0
7,40	19,0	31,0	19,0	0,47	41,0	<b>15,00</b>	200,0	250,0	200,0	-----	----
7,60	6,0	13,0	6,0	0,67	9,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 211**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Alseno area Curti  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	10,20	12,0	19,0	12,0	0,67	18,0
0,40	----	----	--	0,87	----	10,40	16,0	26,0	16,0	0,40	40,0
0,60	15,0	28,0	15,0	0,87	17,0	10,60	26,0	32,0	26,0	0,87	30,0
0,80	22,0	35,0	22,0	0,73	30,0	10,80	20,0	33,0	20,0	0,73	27,0
<b>1,00</b>	29,0	40,0	29,0	1,07	27,0	<b>11,00</b>	26,0	37,0	26,0	0,80	32,0
1,20	16,0	32,0	16,0	1,27	13,0	11,20	29,0	41,0	29,0	1,13	26,0
1,40	15,0	34,0	15,0	1,27	12,0	11,40	28,0	45,0	28,0	1,27	22,0
1,60	18,0	37,0	18,0	1,67	11,0	11,60	34,0	53,0	34,0	1,27	27,0
1,80	20,0	45,0	20,0	2,00	10,0	11,80	36,0	55,0	36,0	1,33	27,0
<b>2,00</b>	26,0	56,0	26,0	2,13	12,0	<b>12,00</b>	30,0	50,0	30,0	1,27	24,0
2,20	38,0	70,0	38,0	2,13	18,0	12,20	28,0	47,0	28,0	1,60	17,0
2,40	32,0	64,0	32,0	2,40	13,0	12,40	32,0	56,0	32,0	1,27	25,0
2,60	29,0	65,0	29,0	1,67	17,0	12,60	33,0	52,0	33,0	1,40	24,0
2,80	36,0	61,0	36,0	1,80	20,0	12,80	37,0	58,0	37,0	1,40	26,0
<b>3,00</b>	20,0	47,0	20,0	1,40	14,0	<b>13,00</b>	38,0	59,0	38,0	1,40	27,0
3,20	16,0	37,0	16,0	1,27	13,0	13,20	36,0	57,0	36,0	1,33	27,0
3,40	16,0	35,0	16,0	1,00	16,0	13,40	31,0	51,0	31,0	1,13	27,0
3,60	22,0	37,0	22,0	1,00	22,0	13,60	29,0	46,0	29,0	1,27	23,0
3,80	28,0	43,0	28,0	1,40	20,0	13,80	28,0	47,0	28,0	1,20	23,0
<b>4,00</b>	32,0	53,0	32,0	1,60	20,0	<b>14,00</b>	27,0	45,0	27,0	1,20	22,0
4,20	38,0	62,0	38,0	1,93	20,0	14,20	30,0	48,0	30,0	1,07	28,0
4,40	36,0	65,0	36,0	1,80	20,0	14,40	26,0	42,0	26,0	1,20	22,0
4,60	33,0	60,0	33,0	1,00	33,0	14,60	23,0	41,0	23,0	0,87	27,0
4,80	15,0	30,0	15,0	0,80	19,0	14,80	22,0	35,0	22,0	1,00	22,0
<b>5,00</b>	6,0	18,0	6,0	0,60	10,0	<b>15,00</b>	24,0	39,0	24,0	1,00	24,0
5,20	5,0	14,0	5,0	0,53	9,0	15,20	32,0	47,0	32,0	1,27	25,0
5,40	8,0	16,0	8,0	0,60	13,0	15,40	27,0	46,0	27,0	0,87	31,0
5,60	11,0	20,0	11,0	0,53	21,0	15,60	24,0	37,0	24,0	1,00	24,0
5,80	16,0	24,0	16,0	0,73	22,0	15,80	22,0	37,0	22,0	1,27	17,0
<b>6,00</b>	13,0	24,0	13,0	0,60	22,0	<b>16,00</b>	25,0	44,0	25,0	1,20	21,0
6,20	13,0	22,0	13,0	0,60	22,0	16,20	28,0	46,0	28,0	1,40	20,0
6,40	14,0	23,0	14,0	0,67	21,0	16,40	25,0	46,0	25,0	1,27	20,0
6,60	15,0	25,0	15,0	0,80	19,0	16,60	21,0	40,0	21,0	1,00	21,0
6,80	18,0	30,0	18,0	0,87	21,0	16,80	19,0	34,0	19,0	1,00	19,0
<b>7,00</b>	18,0	31,0	18,0	0,73	25,0	<b>17,00</b>	18,0	33,0	18,0	0,80	22,0
7,20	21,0	32,0	21,0	0,80	26,0	17,20	20,0	32,0	20,0	0,73	27,0
7,40	26,0	38,0	26,0	0,87	30,0	17,40	20,0	31,0	20,0	0,87	23,0
7,60	31,0	44,0	31,0	2,40	13,0	17,60	16,0	29,0	16,0	0,80	20,0
7,80	34,0	70,0	34,0	1,40	24,0	17,80	22,0	34,0	22,0	0,87	25,0
<b>8,00</b>	33,0	54,0	33,0	3,33	10,0	<b>18,00</b>	18,0	31,0	18,0	1,13	16,0
8,20	80,0	130,0	80,0	1,07	75,0	18,20	17,0	34,0	17,0	1,00	17,0
8,40	99,0	115,0	99,0	1,40	71,0	18,40	20,0	35,0	20,0	0,73	27,0
8,60	30,0	51,0	30,0	0,87	35,0	18,60	21,0	32,0	21,0	0,87	24,0
8,80	37,0	50,0	37,0	3,20	12,0	18,80	19,0	32,0	19,0	1,00	19,0
<b>9,00</b>	60,0	108,0	60,0	0,93	64,0	<b>19,00</b>	18,0	33,0	18,0	0,80	22,0
9,20	50,0	64,0	50,0	1,60	31,0	19,20	22,0	34,0	22,0	0,87	25,0
9,40	48,0	72,0	48,0	0,80	60,0	19,40	19,0	32,0	19,0	1,33	14,0
9,60	25,0	37,0	25,0	0,93	27,0	19,60	20,0	40,0	20,0	1,00	20,0
9,80	19,0	33,0	19,0	0,87	22,0	19,80	25,0	40,0	25,0	1,33	19,0
<b>10,00</b>	16,0	29,0	16,0	0,47	34,0	<b>20,00</b>	36,0	56,0	36,0	1,20	30,0

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA****CPT 211**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Alseno area Curti  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 2

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
20,20	24,0	42,0	24,0	-----	----						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann  $\varnothing = 35.7$  mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 212**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Tangenziale di Alseno  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	3,60	24,0	51,0	24,0	1,93	12,0
0,40	----	----	--	0,80	----	3,80	26,0	55,0	26,0	1,73	15,0
0,60	18,0	30,0	18,0	1,13	16,0	<b>4,00</b>	27,0	53,0	27,0	1,60	17,0
0,80	18,0	35,0	18,0	0,93	19,0	4,20	23,0	47,0	23,0	1,73	13,0
<b>1,00</b>	19,0	33,0	19,0	1,13	17,0	4,40	20,0	46,0	20,0	1,40	14,0
1,20	27,0	44,0	27,0	0,87	31,0	4,60	18,0	39,0	18,0	0,93	19,0
1,40	32,0	45,0	32,0	1,07	30,0	4,80	19,0	33,0	19,0	6,80	3,0
1,60	30,0	46,0	30,0	1,27	24,0	<b>5,00</b>	40,0	142,0	40,0	5,47	7,0
1,80	26,0	45,0	26,0	1,53	17,0	5,20	128,0	210,0	128,0	4,07	31,0
<b>2,00</b>	25,0	48,0	25,0	2,27	11,0	5,40	136,0	197,0	136,0	2,67	51,0
2,20	28,0	62,0	28,0	2,00	14,0	5,60	170,0	210,0	170,0	2,53	67,0
2,40	32,0	62,0	32,0	2,60	12,0	5,80	140,0	178,0	140,0	3,67	38,0
2,60	31,0	70,0	31,0	2,47	13,0	<b>6,00</b>	160,0	215,0	160,0	9,60	17,0
2,80	26,0	63,0	26,0	2,53	10,0	6,20	171,0	315,0	171,0	8,67	20,0
<b>3,00</b>	24,0	62,0	24,0	2,67	9,0	6,40	220,0	350,0	220,0	3,33	66,0
3,20	23,0	63,0	23,0	2,20	10,0	6,60	300,0	350,0	300,0	-----	----
3,40	25,0	58,0	25,0	1,80	14,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 213**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Tangenziale di Alseno  
- note :

- data : 05/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	3,40	27,0	65,0	27,0	2,40	11,0
0,40	----	----	--	1,13	----	3,60	30,0	66,0	30,0	1,27	24,0
0,60	16,0	33,0	16,0	0,93	17,0	3,80	26,0	45,0	26,0	0,80	32,0
0,80	17,0	31,0	17,0	1,13	15,0	<b>4,00</b>	18,0	30,0	18,0	1,27	14,0
<b>1,00</b>	19,0	36,0	19,0	1,00	19,0	4,20	45,0	64,0	45,0	2,13	21,0
1,20	30,0	45,0	30,0	1,13	26,0	4,40	120,0	152,0	120,0	2,67	45,0
1,40	32,0	49,0	32,0	2,13	15,0	4,60	120,0	160,0	120,0	1,00	120,0
1,60	38,0	70,0	38,0	2,33	16,0	4,80	45,0	60,0	45,0	5,87	8,0
1,80	39,0	74,0	39,0	2,47	16,0	<b>5,00</b>	150,0	238,0	150,0	2,20	68,0
<b>2,00</b>	30,0	67,0	30,0	2,80	11,0	5,20	147,0	180,0	147,0	8,00	18,0
2,20	30,0	72,0	30,0	2,93	10,0	5,40	150,0	270,0	150,0	7,73	19,0
2,40	38,0	82,0	38,0	3,27	12,0	5,60	162,0	278,0	162,0	7,40	22,0
2,60	39,0	88,0	39,0	3,27	12,0	5,80	154,0	265,0	154,0	7,00	22,0
2,80	37,0	86,0	37,0	3,60	10,0	<b>6,00</b>	180,0	285,0	180,0	3,33	54,0
<b>3,00</b>	36,0	90,0	36,0	3,67	10,0	6,20	250,0	300,0	250,0	-----	----
3,20	32,0	87,0	32,0	2,53	13,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)



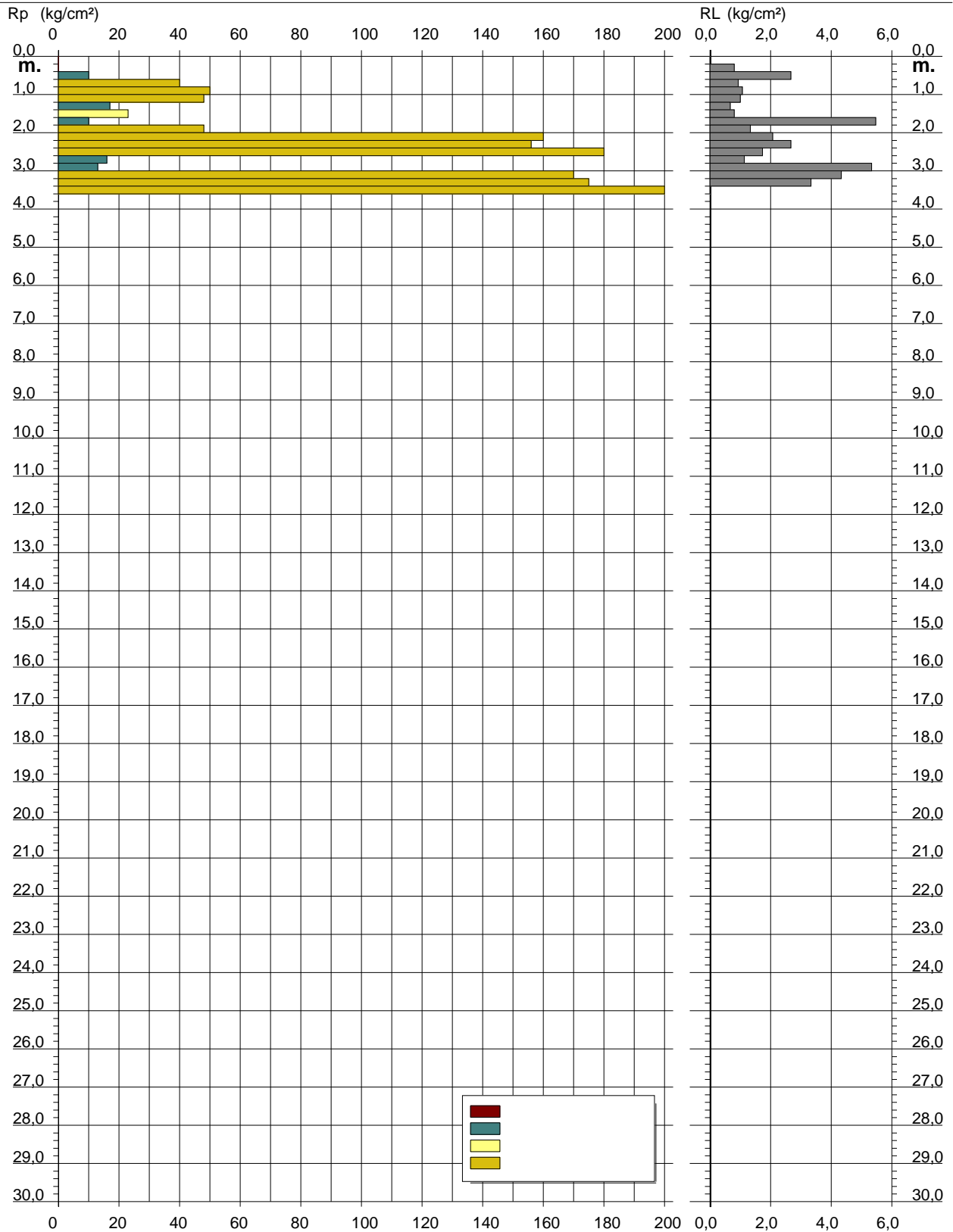
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 207**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Lusurasco

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



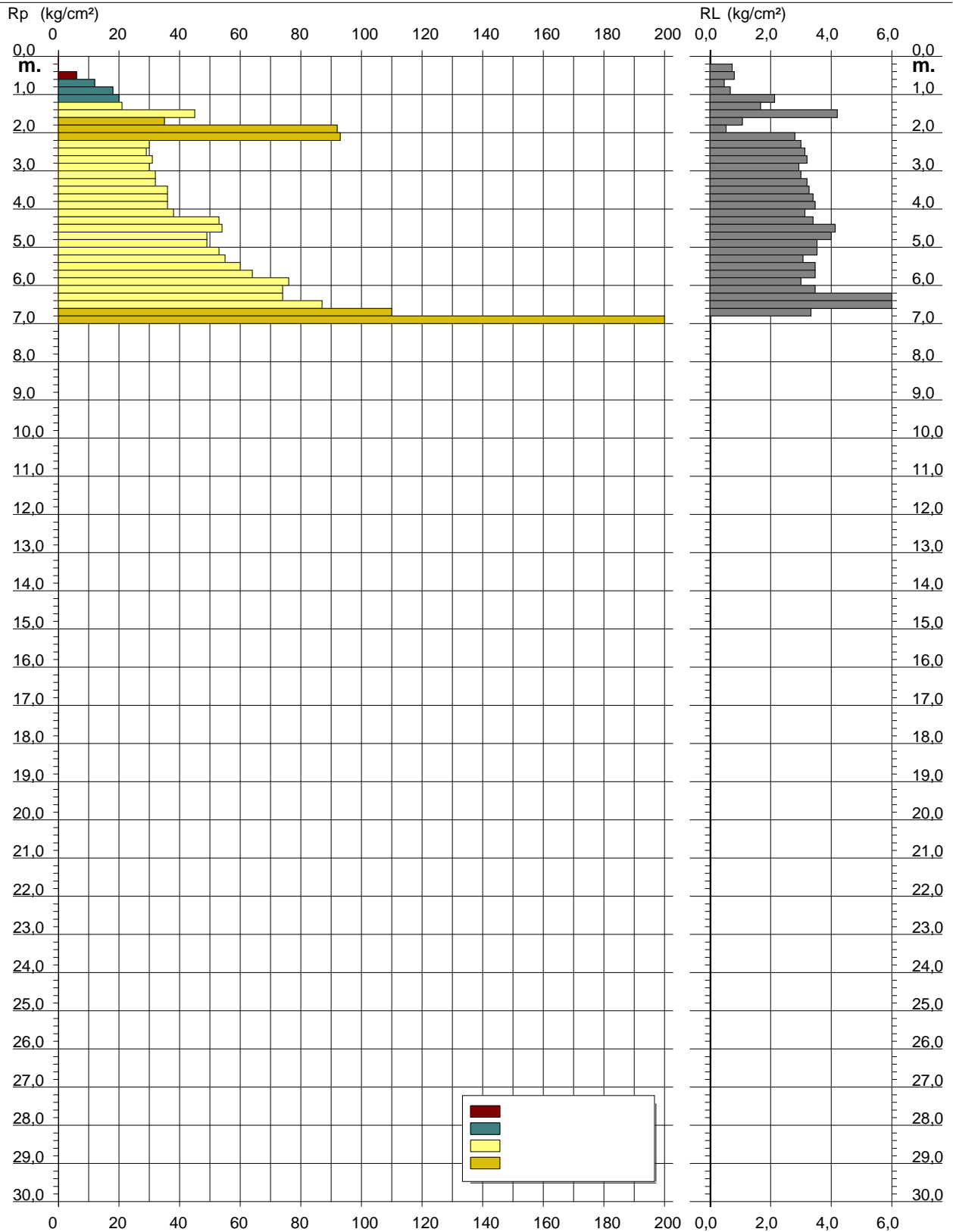
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 208**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Cortina

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



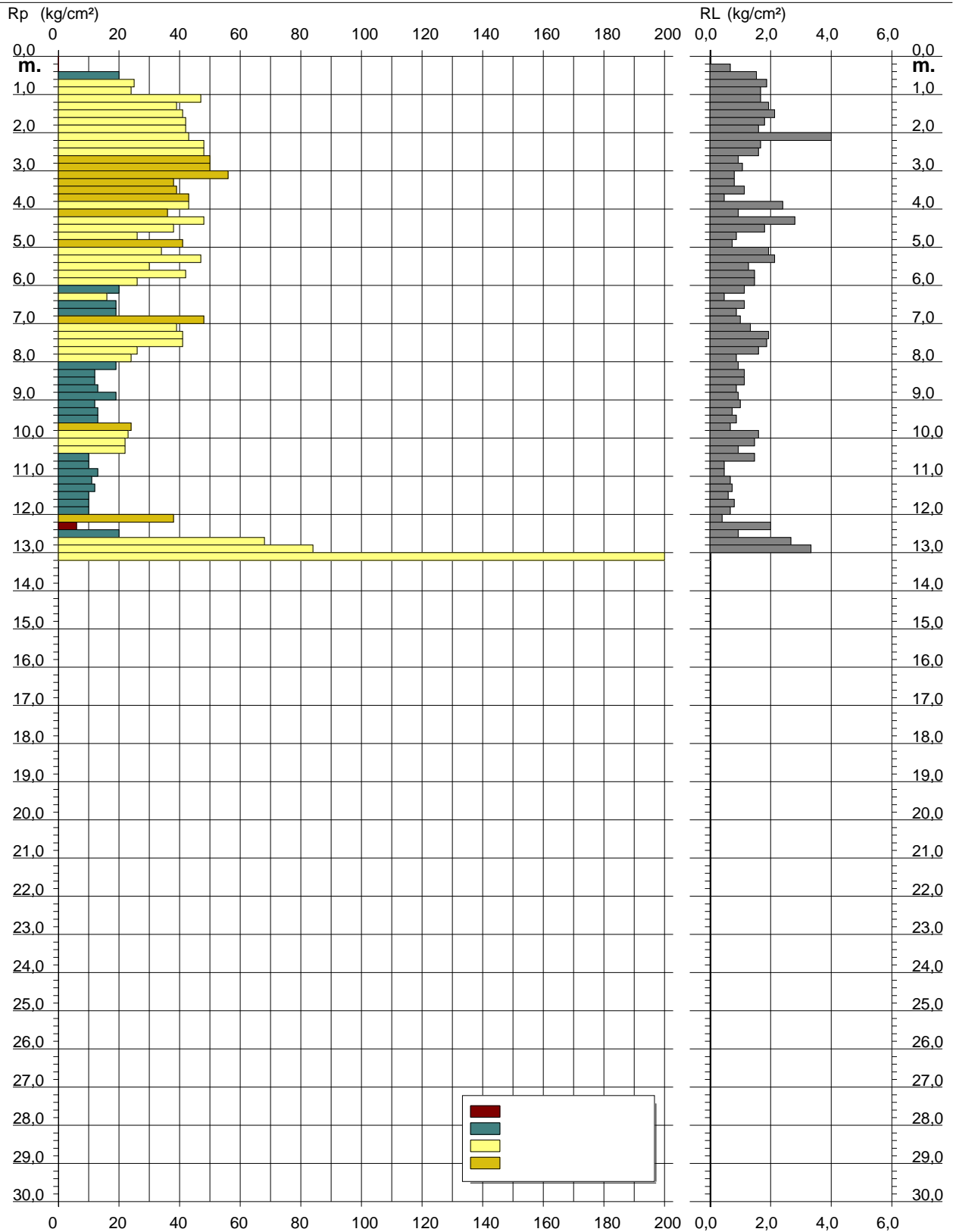
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 209**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Castelnuovo Fogliani

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



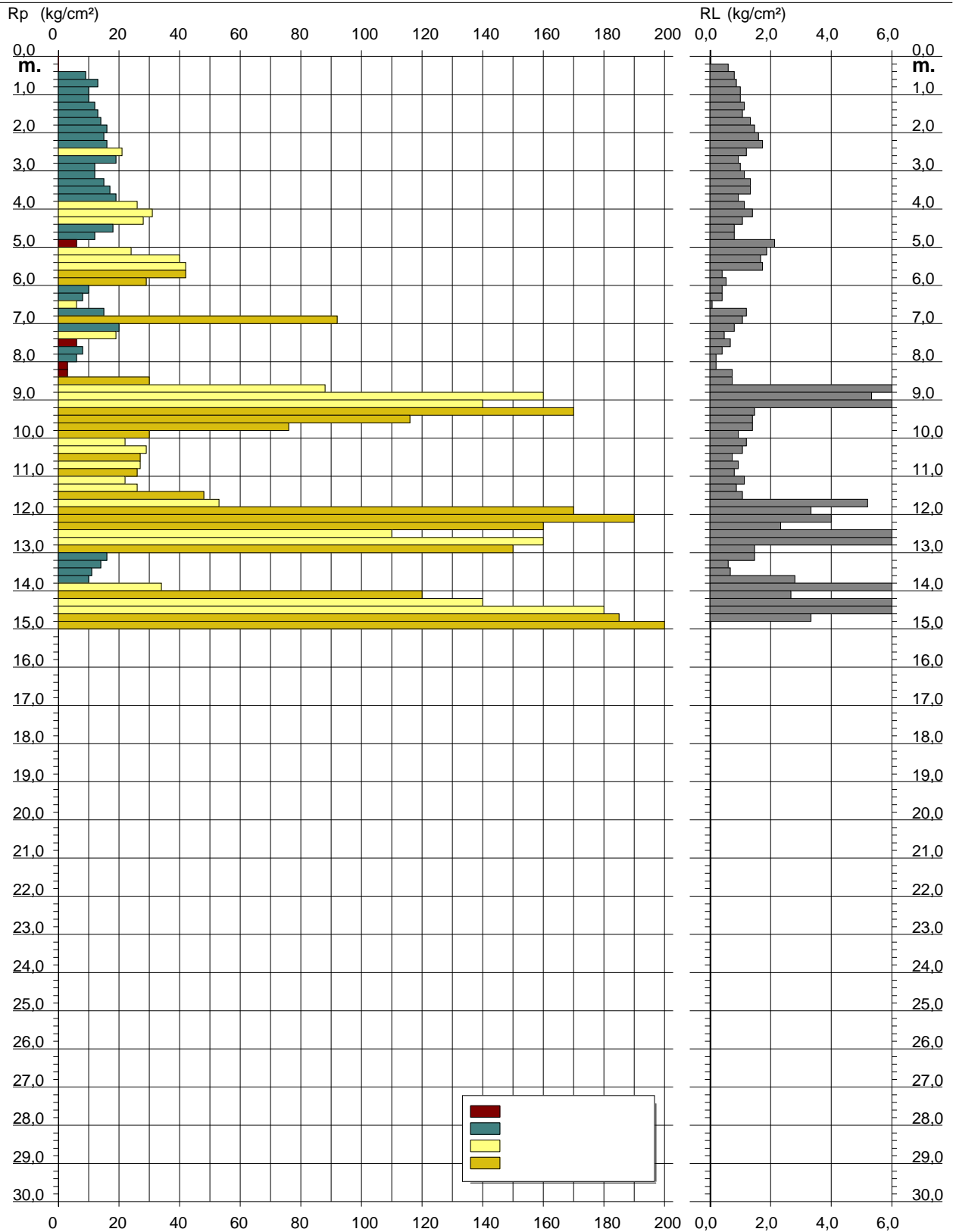
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 210**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Alseno MC

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



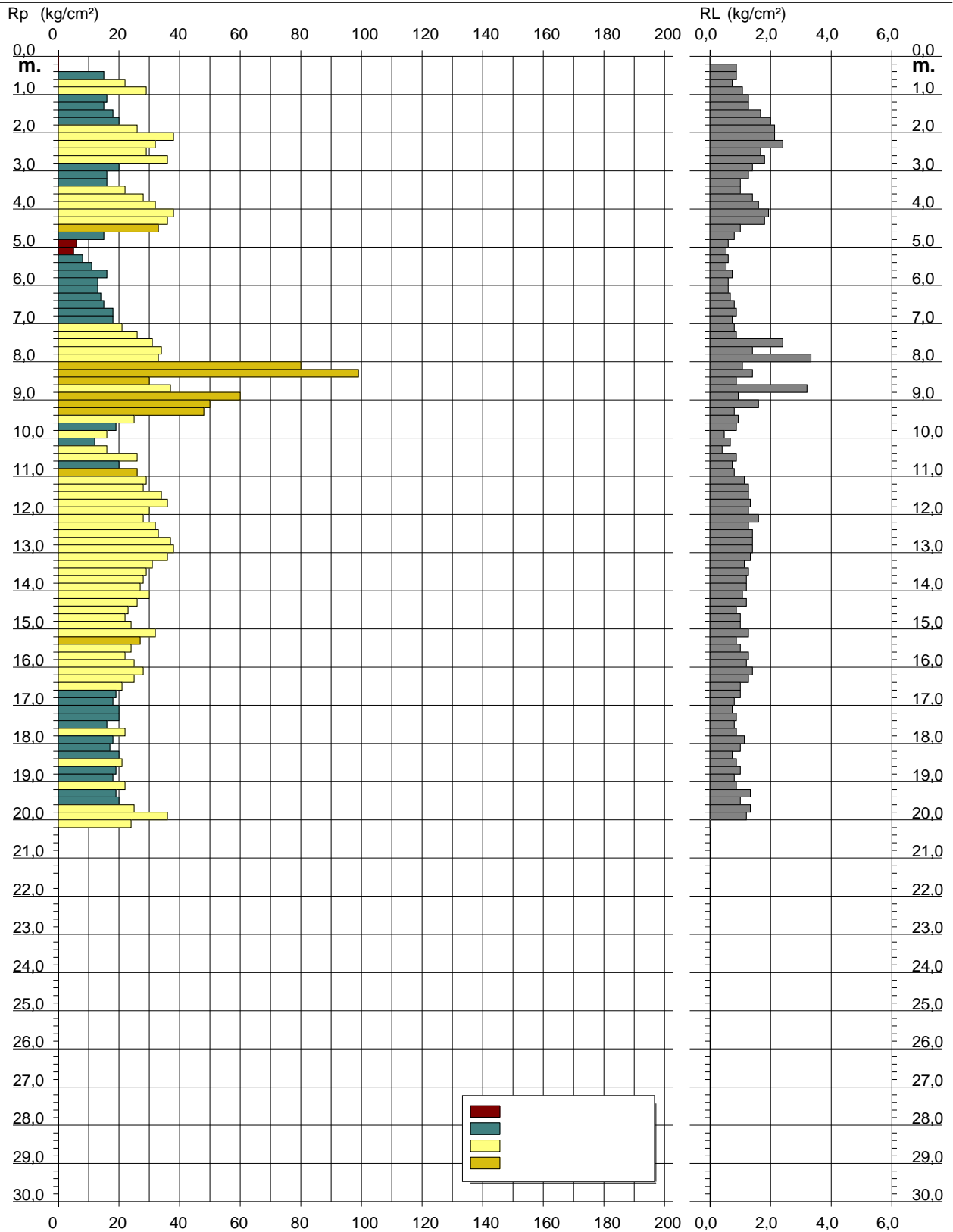
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 211**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Alseno area Curti

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



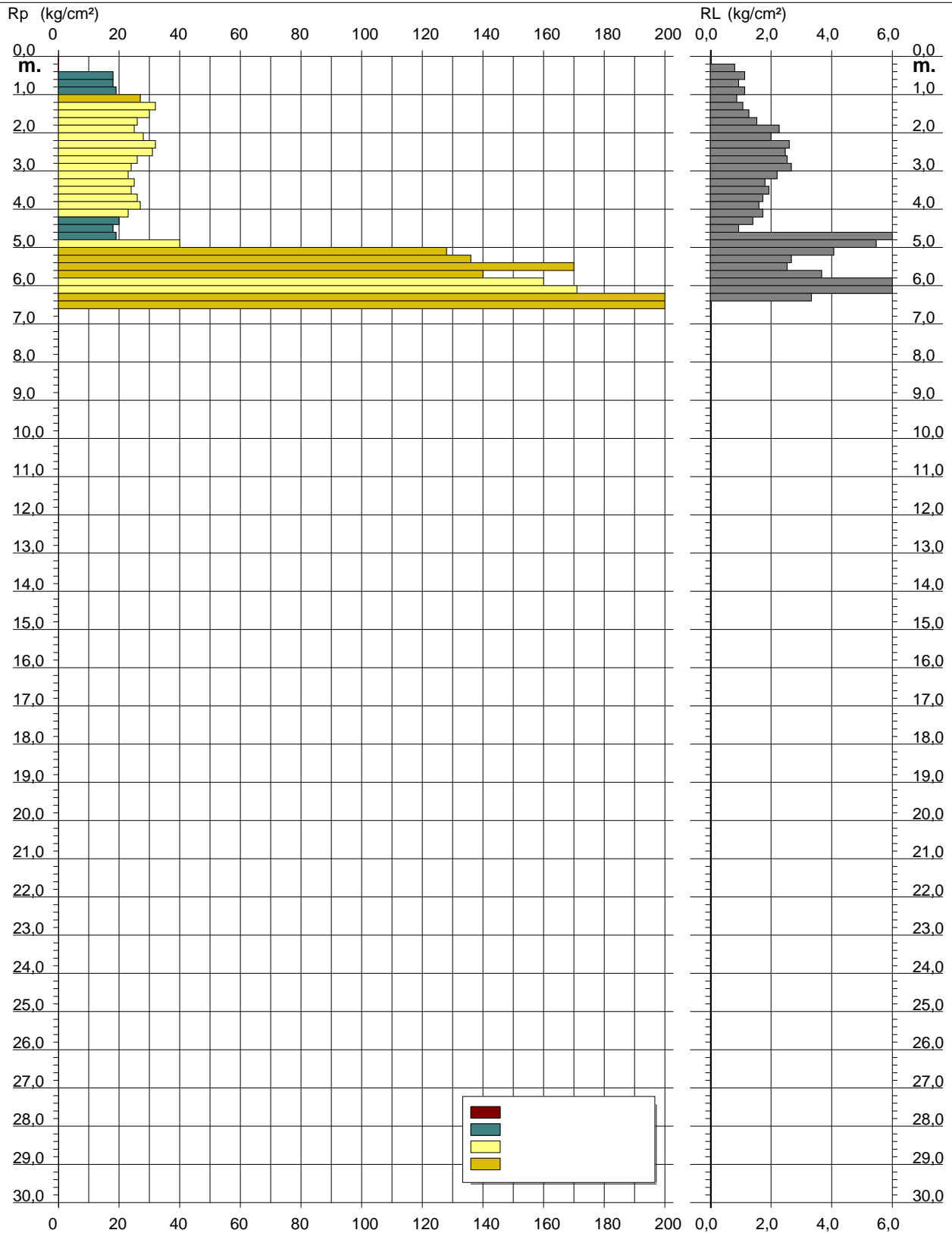
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 212**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Tangenziale di Alseno

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



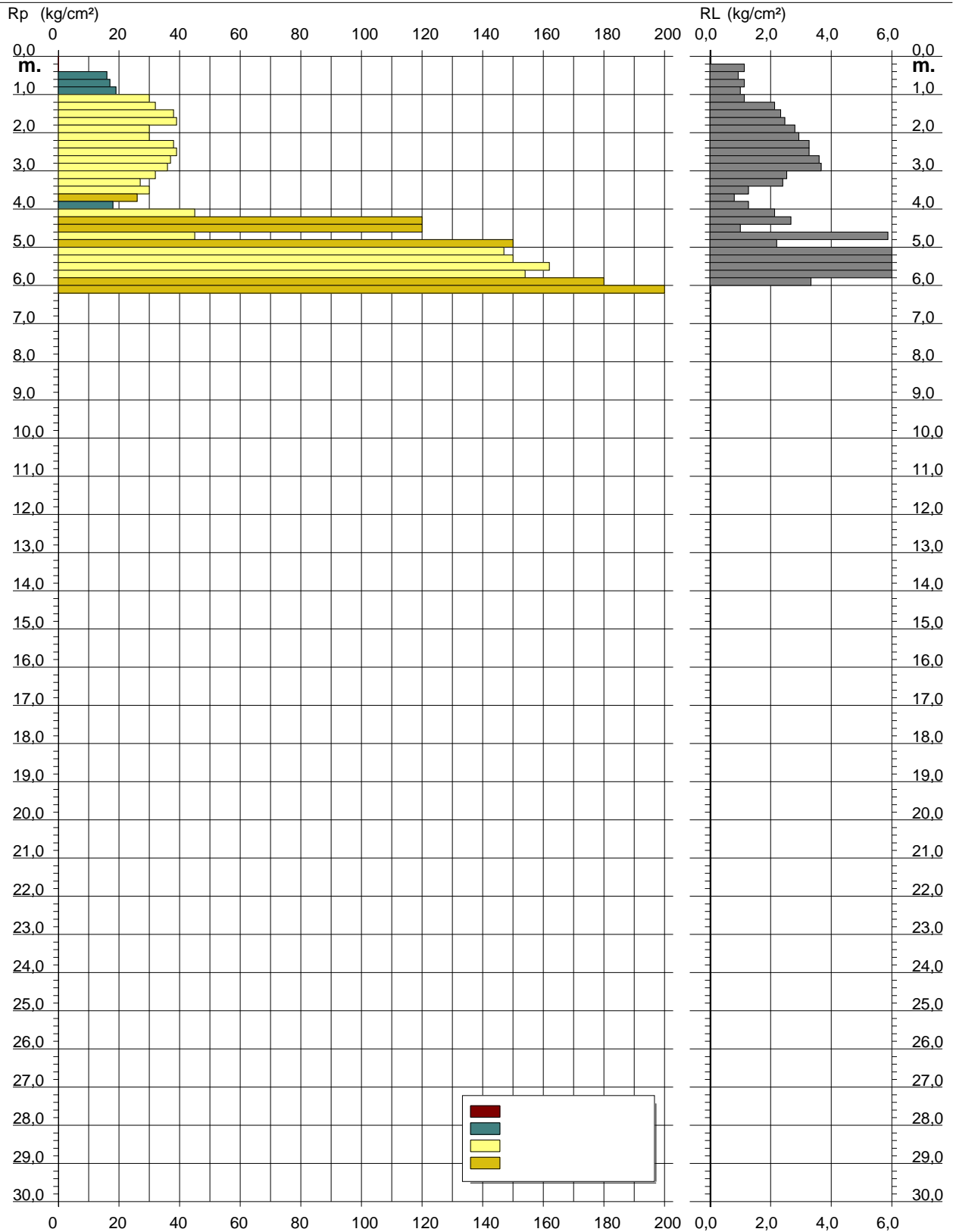
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

**CPT 213**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Tangenziale di Alseno

- data : 05/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



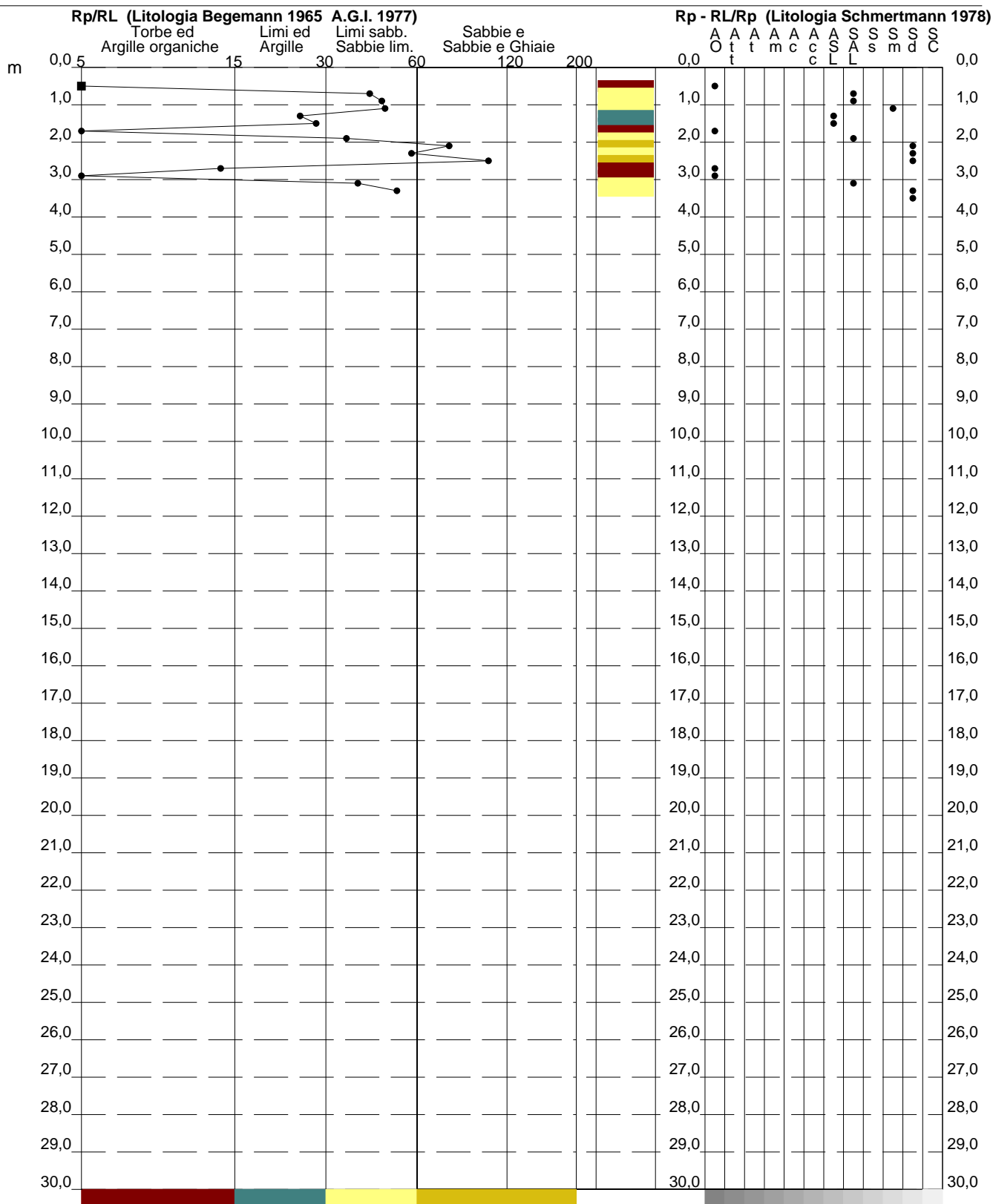
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 207**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Lusurasco  
- note :

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150





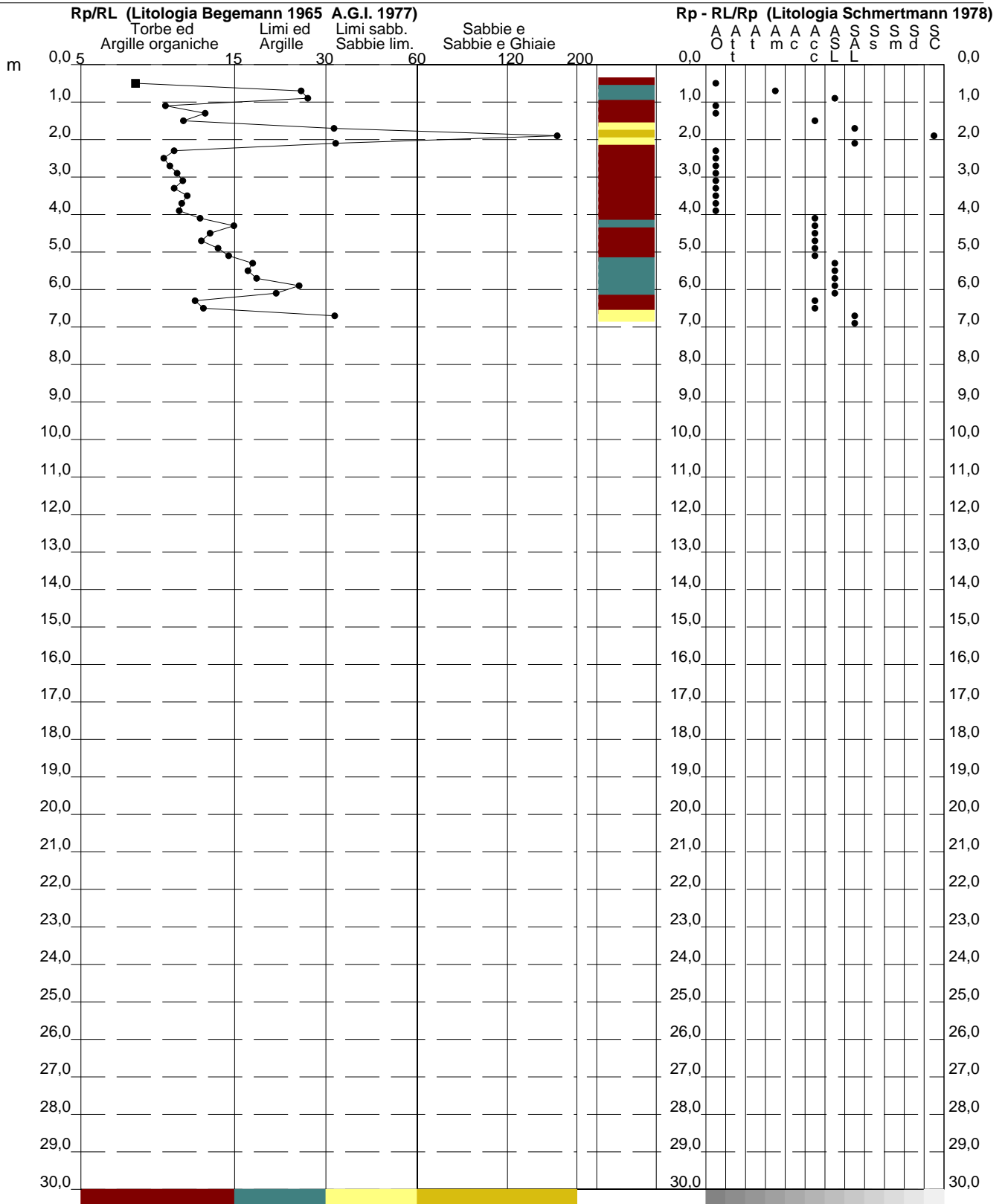
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 208**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Cortina  
- note :

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



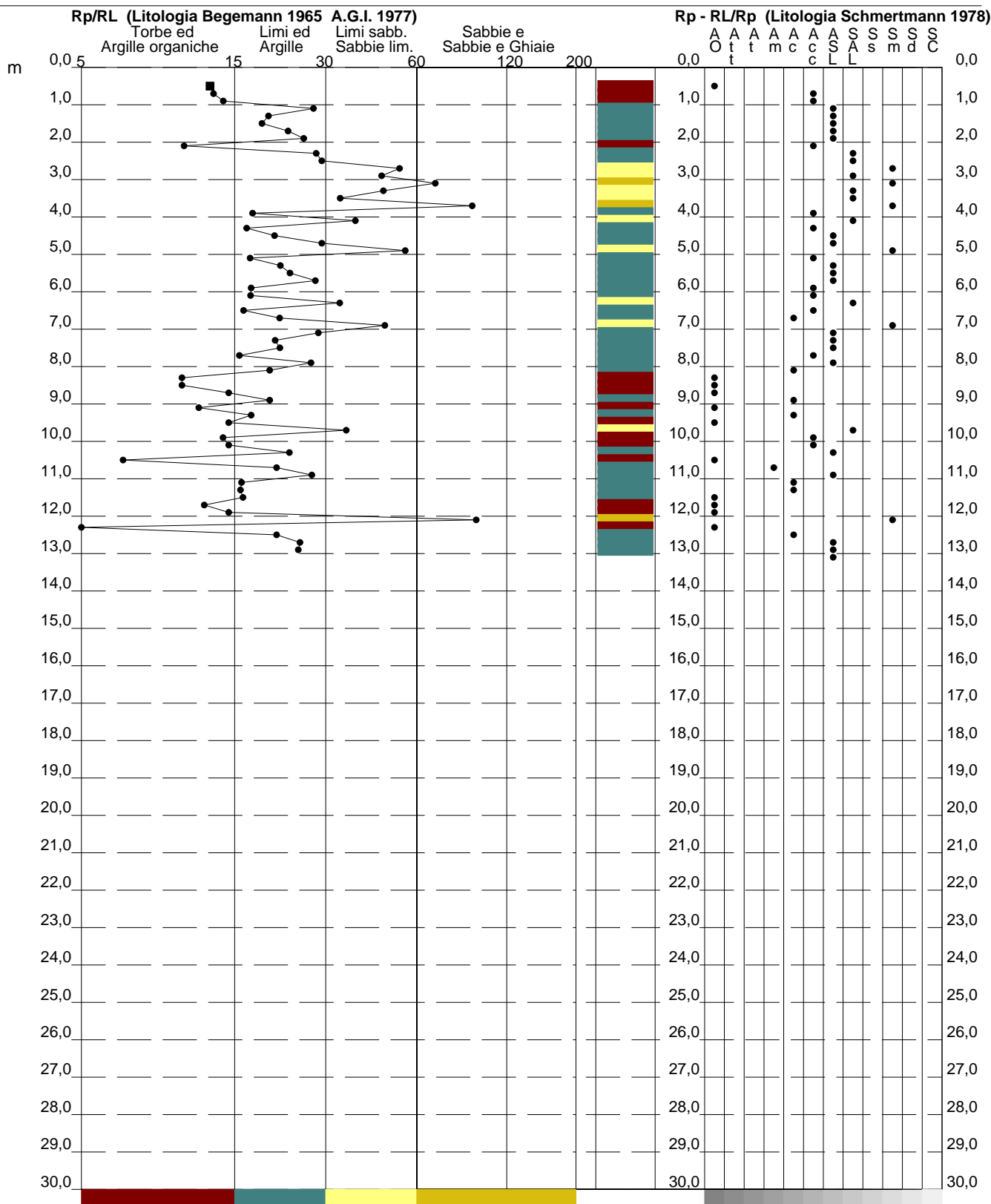
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 209

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
 - lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
 - località : Castelnuovo Fogliani  
 - note :

- data : 04/12/2013  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 150



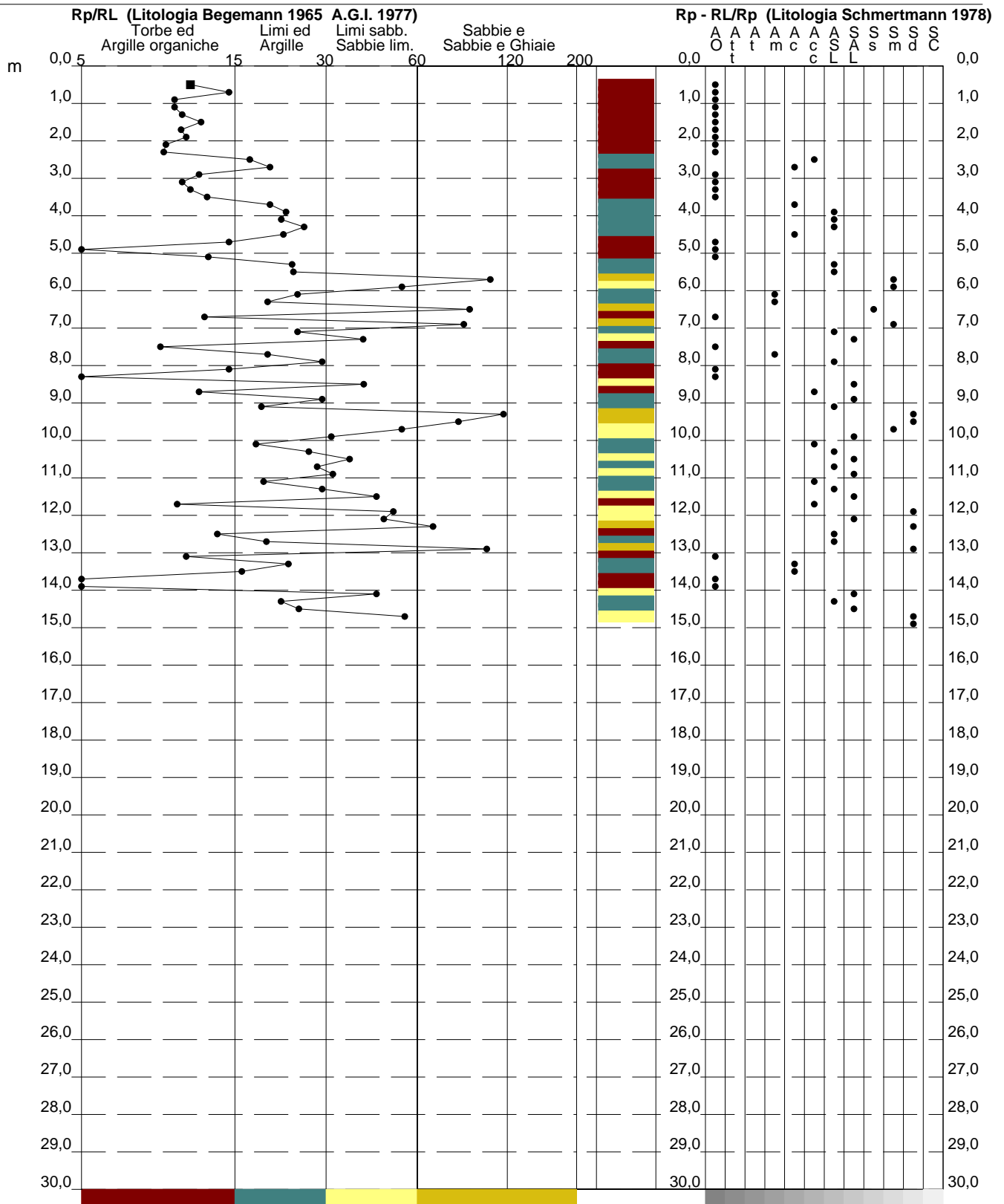
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 210**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Alseno MC  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



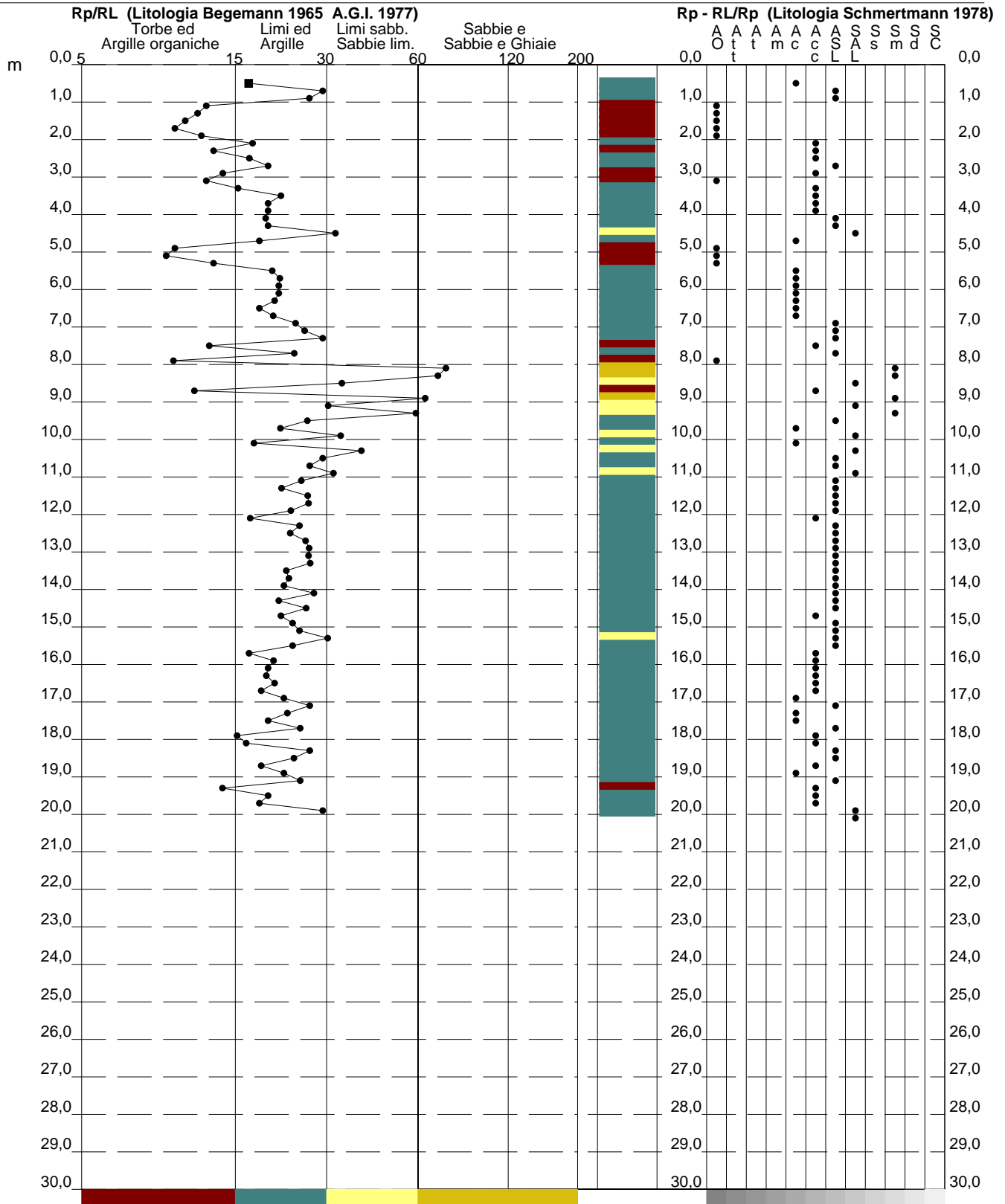
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 211**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Alseno area Curti  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



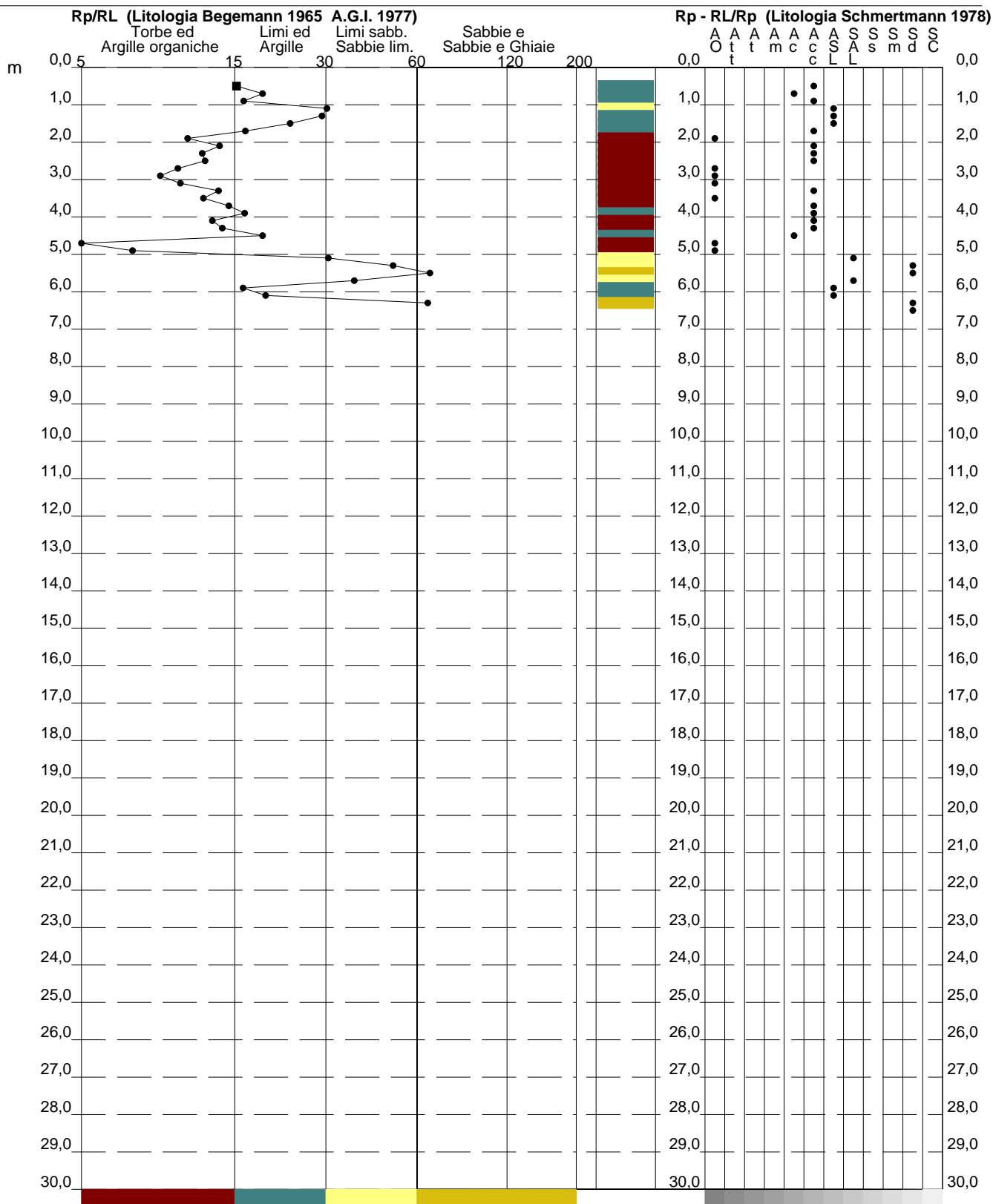
# PROVA PENETROMETRICA STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

## CPT 212

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
 - lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
 - località : Tangenziale di Alseno  
 - note :

- data : 04/12/2013  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - scala vert.: 1 : 150



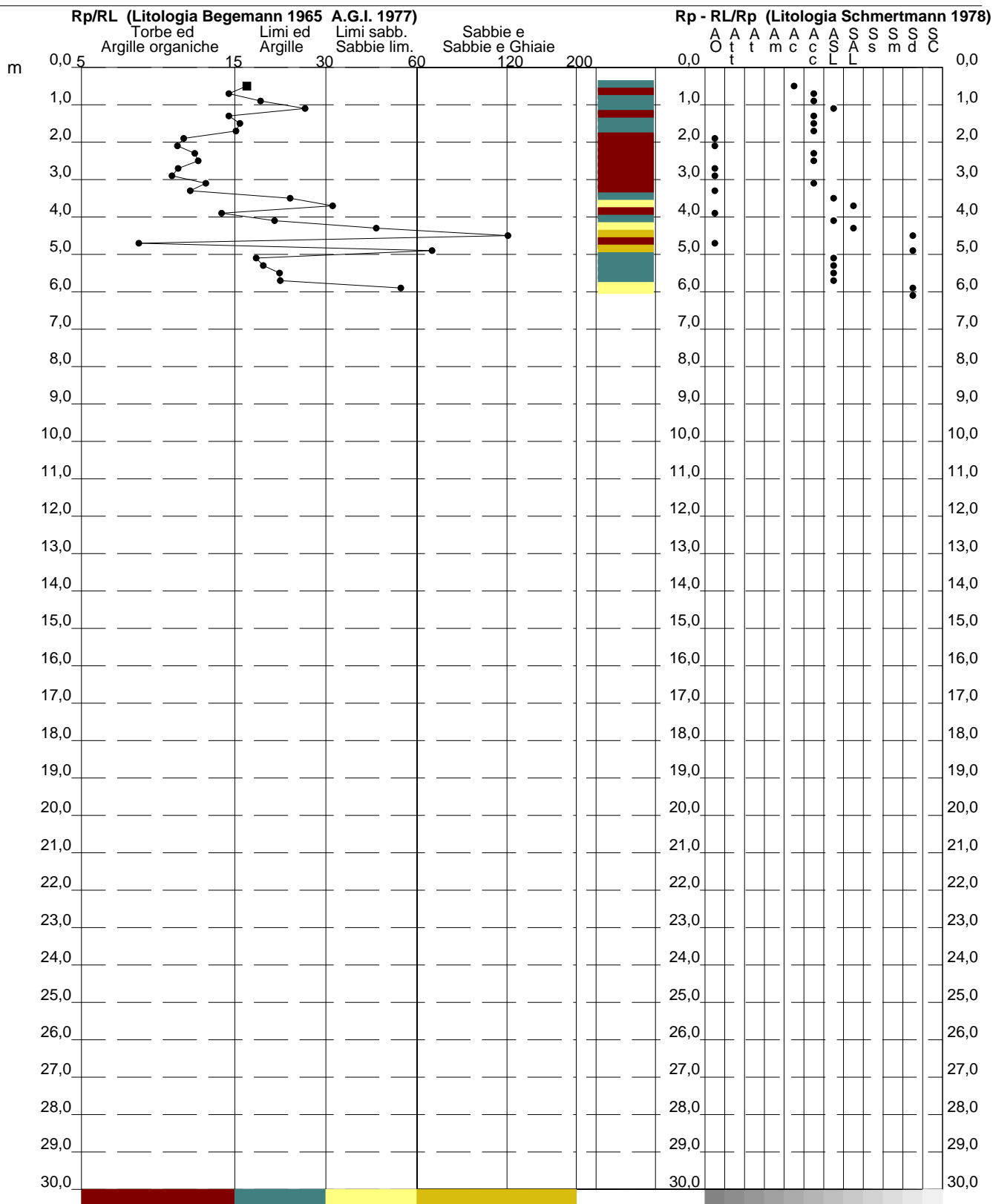
**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

**CPT 213**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Tangenziale di Alseno  
- note :

- data : 05/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- scala vert.: 1 : 150



**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 207**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Lusurasco  
- note :

- data : 03/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA										NATURA GRANULARE												
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	10	4	2////	1,85	0,11	0,50	41,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	40	43	3:::	1,85	0,15	--	--	--	--	--	87	40	42	43	45	41	30	0,213	67	100	120	--
1,00	50	47	3:::	1,85	0,19	--	--	--	--	--	89	41	42	44	45	41	31	0,221	83	125	150	--
1,20	48	48	3:::	1,85	0,22	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	40	31	0,201	80	120	144	--
1,40	17	25	2////	1,85	0,26	0,72	22,7	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	23	29	4//:	1,85	0,30	0,87	24,1	148	221	69	51	35	37	40	42	36	28	0,107	38	58	69	--
1,80	10	2	2////	1,85	0,33	0,50	10,4	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	48	36	3:::	1,85	0,37	--	--	--	--	--	71	38	40	42	44	38	31	0,162	80	120	144	--
2,20	160	77	3:::	1,85	0,41	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	36	0,258	267	400	480	--
2,40	156	58	3:::	1,85	0,44	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	36	0,258	260	390	468	--
2,60	180	104	3:::	1,85	0,48	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	37	0,258	300	450	540	--
2,80	16	14	2////	1,85	0,52	0,70	9,1	123	184	52	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,00	13	2	2////	1,85	0,55	0,60	7,0	139	209	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
3,20	170	39	3:::	1,85	0,59	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	37	0,258	283	425	510	--
3,40	175	53	3:::	1,85	0,63	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	37	0,258	292	438	525	--
3,60	200	--	3:::	1,85	0,67	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	38	0,258	333	500	600	--





**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 209**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
 - lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
 - località : Castelnovo Fogliani  
 - note :

- data : 04/12/2013  
 - quota inizio : Piano Campagna  
 - prof. falda : Falda non rilevata  
 - pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	20	13	4/./	1,85	0,11	0,80	74,1	136	204	60	70	38	40	42	44	40	27	0,160	33	50	60	
0,80	25	14	4/./	1,85	0,15	0,91	60,7	155	232	75	71	38	40	42	44	39	28	0,162	42	63	75	
1,00	24	14	4/./	1,85	0,19	0,89	44,7	151	227	72	64	37	39	41	43	38	28	0,142	40	60	72	
1,20	47	28	4/./	1,85	0,22	1,57	72,2	266	400	141	83	40	41	43	45	40	31	0,199	78	118	141	
1,40	39	20	4/./	1,85	0,26	1,30	47,2	221	332	117	73	38	40	42	44	39	30	0,167	65	98	117	
1,60	41	19	4/./	1,85	0,30	1,37	42,5	232	349	123	71	38	40	42	44	39	30	0,162	68	103	123	
1,80	42	23	4/./	1,85	0,33	1,40	37,8	238	357	126	69	38	40	41	44	38	30	0,156	70	105	126	
2,00	42	26	4/./	1,85	0,37	1,40	33,1	238	357	126	66	37	39	41	43	38	30	0,149	70	105	126	
2,20	43	11	4/./	1,85	0,41	1,43	30,3	244	366	129	65	37	39	41	43	37	30	0,144	72	108	129	
2,40	48	29	4/./	1,85	0,44	1,60	31,2	272	408	144	67	37	39	41	43	37	31	0,149	80	120	144	
2,60	48	30	4/./	1,85	0,48	1,60	28,2	272	408	144	65	37	39	41	43	37	31	0,143	80	120	144	
2,80	50	54	3:./	1,85	0,52	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	37	31	0,142	83	125	150	
3,00	50	47	3:./	1,85	0,55	--	--	--	--	--	63	37	39	41	43	36	31	0,137	83	125	150	
3,20	56	70	3:./	1,85	0,59	--	--	--	--	--	65	37	39	41	43	37	31	0,144	93	140	168	
3,40	38	47	3:./	1,85	0,63	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	34	30	0,104	63	95	114	
3,60	39	34	3:./	1,85	0,67	--	--	--	--	--	50	35	37	40	42	34	30	0,103	65	98	117	
3,80	43	92	3:./	1,85	0,70	--	--	--	--	--	52	35	37	40	42	34	30	0,108	72	108	129	
4,00	43	18	4/./	1,85	0,74	1,43	14,3	244	366	129	50	35	37	40	42	34	30	0,105	72	108	129	
4,20	36	39	3:./	1,85	0,78	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	33	30	0,087	60	90	108	
4,40	48	17	4/./	1,85	0,81	1,60	14,6	272	408	144	52	35	37	40	42	34	31	0,109	80	120	144	
4,60	38	21	4/./	1,85	0,85	1,27	10,3	215	323	114	43	34	36	39	41	32	30	0,086	63	95	114	
4,80	26	30	4/./	1,85	0,89	0,93	6,6	227	341	78	29	32	35	37	40	30	28	0,055	43	65	78	
5,00	41	56	3:./	1,85	0,93	--	--	--	--	--	43	34	36	39	41	32	30	0,087	68	103	123	
5,20	34	18	4/./	1,85	0,96	1,13	7,7	233	350	102	36	33	36	38	41	31	29	0,070	57	85	102	
5,40	47	22	4/./	1,85	1,00	1,57	11,0	266	400	141	46	34	37	39	42	33	31	0,094	78	118	141	
5,60	30	24	4/./	1,85	1,04	1,00	6,0	274	411	90	30	32	35	38	40	30	29	0,057	50	75	90	
5,80	42	29	4/./	1,85	1,07	1,40	8,8	254	381	126	40	34	36	39	41	32	30	0,081	70	105	126	
6,00	26	18	4/./	1,85	1,11	0,93	5,0	306	459	78	23	31	34	37	40	29	28	0,044	43	65	78	
6,20	20	18	4/./	1,85	1,15	0,80	4,0	320	480	60	13	30	33	36	39	27	27	0,026	33	50	60	
6,40	16	34	4/./	1,85	1,18	0,70	3,2	330	495	52	5	29	32	35	38	26	27	0,012	27	40	48	
6,60	19	17	2:./	1,85	1,22	0,78	3,6	345	517	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
6,80	19	22	2:./	1,85	1,26	0,78	3,4	354	531	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
7,00	48	48	3:./	1,85	1,30	--	--	--	--	--	40	34	36	39	41	31	31	0,081	80	120	144	
7,20	39	29	4/./	1,85	1,33	1,30	6,1	351	526	117	33	33	35	38	41	30	30	0,063	65	98	117	
7,40	41	21	4/./	1,85	1,37	1,37	6,3	357	536	123	34	33	35	38	41	30	30	0,066	68	103	123	
7,60	41	22	4/./	1,85	1,41	1,37	6,1	371	556	123	33	33	35	38	41	30	30	0,064	68	103	123	
7,80	26	16	4/./	1,85	1,44	0,93	3,6	407	611	78	17	30	33	36	39	27	28	0,032	43	65	78	
8,00	24	28	4/./	1,85	1,48	0,89	3,3	415	622	72	13	30	33	36	39	27	28	0,026	40	60	72	
8,20	19	20	2:./	1,85	1,52	0,78	2,7	399	599	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,40	12	11	2:./	1,85	1,55	0,57	1,8	326	489	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,60	12	11	2:./	1,85	1,59	0,57	1,7	327	491	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
8,80	13	15	2:./	1,85	1,63	0,60	1,8	344	516	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,00	19	20	2:./	1,85	1,66	0,78	2,4	415	623	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,20	12	12	2:./	1,85	1,70	0,57	1,6	331	496	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,40	13	18	2:./	1,85	1,74	0,60	1,7	348	522	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,60	13	15	2:./	1,85	1,78	0,60	1,6	349	524	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
9,80	24	36	3:./	1,85	1,81	--	--	--	--	--	8	29	32	35	39	26	28	0,018	40	60	72	
10,00	23	14	4/./	1,85	1,85	0,87	2,4	464	695	69	6	29	32	35	39	25	28	0,015	38	58	69	
10,20	22	15	4/./	1,85	1,89	0,85	2,3	459	689	66	4	29	32	35	38	25	28	0,011	37	55	66	
10,40	22	24	4/./	1,85	1,92	0,85	2,2	462	693	66	4	29	32	35	38	25	28	0,010	37	55	66	
10,60	10	7	2:./	1,85	1,96	0,50	1,1	298	447	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
10,80	10	21	2:./	1,85	2,00	0,50	1,1	298	448	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,00	13	28	2:./	1,85	2,03	0,60	1,4	356	533	47	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,20	11	16	2:./	1,85	2,07	0,54	1,2	319	479	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,40	12	16	2:./	1,85	2,11	0,57	1,2	339	509	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,60	10	17	2:./	1,85	2,15	0,50	1,0	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
11,80	10	12	2:./	1,85	2,18	0,50	1,0	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,00	10	15	2:./	1,85	2,22	0,50	1,0	300	450	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,20	38	95	3:./	1,85	2,26	--	--	--	--	--	19	31	34	36	40	27	30	0,036	63	95	114	
12,40	6	3	1:./	1,85	2,29	0,30	0,5	39	59	9	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	
12,60	20	21	4/./	1,85	2,33	0,80	1,6	462	692	60	--	28	31	35	38	25	27	--	33	50	60	
12,80	68	25	4/./	1,85	2,37	2,27	5,9	629	943	204	38	33	36	38	41	30	32	0,075	113	170	204	
13,00	84	25	4/./	1,85	2,40	2,80	7,6	586	880	252	45	34	37	39	42	31	33	0,091	140	210	252	
13,20	200	--	3:./	1,85	2,44	--	--	--	--	--	74	38	40	42	44	36	38	0,171	333	500	600	





**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 212**

2.010496-053

- committente : GEODE Scarl  
- lavoro : POC - Comune di Alseno (PC)  
- località : Tangenziale di Alseno  
- note :

- data : 04/12/2013  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : Falda non rilevata  
- pagina : 1

NATURA COESIVA													NATURA GRANULARE									
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	18	16	2////	1,85	0,11	0,75	68,4	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	18	19	2////	1,85	0,15	0,75	47,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	19	17	2////	1,85	0,19	0,78	37,7	132	198	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	27	31	3:...	1,85	0,22	--	--	--	--	--	64	37	39	41	43	38	28	0,141	45	68	81	--
1,40	32	30	4:/:	1,85	0,26	1,07	36,8	181	272	96	66	37	39	41	43	38	29	0,147	53	80	96	--
1,60	30	24	4:/:	1,85	0,30	1,00	28,8	170	255	90	60	36	38	41	43	37	29	0,131	50	75	90	--
1,80	26	17	4:/:	1,85	0,33	0,93	22,6	158	237	78	53	35	38	40	42	36	28	0,110	43	65	78	--
2,00	25	11	4:/:	1,85	0,37	0,91	19,3	155	232	75	49	35	37	39	42	35	28	0,100	42	63	75	--
2,20	28	14	4:/:	1,85	0,41	0,97	18,5	164	246	84	50	35	37	40	42	35	28	0,104	47	70	84	--
2,40	32	12	4:/:	1,85	0,44	1,07	18,8	181	272	96	53	35	38	40	42	35	29	0,111	53	80	96	--
2,60	31	13	4:/:	1,85	0,48	1,03	16,3	176	264	93	50	35	37	40	42	35	29	0,103	52	78	93	--
2,80	26	10	4:/:	1,85	0,52	0,93	13,0	158	237	78	42	34	36	39	41	33	28	0,084	43	65	78	--
3,00	24	9	4:/:	1,85	0,55	0,89	11,3	151	227	72	37	33	36	38	41	32	28	0,074	40	60	72	--
3,20	23	10	4:/:	1,85	0,59	0,87	10,1	148	221	69	34	33	35	38	41	32	28	0,067	38	58	69	--
3,40	25	14	4:/:	1,85	0,63	0,91	9,9	155	232	75	36	33	36	38	41	32	28	0,070	42	63	75	--
3,60	24	12	4:/:	1,85	0,67	0,89	9,0	158	237	72	33	33	35	38	41	31	28	0,064	40	60	72	--
3,80	26	15	4:/:	1,85	0,70	0,93	8,9	167	250	78	34	33	35	38	41	31	28	0,067	43	65	78	--
4,00	27	17	4:/:	1,85	0,74	0,95	8,5	176	263	81	34	33	35	38	41	31	28	0,067	45	68	81	--
4,20	23	13	4:/:	1,85	0,78	0,87	7,2	193	289	69	28	32	35	37	40	30	28	0,053	38	58	69	--
4,40	20	14	4:/:	1,85	0,81	0,80	6,1	214	321	60	22	31	34	37	40	29	27	0,041	33	50	60	--
4,60	18	19	2////	1,85	0,85	0,75	5,4	232	348	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
4,80	19	3	2////	1,85	0,89	0,78	5,3	243	364	58	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
5,00	40	7	4:/:	1,85	0,93	1,33	9,9	227	340	120	42	34	36	39	41	32	30	0,085	67	100	120	--
5,20	128	31	3:...	1,85	0,96	--	--	--	--	--	81	39	41	43	45	38	35	0,195	213	320	384	--
5,40	136	51	3:...	1,85	1,00	--	--	--	--	--	83	40	41	43	45	39	35	0,198	227	340	408	--
5,60	170	67	3:...	1,85	1,04	--	--	--	--	--	89	41	42	44	45	39	37	0,221	283	425	510	--
5,80	140	38	3:...	1,85	1,07	--	--	--	--	--	82	39	41	43	45	38	36	0,196	233	350	420	--
6,00	160	17	4:/:	1,85	1,11	5,33	44,7	907	1360	480	86	40	42	43	45	39	36	0,208	267	400	480	--
6,20	171	20	4:/:	1,85	1,15	5,70	46,6	969	1454	513	87	40	42	43	45	39	37	0,213	285	428	513	--
6,40	220	66	3:...	1,85	1,18	--	--	--	--	--	95	41	43	44	46	40	38	0,240	367	550	660	--
6,60	300	--	3:...	1,85	1,22	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	41	40	0,258	500	750	900	--



## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - (area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $R_p \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $RL \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t \text{ ( Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$

$R_p / RL = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S \text{ ( Kg)}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $RL$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  **$F = (R_p / R_L)$**

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $R_p$  e di  $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

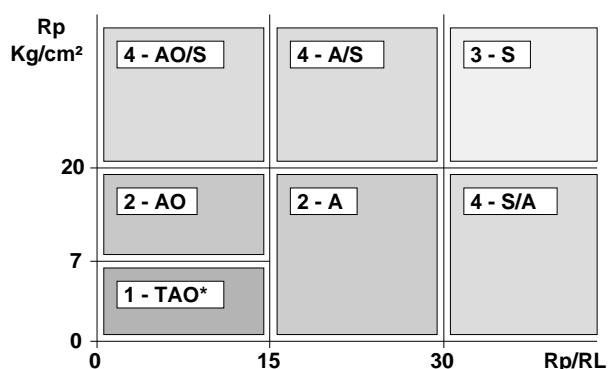
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $R_p / R_L$  ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI anche se  $( R_p / R_L ) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI anche se  $( R_p / R_L ) < 30$



NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ]  
( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $R_p$  - natura ]  
(Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati)  
[ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ]  
(Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976 )  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari )  
(  $g$  = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/ $g$ ) - Dr]



**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
LETTURE DI CAMPAGNA / VALORI DI RESISTENZA**

**CPT 1**

2.010496-053

- committente : Comune di Alseno  
- lavoro :  
- località : Castelnuovo Fogliani (PC)  
- note : Continua SCPT 1

- data : 06/03/2015  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
- pagina : 1

prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI	prf	LP	LL	Rp	RL	Rp/RI
m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-	m	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>	-
0,20	----	----	--	-----	----	<b>3,00</b>	33,0	62,0	33,0	1,60	21,0
0,40	----	----	--	0,20	----	3,20	32,0	56,0	32,0	3,13	10,0
0,60	10,0	13,0	10,0	0,67	15,0	3,40	93,0	140,0	93,0	0,27	349,0
0,80	12,0	22,0	12,0	0,93	13,0	3,60	181,0	185,0	181,0	3,33	54,0
<b>1,00</b>	11,0	25,0	11,0	1,00	11,0	3,80	85,0	135,0	85,0	4,20	20,0
1,20	14,0	29,0	14,0	1,00	14,0	<b>4,00</b>	116,0	179,0	116,0	1,60	72,0
1,40	18,0	33,0	18,0	1,20	15,0	4,20	86,0	110,0	86,0	5,93	14,0
1,60	17,0	35,0	17,0	1,20	14,0	4,40	47,0	136,0	47,0	5,20	9,0
1,80	18,0	36,0	18,0	1,07	17,0	4,60	42,0	120,0	42,0	0,80	52,0
<b>2,00</b>	22,0	38,0	22,0	1,47	15,0	4,80	48,0	60,0	48,0	0,73	65,0
2,20	22,0	44,0	22,0	1,27	17,0	<b>5,00</b>	41,0	52,0	41,0	2,67	15,0
2,40	25,0	44,0	25,0	1,27	20,0	5,20	20,0	60,0	20,0	4,07	5,0
2,60	26,0	45,0	26,0	1,47	18,0	5,40	217,0	278,0	217,0	-----	----
2,80	34,0	56,0	34,0	1,93	18,0						

- PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 20 t - (con anello allargatore) -  
- COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10 - Velocità Avanzamento punta 2 cm/s  
- punta meccanica tipo Begemann ø = 35.7 mm (area punta 10 cm<sup>2</sup> - apertura 60°)  
- manicotto laterale (superficie 150 cm<sup>2</sup>)

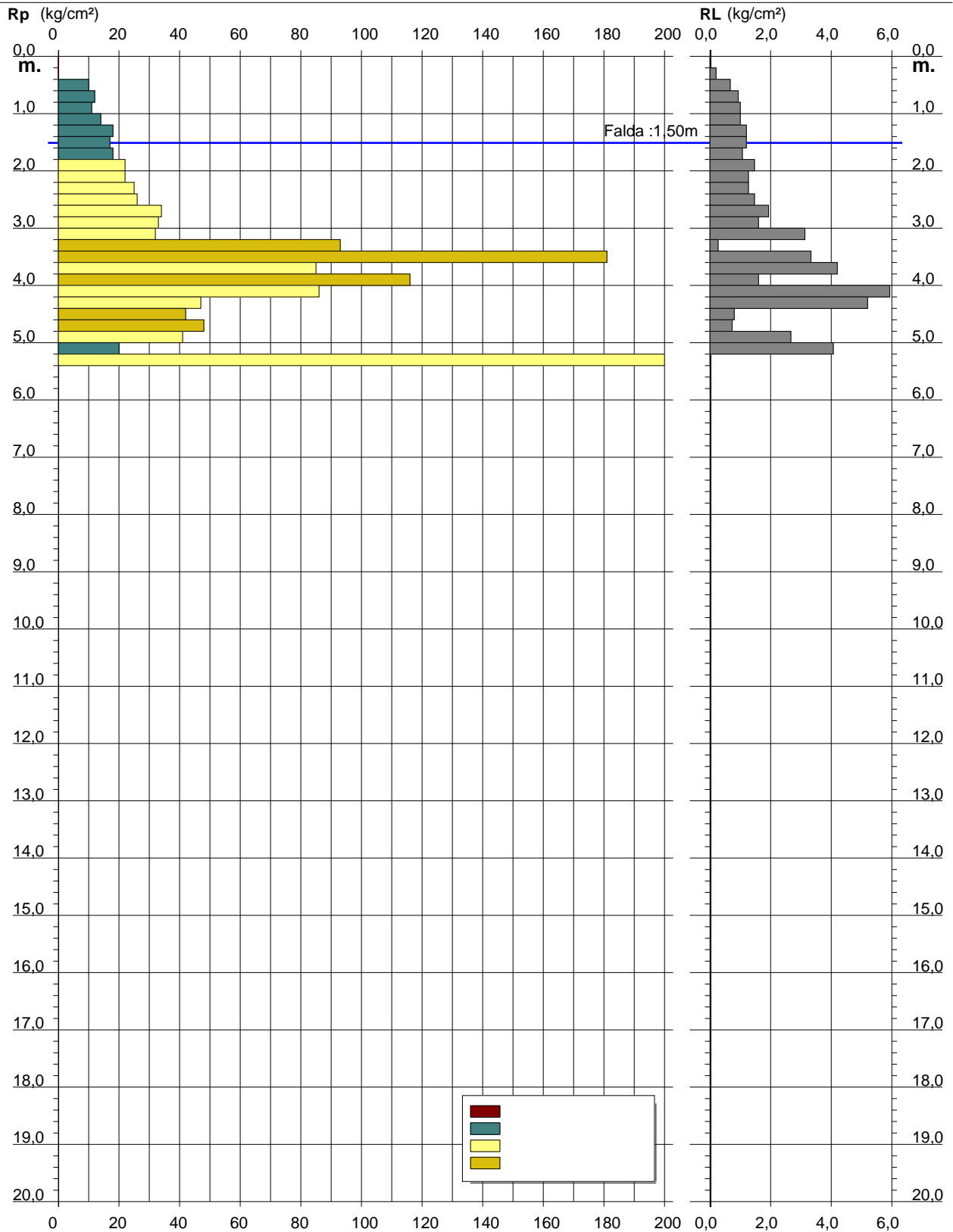
# PROVA PENETROMETRICA STATICA DIAGRAMMA DI RESISTENZA

CPT 1

2.010496-053

- committente : Comune di Alseno  
- lavoro :  
- località : Castelnuovo Fogliani (PC)  
- note : Continua SCPT 1

- data : 06/03/2015  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
- scala vert.: 1 : 100





**PROVA PENETROMETRICA STATICA  
TABELLA PARAMETRI GEOTECNICI**

**CPT 1**

2.010496-053

- committente : Comune di Asleno  
- lavoro :  
- località : Castelnuovo Fogliani (PC)  
- note : Continua SCPT 1

- data : 06/03/2015  
- quota inizio : Piano Campagna  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
- pagina : 1

NATURA COESIVA											NATURA GRANULARE											
Prof. m	Rp kg/cm <sup>2</sup>	Rp/RI (-)	Natura Litol.	Y' t/m <sup>3</sup>	p'vo kg/cm <sup>2</sup>	Cu kg/cm <sup>2</sup>	OCR (-)	Eu50 kg/cm <sup>2</sup>	Eu25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	Dr %	ø1s (°)	ø2s (°)	ø3s (°)	ø4s (°)	ødm (°)	ømy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm <sup>2</sup>	E'25 kg/cm <sup>2</sup>	Mo kg/cm <sup>2</sup>	
0,20	--	--	???	1,85	0,04	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,40	--	--	???	1,85	0,07	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,60	10	15	2////	1,85	0,11	0,50	41,2	85	128	40	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
0,80	12	13	2////	1,85	0,15	0,57	34,0	97	146	45	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,00	11	11	2////	1,85	0,19	0,54	23,8	91	137	42	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,20	14	14	2////	1,85	0,22	0,64	23,4	108	162	48	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,40	18	15	2////	1,85	0,26	0,75	23,7	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,60	17	14	2////	0,97	0,28	0,72	20,7	123	184	54	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
1,80	18	17	2////	0,98	0,30	0,75	19,9	128	191	56	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
2,00	22	15	4/:/	0,93	0,32	0,85	21,5	144	216	66	48	35	37	39	42	35	28	0,099	37	55	66	
2,20	22	17	4/:/	0,93	0,34	0,85	20,0	144	216	66	47	35	37	39	42	35	28	0,096	37	55	66	
2,40	25	20	4/:/	0,94	0,35	0,91	20,4	155	232	75	50	35	37	40	42	35	28	0,103	42	63	75	
2,60	26	18	4/:/	0,95	0,37	0,93	19,6	158	237	78	50	35	37	40	42	35	28	0,103	43	65	78	
2,80	34	18	4/:/	0,98	0,39	1,13	23,6	193	289	102	58	36	38	40	43	36	29	0,124	57	85	102	
3,00	33	21	4/:/	0,97	0,41	1,10	21,4	187	281	99	56	36	38	40	42	36	29	0,118	55	83	99	
3,20	32	10	4/:/	0,97	0,43	1,07	19,5	181	272	96	53	35	38	40	42	35	29	0,113	53	80	96	
3,40	93	349	3:////	0,99	0,45	--	--	--	--	--	89	40	42	43	45	40	33	0,219	155	233	279	
3,60	181	54	3:////	1,12	0,47	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	43	37	0,258	302	453	543	
3,80	85	20	4/:/	1,04	0,49	2,83	55,7	482	723	255	84	40	41	43	45	39	33	0,202	142	213	255	
4,00	116	72	3:////	1,02	0,51	--	--	--	--	--	93	41	42	44	45	41	35	0,234	193	290	348	
4,20	86	14	4/:/	1,04	0,54	2,87	51,1	487	731	258	82	39	41	43	45	39	33	0,197	143	215	258	
4,40	47	9	4/:/	1,01	0,56	1,57	22,9	266	400	141	60	36	38	41	43	36	31	0,131	78	118	141	
4,60	42	52	3:////	0,90	0,57	--	--	--	--	--	56	36	38	40	42	35	30	0,119	70	105	126	
4,80	48	65	3:////	0,91	0,59	--	--	--	--	--	60	36	38	41	43	36	31	0,129	80	120	144	
5,00	41	15	4/:/	1,00	0,61	1,37	17,1	232	349	123	53	35	38	40	42	35	30	0,113	68	103	123	
5,20	20	5	4/:/	0,93	0,63	0,80	8,5	150	225	60	28	32	35	37	40	31	27	0,053	33	50	60	
5,40	217	--	3:////	1,15	0,65	--	--	--	--	--	100	42	43	45	46	42	38	0,258	362	543	651	

## LEGENDA VALORI DI RESISTENZA

Strumento utilizzato:

**PENETROMETRO STATICO OLANDESE tipo GOUDA (tipo meccanico).**

Caratteristiche:

- punta conica meccanica  $\varnothing$  35.7 mm, angolo di apertura  $\alpha = 60^\circ$  - (area punta  $A_p = 10 \text{ cm}^2$ )
- manicotto laterale di attrito tipo 'Begemann' ( $\varnothing$  35.7 mm - h 133 mm - sup. lat. Am. =  $150 \text{ cm}^2$ )
- velocità di avanzamento costante  $V = 2 \text{ cm / sec}$  ( $\pm 0,5 \text{ cm / sec}$ )
- spinta max nominale dello strumento  $S_{max}$  variabile a seconda del tipo
- costante di trasformazione (lett.  $\Rightarrow$  Spinta)  $C_t = \text{SPINTA (Kg)} / \text{LETTURA DI CAMPAGNA}$

fase 1 - resistenza alla punta  $R_p \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = (\text{L. punta}) C_t / 10$

fase 2 - resistenza laterale locale  $R_L \text{ ( Kg / cm}^2 \text{)} = [(\text{L. laterale}) - (\text{L. punta})] C_t / 150$

fase 3 - resistenza totale  $R_t \text{ ( Kg)} = (\text{L. totale}) C_t$

$R_p / R_L = \text{'rapporto Begemann'}$

- L. punta = lettura di campagna durante l'infissione della sola punta ( fase 1 )
- L. laterale = lettura di campagna relativa all'infissione di punta e manicotto ( fase 2 )
- L. totale = lettura di campagna relativa all'infissione delle aste esterne ( fase 3 )

N.B. : la spinta  $S \text{ ( Kg)}$ , corrispondente a ciascuna fase, si ottiene moltiplicando la corrispondente lettura di campagna  $L$  per la costante di trasformazione  $C_t$ .

N.B. : causa la distanza intercorrente ( 20 cm circa ) fra il manicotto laterale e la punta conica del penetrometro, la resistenza laterale locale  $R_L$  viene computata 20 cm sopra la punta.

### CONVERSIONI

1 kN ( kiloNewton ) = 1000 N  $\approx$  100 kg = 0,1 t - 1MN (megaNewton) = 1000 kN = 1000000 N  $\approx$  100 t

1 kPa ( kiloPascal ) = 1 kN/m<sup>2</sup> = 0,001 MN/m<sup>2</sup> = 0,001 MPa  $\approx$  0,1 t/m<sup>2</sup> = 0,01 kg/cm<sup>2</sup>

1 MPa ( MegaPascal ) = 1 MN/m<sup>2</sup> = 1000 kN/m<sup>2</sup> = 1000 kPa  $\approx$  100 t / m<sup>2</sup> = 10 kg/cm<sup>2</sup>

kg/cm<sup>2</sup> = 10 t/m<sup>2</sup>  $\approx$  100 kN/m<sup>2</sup> = 100 kPa = 0,1 MN/m<sup>2</sup> = 0,1 Mpa

1 t = 1000 kg  $\approx$  10 kN

## LEGENDA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

Valutazioni in base al rapporto:  **$F = (R_p / R_L)$**

( Begemann 1965 - Raccomandazioni A.G.I. 1977 )

valide in via approssimata per terreni immersi in falda :

$F = R_p / R_L$	NATURA LITOLOGICA	PROPRIETA'
$F < 15$	TORBE ED ARGILLE ORGANICHE	COESIVE
$15 < F \leq 30$	LIMI ED ARGILLE	COESIVE
$30 < F \leq 60$	LIMI SABBIOSI E SABBIE LIMOSE	GRANULARI
$F > 60$	SABBIE E SABBIE CON GHIAIA	GRANULARI

Vengono inoltre riportate le valutazioni stratigrafiche fornite da Schmertmann (1978), ricavabili in base ai valori di  $R_p$  e di  $FR = (R_L / R_p) \% :$

- AO = argilla organica e terreni misti
- Att = argilla (inorganica) molto tenera
- At = argilla (inorganica) tenera
- Am = argilla (inorganica) di media consistenza
- Ac = argilla (inorganica) consistente
- Acc = argilla (inorganica) molto consistente
- ASL = argilla sabbiosa e limosa
- SAL = sabbia e limo / sabbia e limo argilloso
- Ss = sabbia sciolta
- Sm = sabbia mediamente addensata
- Sd = sabbia densa o cementata
- SC = sabbia con molti fossili, calcareniti

Secondo Schmertmann il valore della resistenza laterale da usarsi, dovrebbe essere pari a:

- $1/3 \pm 1/2$  di quello misurato , per depositi sabbiosi
- quello misurato ( inalterato ) , per depositi coesivi.

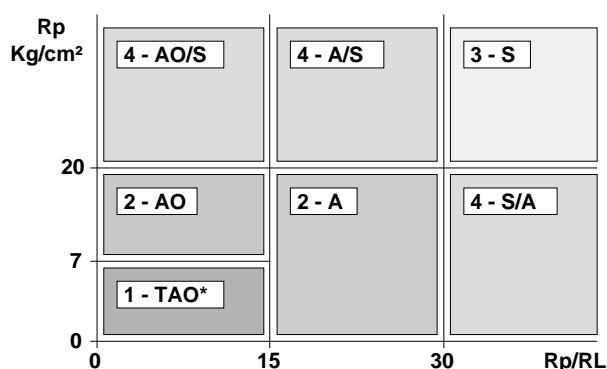
## LEGENDA PARAMETRI GEOTECNICI

### SCELTE LITOLOGICHE ( validità orientativa )

Le scelte litologiche vengono effettuate in base al rapporto  $R_p / R_L$  ( Begemann 1965 -Raccomandazioni A.G.I. 1977 ), prevedendo altresì la possibilità di casi dubbi :

$R_p \leq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni COESIVI anche se  $( R_p / R_L ) > 30$

$R_p \geq 20 \text{ kg/cm}^2$  : possibili terreni GRANULARI anche se  $( R_p / R_L ) < 30$



### NATURA LITOLOGICA

- 1 - COESIVA (TORBOSA) ALTA COMPRIMIBILITA'
- 2 - COESIVA IN GENERE
- 3 - GRANULARE
- 4 - COESIVA / GRANULARE

### PARAMETRI GEOTECNICI ( validità orientativa ) - simboli - correlazioni - bibliografia

- $\gamma'$  = peso dell' unità di volume (efficace) del terreno [ correlazioni :  $\gamma'$  -  $R_p$  - natura ] ( Terzaghi & Peck 1967 -Bowles 1982 )
- $\sigma'_{vo}$  = tensione verticale geostatica (efficace) del terreno ( valutata in base ai valori di  $\gamma'$  )
- $C_u$  = coesione non drenata (terreni coesivi ) [ correlazioni :  $C_u$  -  $R_p$  ]
- OCR = grado di sovra consolidazione (terreni coesivi ) [ correlazioni : OCR -  $C_u$  -  $\sigma'_{vo}$  ] ( Ladd et al. 1972 / 1974 / 1977 - Lancellotta 1983 )
- Eu = modulo di deformazione non drenato (terr.coes.) [ correl. : Eu -  $C_u$  - OCR -  $I_p$   $I_p$ = ind.plast.]  
Eu50 - Eu25 corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (Duncan & Buchigani 1976 )
- $E'$  = modulo di deformazione drenato (terreni granulari) [ correlazioni :  $E'$  -  $R_p$  ]  
 $E'_{50}$  -  $E'_{25}$  corrispondono rispettivamente ad un grado di mobilitazione dello sforzo deviatorico pari al 50-25% (coeff. di sicurezza  $F = 2 - 4$  rispettivamente )  
(Schmertmann 1970 / 1978 - Jamiolkowski et al. 1983 )
- Mo = modulo di deformazione edometrico (terreni coesivi e granulari) [ correl. : Mo -  $R_p$  - natura] (Sanglerat 1972 - Mitchell & Gardner 1975 - Ricceri et al. 1974 - Holden 1973 )
- Dr = densità relativa (terreni gran. N. C. - normalmente consolidati) [ correlazioni : Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1976 )
- $\phi'$  = angolo di attrito interno efficace (terreni granulari N.C. ) [ correl. :  $\phi'$  - Dr -  $R_p$  -  $\sigma'_{vo}$  ] (Schmertmann 1978 - Durgunoglu & Mitchell 1975 - Meyerhof 1956 / 1976 )  
 $\phi'_{1s}$  - (Schmertmann) sabbia fine uniforme       $\phi'_{2s}$  - sabbia media unif./ fine ben gradata  
 $\phi'_{3s}$  - sabbia grossa unif./ media ben gradata       $\phi'_{4s}$  - sabbia-ghiaia poco lim./ ghiaietto unif.  
 $\phi'_{dm}$  - ( Durgunoglu & Mitchell ) sabbie N.C.       $\phi'_{my}$  - (Meyerhof) sabbie limose
- Amax = accelerazione al suolo che può causare liquefazione ( terreni granulari ) (  $g$  = acc.gravità)(Seed & Idriss 1971 - Sirio 1976 ) [ correlazioni : (Amax/g) - Dr]

**PENETROMETRO DINAMICO IN USO : TG 73-100/200**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

**CARATTERISTICHE TECNICHE : TG 73-100/200**

PESO MASSA BATTENTE	M = 73,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms = 0,71 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A = 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	$\alpha = 60^\circ$
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La = 1,50 m
PESO ASTE PER METRO	Ma = 7,13 kg
PROF. GIUNZIONE 1 <sup>a</sup> ASTA	P1 = 0,60 m
AVANZAMENTO PUNTA	$\delta = 0,30$ m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N = N(30) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 30 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q = (MH)/(A $\delta$ ) = 8,93 kg/cm <sup>2</sup> ( prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	$\beta_t = Q/Q_{spt} = 1,141$ ( teoricamente : Nspt = $\beta_t$ N )

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$R_{pd} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [ area A]  
e = infissione per colpo =  $\delta / N$

M = peso massa battente (altezza caduta H)  
P = peso totale aste e sistema battuta

## UNITA' di MISURA (conversioni)

1 kg/cm<sup>2</sup> = 0.098067 MPa  
1 MPa = 1 MN/m<sup>2</sup> = 10.197 kg/cm<sup>2</sup>  
1 bar = 1.0197 kg/cm<sup>2</sup> = 0.1 MPa  
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 1**

- committente : COMUNE DI ALSENO  
 - lavoro :  
 - località : Castelnuovo Fogliani (PC)  
 - note : segue da CPT

- data : 06/03/2015  
 - quota inizio : 6.00  
 - prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,30	----	----	1	4,50 - 4,80	----	----	4
0,30 - 0,60	----	----	1	4,80 - 5,10	----	----	4
0,60 - 0,90	----	----	2	5,10 - 5,40	----	----	5
0,90 - 1,20	----	----	2	5,40 - 5,70	----	----	5
1,20 - 1,50	----	----	2	5,70 - 6,00	32	164,1	5
1,50 - 1,80	----	----	2	6,00 - 6,30	42	215,3	5
1,80 - 2,10	----	----	2	6,30 - 6,60	42	215,3	5
2,10 - 2,40	----	----	3	6,60 - 6,90	23	108,8	6
2,40 - 2,70	----	----	3	6,90 - 7,20	47	222,3	6
2,70 - 3,00	----	----	3	7,20 - 7,50	100	473,0	6
3,00 - 3,30	----	----	3	7,50 - 7,80	66	312,1	6
3,30 - 3,60	----	----	3	7,80 - 8,10	78	368,9	6
3,60 - 3,90	----	----	4	8,10 - 8,40	64	280,9	7
3,90 - 4,20	----	----	4	8,40 - 8,70	68	298,5	7
4,20 - 4,50	----	----	4	8,70 - 9,00	100	438,9	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 73-100/200**

- M (massa battente)= **73,00** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [  $\delta$  = 30 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
TABELLE VALORI DI RESISTENZA****DIN 2**

- committente : COMUNE DI ALSENO  
 - lavoro :  
 - località : Castelnuovo Fogliani (PC)  
 - note :

- data : 06/03/2015  
 - quota inizio : P.C.  
 - prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
 - pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm <sup>2</sup> )	asta
0,00 - 0,30	2	15,5	1	4,50 - 4,80	7	39,2	4
0,30 - 0,60	1	7,7	1	4,80 - 5,10	4	22,4	4
0,60 - 0,90	2	13,7	2	5,10 - 5,40	7	35,9	5
0,90 - 1,20	3	20,6	2	5,40 - 5,70	16	82,0	5
1,20 - 1,50	2	13,7	2	5,70 - 6,00	33	169,2	5
1,50 - 1,80	4	27,4	2	6,00 - 6,30	23	117,9	5
1,80 - 2,10	4	27,4	2	6,30 - 6,60	26	133,3	5
2,10 - 2,40	4	24,7	3	6,60 - 6,90	43	203,4	6
2,40 - 2,70	5	30,8	3	6,90 - 7,20	44	208,1	6
2,70 - 3,00	7	43,1	3	7,20 - 7,50	47	222,3	6
3,00 - 3,30	8	49,3	3	7,50 - 7,80	78	368,9	6
3,30 - 3,60	8	49,3	3	7,80 - 8,10	90	425,7	6
3,60 - 3,90	9	50,4	4	8,10 - 8,40	72	316,0	7
3,90 - 4,20	9	50,4	4	8,40 - 8,70	89	390,6	7
4,20 - 4,50	8	44,8	4	8,70 - 9,00	100	438,9	7

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 73-100/200**

- M (massa battente)= **73,00** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm<sup>2</sup> - D(diam. punta)= **51,00** mm

- Numero Colpi Punta N = N(**30**) [  $\delta$  = 30 cm ]

- Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

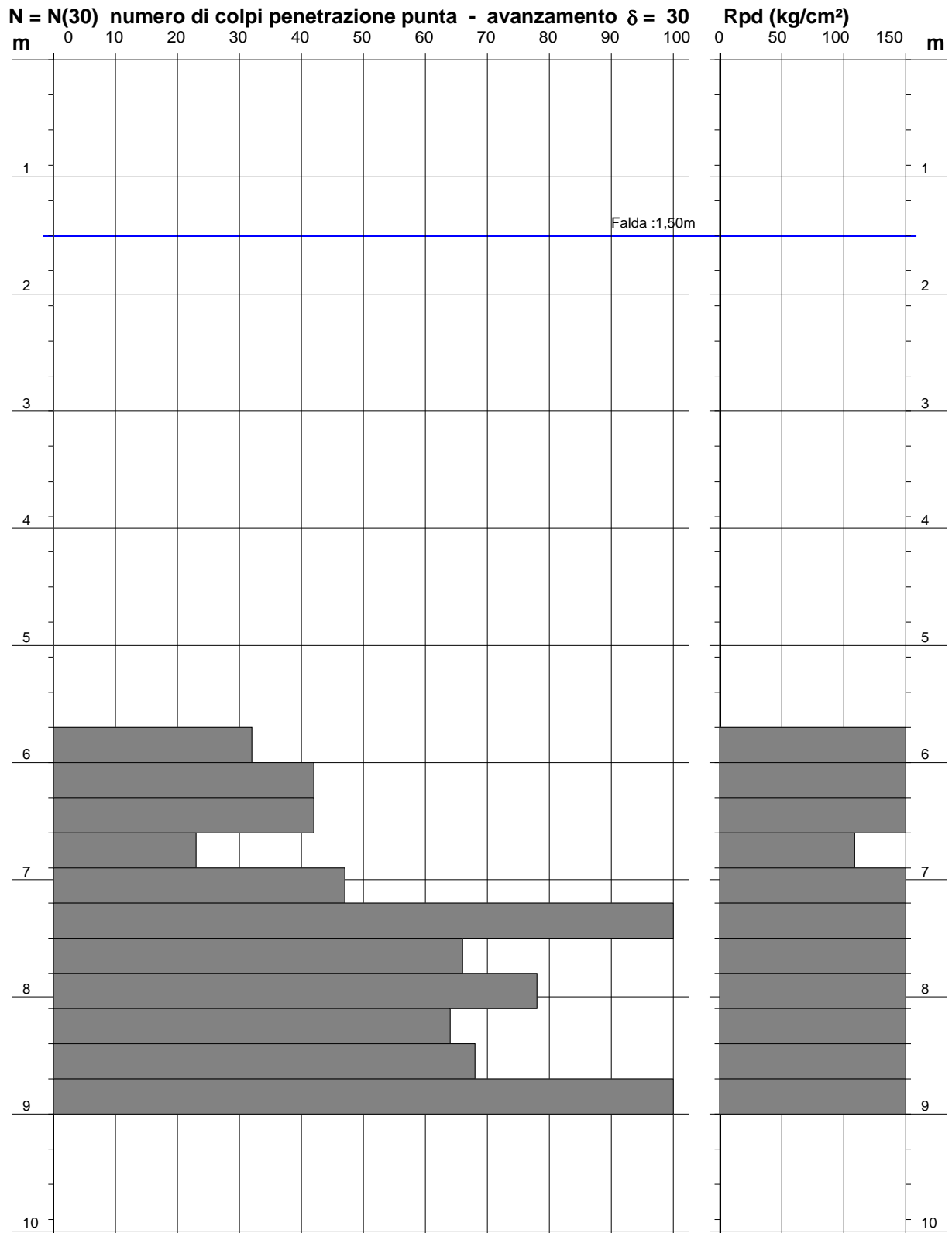
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 1**

Scala 1: 50

- committente : COMUNE DI ALSENO  
- lavoro :  
- località : Castelnuovo Fogliani (PC)  
- note : segue da CPT

- data : 06/03/2015  
- quota inizio : 6.00  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio  
- pagina : 1



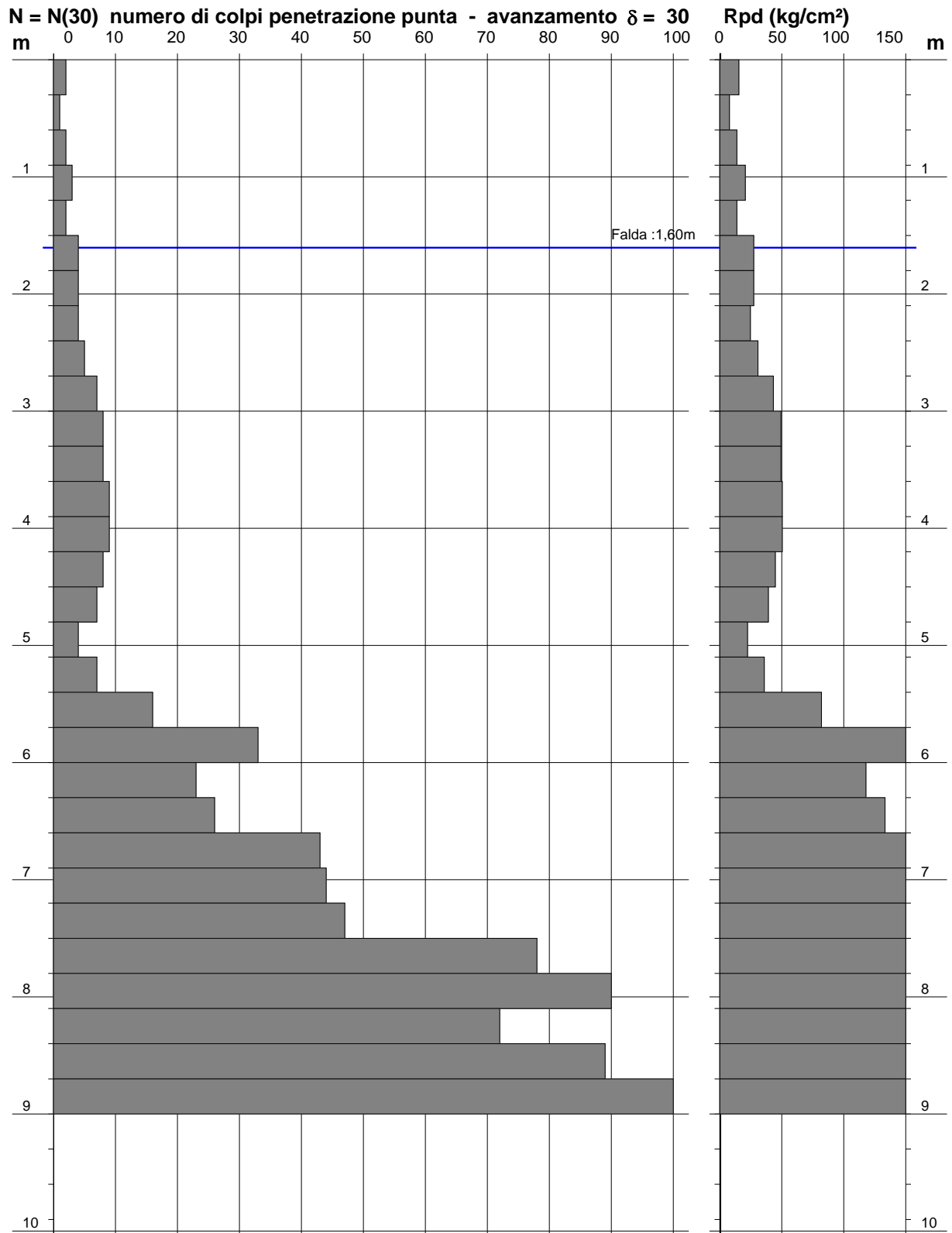
**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd**

**DIN 2**

Scala 1: 50

- committente : COMUNE DI ALSENO  
- lavoro :  
- località : Castelnuovo Fogliani (PC)  
- note :

- data : 06/03/2015  
- quota inizio : P.C.  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio  
- pagina : 1



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

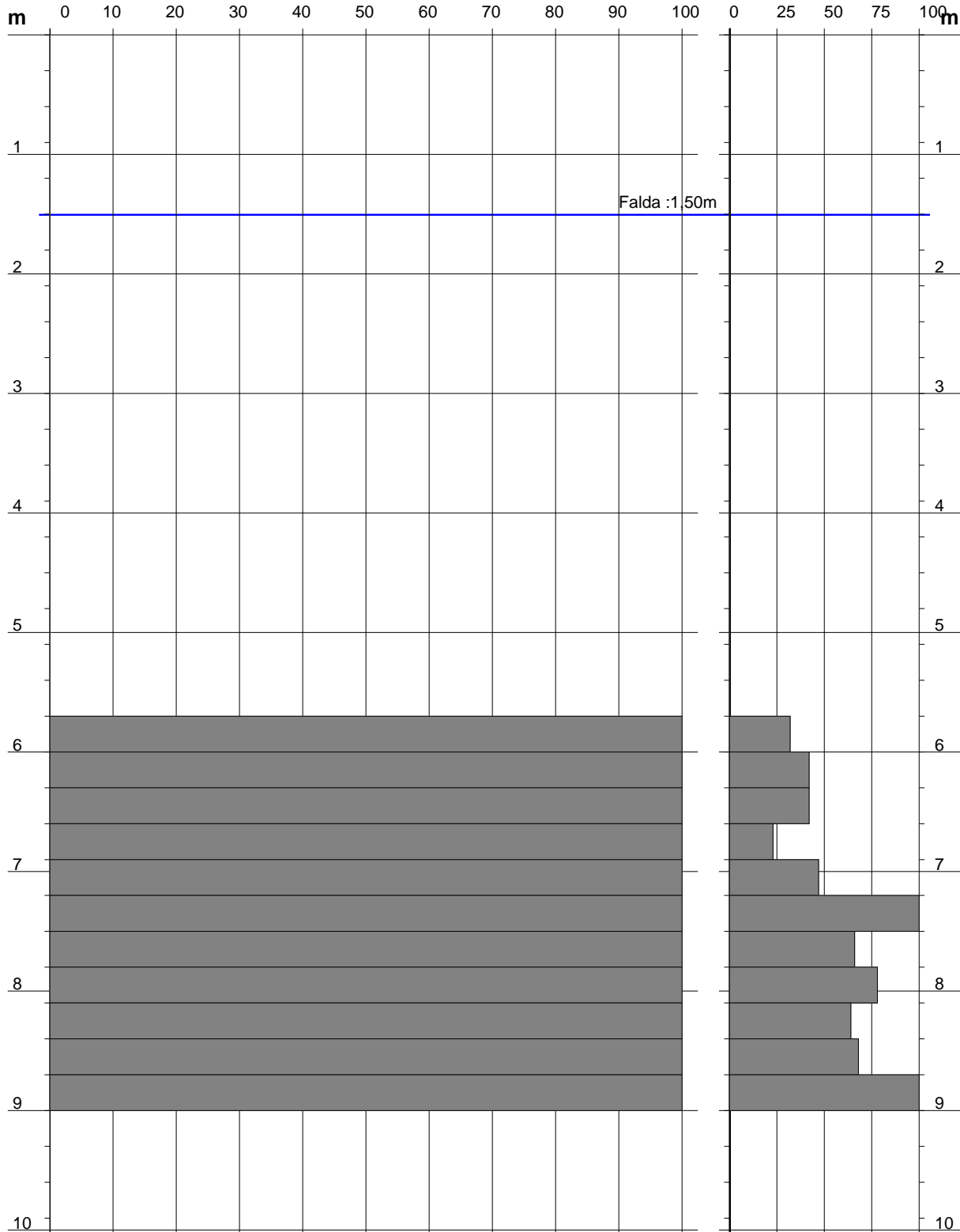
**DIN 1**  
Scala 1: 50

- committente : COMUNE DI ALSENO  
- lavoro :  
- località : Castelnuovo Fogliani (PC)

- data : 06/03/2015  
- quota inizio : 6.00  
- prof. falda : 1,50 m da quota inizio

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(30) n° colpi  $\delta = 30$**



**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA  
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA**

**DIN 2**  
Scala 1: 50

- committente : COMUNE DI ALSENO  
- lavoro :  
- località : Castelnuovo Fogliani (PC)

- data : 06/03/2015  
- quota inizio : P.C.  
- prof. falda : 1,60 m da quota inizio

**Rpd (kg/cm<sup>2</sup>) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese"**

**N = N(30) n° colpi  $\delta = 30$**

