



COMUNE DI  
**BORGO SAN LORENZO**

---

***INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO  
PER LA SCUOLA DELL'INFANZIA  
ARCOBALENO  
IN VIA CADUTI DI MONTELUONGO***



---

***RELAZIONE GEOLOGICA***

---

MAGGIO 2019

---

**GEOLOGO**  
**LUCA BENCI**



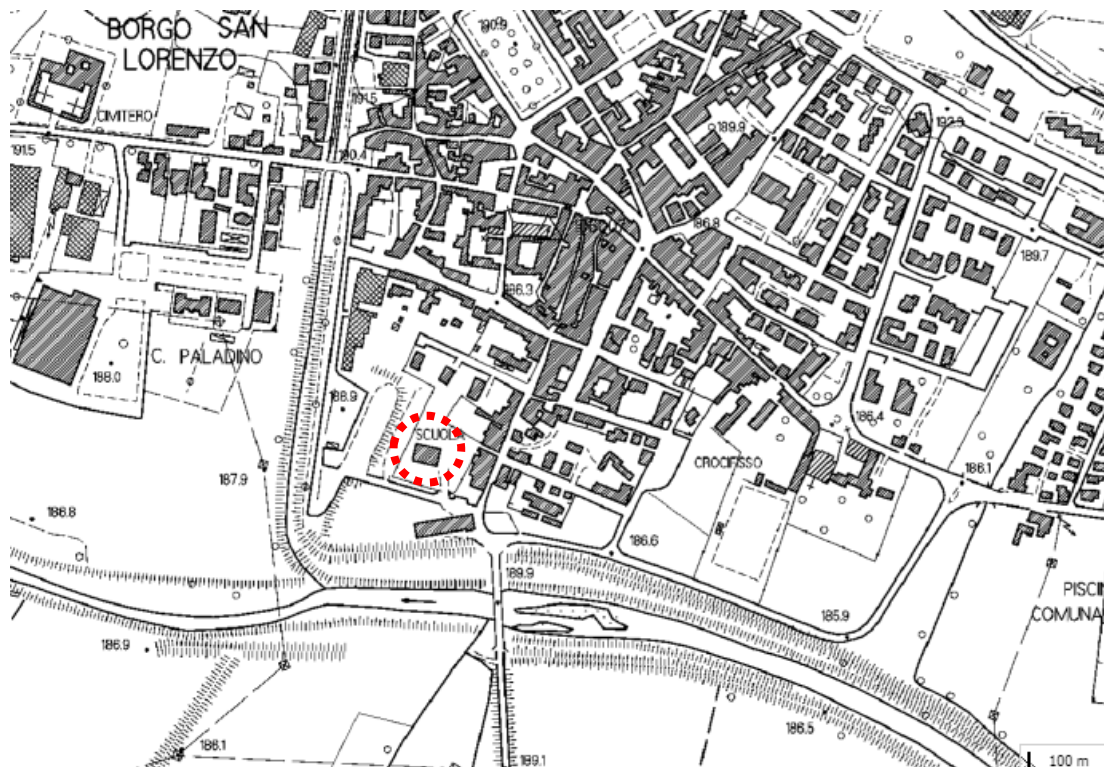
---

**STUDIOBENCI**  
studiobenci@gmail.com  
benci@epap.sicurezzapostale.it  
3358082408 - 0552692390

<b>PREMESSE .....</b>	<b>1</b>
<b>1 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>3</b>
1.1 GEOMORFOLOGIA, TETTONICA E LITOSTRATIGRAFIA .....	3
1.2 IDROGEOLOGIA .....	4
1.3 LITOTECNICA.....	5
1.4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA .....	8
<b>2 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA.....</b>	<b>9</b>
2.1 IDROLOGIA.....	9
2.2 PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	9
<b>3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....</b>	<b>12</b>
3.1 SISMICITA' .....	12
3.2 SISMOSTRATIGRAFIA .....	13
3.3 EFFETTI LOCALI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA.....	14
3.4 PERICOLOSITA' SISMICA.....	17
<b>4 INDAGINI GEOFISICHE E GEOGNOSTICHE .....</b>	<b>18</b>
4.1 UBICAZIONE DELLE INDAGINI .....	18
4.2 INDAGINI GEOFISICHE .....	19
4.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	23

## **PREMESSE**

A supporto dell'INTERVENTO DI ADEGUAMENTO SISMICO della Scuola dell'infanzia Arcobaleno, posta in via Caduti di Montelungo nel comune di Borgo San Lorenzo, il presente elaborato costituisce la RELAZIONE GEOLOGICA, nella quale (ai sensi del DPGR 36/R 2009 e delle NTC 2018) viene riportata la caratterizzazione e modellazione geologica del sito.



Come indicato dal Progettista:

- l'edificio scolastico oggetto di adeguamento presenta un volume lordo  $\approx 3.500$  mc ed una altezza massima in gronda  $\approx 6$  m (considerando anche il livello seminterrato);
- dal punto di vista strutturale gli interventi che verranno realizzati possono essere inquadrati come interventi di adeguamento, richiesti dalla Committenza a seguito di inadeguatezza riscontrata attraverso la valutazione di sicurezza (vulnerabilità sismica);
- gli interventi in progetto non aumenteranno i carichi sulle fondazioni;
- non sono previsti incrementi volumetrici;
- in riferimento alle NTC 2018:
  - vita nominale:  $\geq 50$  anni: Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale
  - classe d'uso III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
- in riferimento al DPGR 36R/2009, tenuto conto che l'edificio è da annoverarsi tra quelli indicati nell'ALLEGATO A al DPGR 36R/2009 il cui uso è da considerarsi rilevante: CLASSE DI INDAGINE 4, per la quale (art. 7 p.3 del DPGR 36R/2009) la categoria di suolo di fondazione e le geometrie sepolte si determinano mediante prove sismiche in foro; la definizione dei parametri geotecnici è basata su sondaggi geognostici.



L'edificio non palesa dissesti sulle strutture in elevazione.

In accordo con il Progettista e la Committenza, a supporto della presente relazione sono stati utilizzati i seguenti dati ed indagini:

- ELABORATI E DATI UFFICIALI DI RIFERIMENTO (Strumenti Urbanistici comunali e intercomunali, Autorità di Distretto, Regione Toscana,....)
- RILEVAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO
- INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE:
  - eseguite a supporto della realizzazione dell'edificio scolastico, nell'area direttamente interessata dall'intervento
  - eseguite nell'ambito del Progetto VEL, nell'area direttamente interessata dall'intervento e in area adiacente caratterizzata dagli stessi contesti geologici-geotecnici-sismici.



# 1 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA

## 1.1 GEOMORFOLOGIA, TETTONICA E LITOSTRATIGRAFIA

L'intervento si colloca a quote pari a  $\approx 186$  m slm (da CTR 1:2.000), nella parte settentrionale del fondovalle della piana alluvionale del Fiume Sieve, alla sua sinistra idrografica, in un contesto morfologico pianeggiante e urbanizzato.

L'area di intervento non è soggetta a Vincolo Idrogeologico e non è boscata.

Il piano di calpestio dell'edificio scolastico è rilevato di  $\approx 1$  m rispetto al giardino di pertinenza.

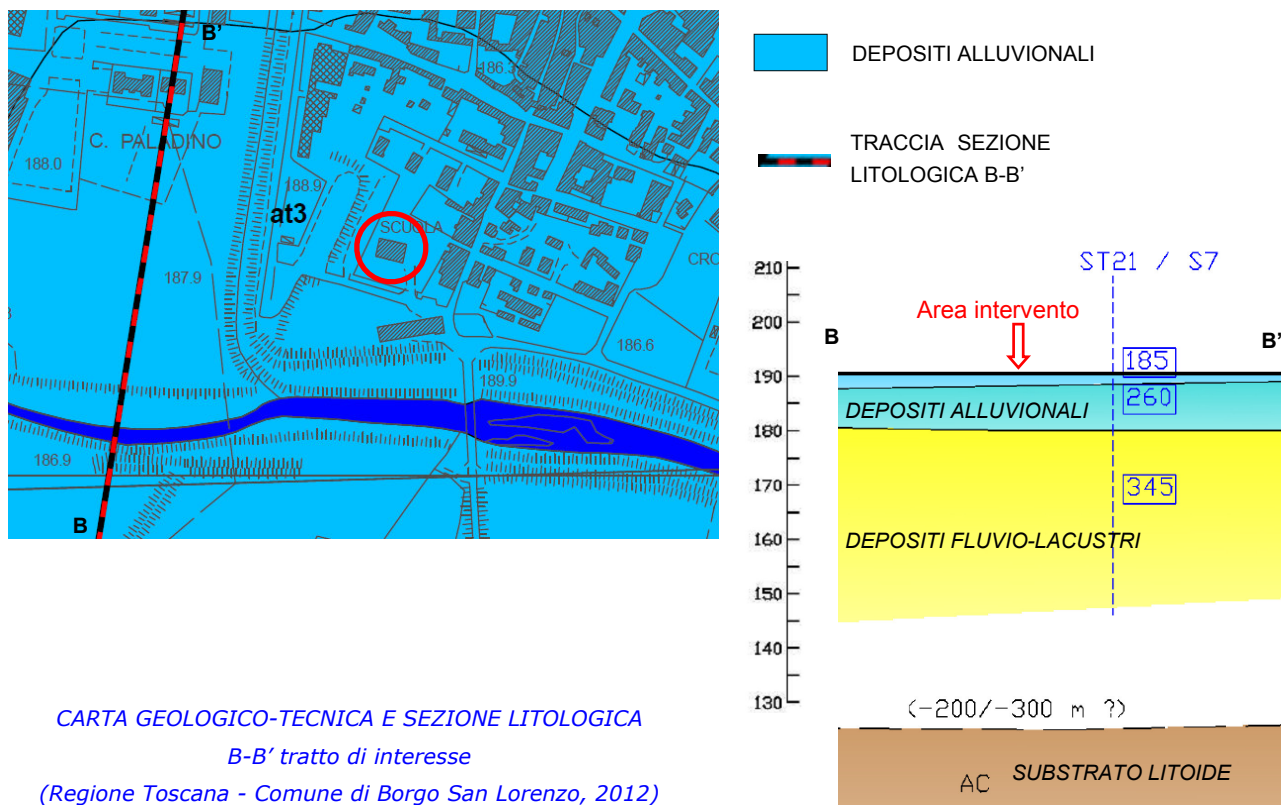
L'area di intervento è posta nella porzione centrale del Bacino del Mugello, appartenente alla zona nord-est della catena orogenica dell'Appennino Settentrionale sviluppatasi prevalentemente in tempi neogenici e costituita da una struttura complessa di falde e thrust formatasi in relazione a più fasi tettoniche.

In particolare, siamo nella parte settentrionale della piana alluvionale del Fiume Sieve.

La valle ha una struttura geologica asimmetrica: le formazioni del substrato litoide affiorano sul margine del versante meridionale, dove una faglia sub-parallela alla Sieve abbassa di alcune centinaia di metri il substrato medesimo, dando origine al graben del Mugello successivamente colmato da sedimenti prevalentemente argillosi rilevati su tutta l'area del capoluogo e affioranti a nord sui rilievi marginali alla valle.

In riferimento ai dati ufficiali esistenti è atteso che il substrato di interesse sia caratterizzato, fino a profondità medie dell'ordine di 10 m dal p.c. da DEPOSITI ALLUVIONALI attuali e recenti del F. Sieve e dei suoi affluenti, costituiti da una alternanza di orizzonti ghiaiosi-sabbiosi-limosi, poggianti in discordanza sui DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI villafranchiani, costituiti prevalentemente da argille limose.

Il substrato litoide è atteso a profondità  $>100$  m.



CARTA GEOLOGICO-TECNICA E SEZIONE LITOLOGICA  
B-B' tratto di interesse  
(Regione Toscana - Comune di Borgo San Lorenzo, 2012)

## **1.2 IDROGEOLOGIA**

L'idrogeologia dell'area è strettamente legata alla stratigrafia dei sedimenti relativi del bacino plio-pleistocenico del Mugello, ed a quelli recenti del Fiume Sieve e dei suoi affluenti.

Il dominio idrogeologico di interesse è quello dei depositi alluvionali, che occupano una fascia a cavallo del corso del Fiume Sieve e dei suoi affluenti, costituiti prevalentemente da una alternanza di orizzonti ghiaiosi-sabbiosi-limosi; contengono una falda libera o semiconfinata, con asse drenante principale rappresentato dal Fiume Sieve, con riserva permanente non elevata poiché gli orizzonti grossolani sono generalmente limitati e la ricarica avviene soprattutto dall'infiltrazione di subalveo della Sieve e dei suoi affluenti.

In riferimento alla "Carta della tutela della risorsa idrogeologica" del PSI adottato, il substrato di interesse ricade in classe di permeabilità primaria da media a elevata.



3p - permeabilità primaria da media e elevata

*CARTA DELLA TUTELA  
DELLA RISORSA IDROGEOLOGICA  
(PSI 2019 adottato)*

Per quanto riguarda la "disponibilità idrica sotterranea" il Piano di Bacino dell'Arno - Stralcio "Bilancio Idrico" definisce l'acquifero di interesse "significativo con bilancio prossimo all'equilibrio".

In riferimento al Piano di Gestione delle Acque del Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale (PGA) l'acquifero di interesse è denominato "Corpo idrico della Sieve" e presenta sia uno "stato quantitativo" (con il quale si fa riferimento alla vulnerabilità agli squilibri quantitativi cioè a quelle situazioni, molto diffuse, in cui i volumi di acque estratte non sono adeguatamente commisurati ai volumi di ricarica superficiale) che uno stato chimico (con il quale si fa riferimento all'assenza o alla presenza entro determinate soglie di inquinanti di sicura fonte antropica) BUONO.

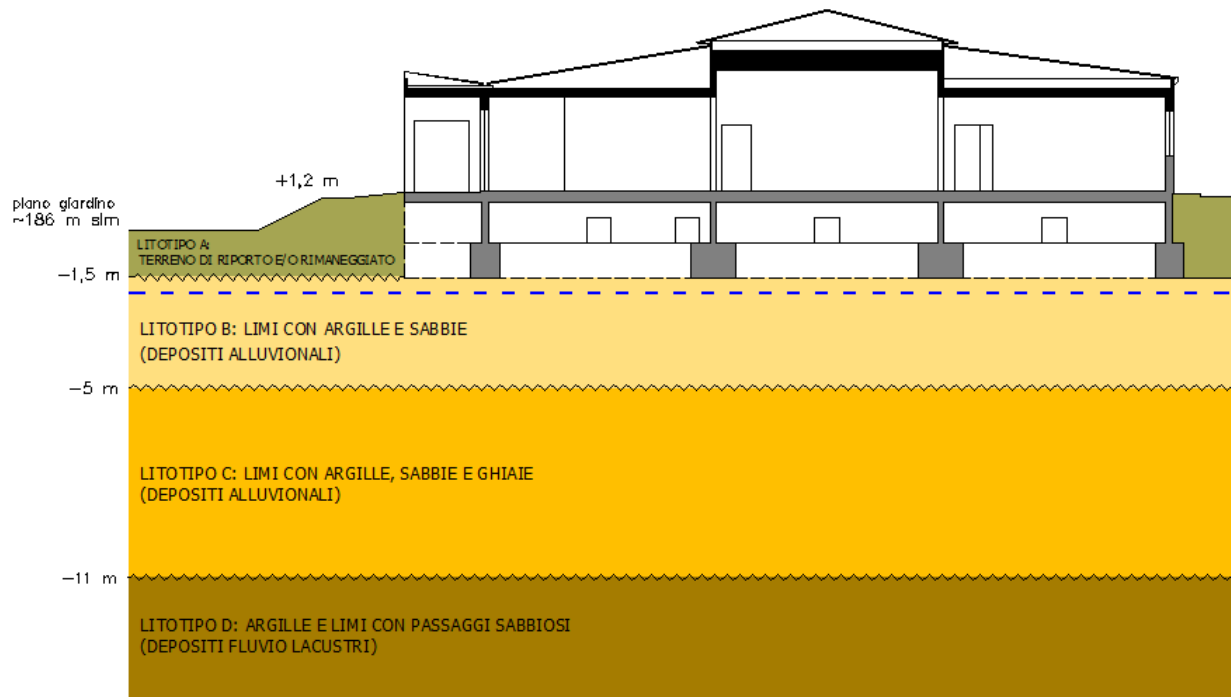
Nell'area vasta sono presenti numerosi pozzi ad uso domestico ed irriguo, mentre non sono segnalati pozzi ad uso potabile o per approvvigionamento idrico dell'acquedotto.

Le indagini geognostiche a supporto della realizzazione dell'edificio scolastico, hanno rinvenuto la falda acquifera a profondità  $\approx 3$  m dal p.c. posto a  $\approx 186$  m slm.

Il dato concorda con le indagini geognostiche eseguite nell'ambito del Progetto VEL in area adiacente a quella direttamente interessata dall'intervento, che hanno rinvenuto la falda acquifera a profondità  $\approx 6$  m dal p.c. posto a  $\approx 189$  m slm.

### 1.3 LITOTECNICA

Sulla base dei risultati delle indagini utilizzate (v. § 4), il substrato di interesse è stato distinto in 4 LITOTIPI (A, B, C, D) che ben riflettono quanto atteso (v. § 1.1), come esemplificato nella seguente sezione litotecnica tipo:



**SEZIONE LITOTECNICA TIPO**

#### LITOTIPO A (TERRENO DI RIPORTO E/O RIMANEGGIATO)

Dai risultati delle prove penetrometriche eseguite nel sito direttamente interessato dall'intervento (v. § 4), si ricavano i seguenti caratteri e parametri principali:

#### PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D1, D2, D3, D4

NOTA: PER RICHIEDERE INFORMAZIONI DI, DI, DI, DI:										
N20		NSPT		compattezza	coesione non drenata (kPa)		angolo di attrito efficace (°) c'=0		modulo edometrico (MPa)	
min	med	min	med	sciolto	min	med	min	med	min	med
2	2	3	3	poco addensato	20	20	22	22	2	2

#### PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO PPS13

Qc (MPa)		compattezza	coesione non drenata (kPa)		angolo di attrito efficace (°) c'=0		modulo edometrico (MPa)	
min 1	med 2	poco addensato poco consistente	min 20	med 45	min 22	med 25	min 4	med 6

Anche per la natura rimaneggiata/alterata, le caratteristiche geotecniche del litotipo sono da attendersi variabili sia arealmente che con la profondità e localmente scadenti.

LITOTIPO B (DEPOSITI ALLUVIONALI)

Costituisce il substrato naturale in posto direttamente interessato dalle fondazioni dell'edificio scolastico.

Dai risultati delle prove penetrometriche eseguite nel sito direttamente interessato dall'intervento e del sondaggio eseguito in area adiacente (v. § 4), si ricavano i seguenti caratteri e parametri principali:

**SONDAGGIO GEOGNOSTICO S7**

litologia	NSPT	compattezza	coesione non drenata (kPa)	angolo di attrito efficace (°) $c'=0$	modulo edometrico (MPa)
limi con argille e sabbie	8	<i>mod. consistente</i>	60	26	5

**DETERMINAZIONI DI LABORATORIO SU CAMPIONE DA S7**

peso di volume (kN/mc)	indice di plasticità (%)	angolo di attrito efficace (°)	coesione efficace (kPa)	modulo edometrico (MPa)	granulometria
18,5	12,3	23	21	v. § 4.3	limo con sabbia deb. argilloso

**PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D1, D2, D3, D4**

N20		NSPT		compattezza	coesione non drenata (kPa)		angolo di attrito efficace (°) c'=0		modulo edometrico (MPa)	
min	med	min	med	consistente	min	med	min	med	min	med
5	10	8	16		60	100	26	30	5	10

**PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO PPS13**

Qc (MPa)		litologia	compattezza	coesione non drenata (kPa)		angolo di attrito efficace (°) c'=0		modulo edometrico (MPa)	
min	med	limi con argille	poco consistente	min	med	min	med	min	med
0.35	0.4			25	30	20	20.5	2	3

LITOTIPO C (DEPOSITI ALLUVIONALI)

Costituiscono il sottostante substrato naturale in posto.

Dai risultati delle prove penetrometriche eseguite nel sito direttamente interessato dall'intervento e del sondaggio eseguito in area adiacente (v. § 4), si ricavano i seguenti caratteri e parametri principali:

**SONDAGGIO GEOGNOSTICO S7**

litologia	NSPT	compattezza	coesione non drenata (kPa)	angolo di attrito efficace (°) $c'=0$	modulo edometrico (MPa)
ghiaie con limi, argille e sabbie	49	<i>addensato molto consistente</i>	$\geq 300$ kPa	$\geq 35$	35



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D1, D2, D3, D4

N20		NSPT		compattezza	coesione non drenata (kPa)	angolo di attrito efficace (°) $c'=0$		modulo edometrico (MPa)	
min 10	med 15	min 14	med 20	<i>mod. addensato molto consistente</i>	min 100	med 150	min 30	med ≥30	min 8 med 12

PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO PPS13

Qc (MPa)		litologia	compattezza	coesione non drenata (kPa)	angolo di attrito efficace (°) $c'=0$		modulo edometrico (MPa)	
min 3,5	med 4	limi con argille, sabbie e ghiaie	mod. addensato consistente	min 70	med 80	min 28	med 29	min 5 med 6

LITOTIPO D (DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI)

Costituiscono il substrato naturale in posto profondo, fino a profondità >100 m dove è atteso il substrato litoide (v. § 1.1).

Dai risultati della prova penetrometrica statica eseguita nel sito direttamente interessato dall'intervento e del sondaggio eseguito in area adiacente (v. § 4), si ricavano i seguenti caratteri e parametri principali:

SONDAGGIO GEOGNOSTICO S7

litologia	NSPT	compattezza	coesione non drenata (kPa)	angolo di attrito efficace (°) $c'=0$	modulo edometrico (MPa)
argille e limi con passaggi sabbiosi	35/44	<i>molto consistente</i>	250/300 kPa	≥35	25/30

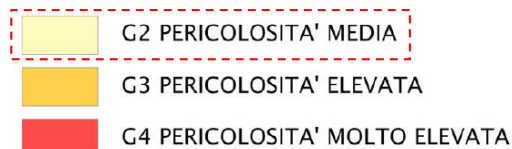
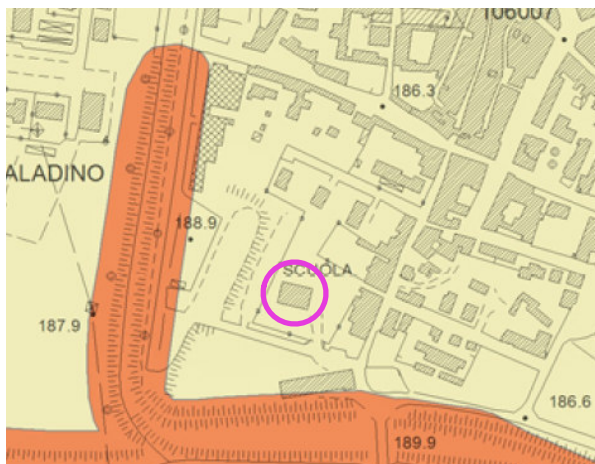
PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO PPS13

Qc (MPa)		litologia	compattezza	coesione non drenata (kPa)	angolo di attrito efficace (°) $c'=0$		modulo edometrico (MPa)	
min 3,5	med 3,5	argille e limi con passaggi sabbiosi	consistente	min 100	med 100	min 28	med 28	min 10 med 10

## **1.4 PERICOLOSITA' GEOLOGICA**

### STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE

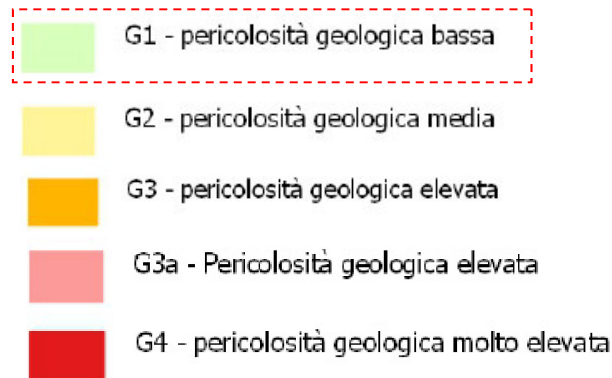
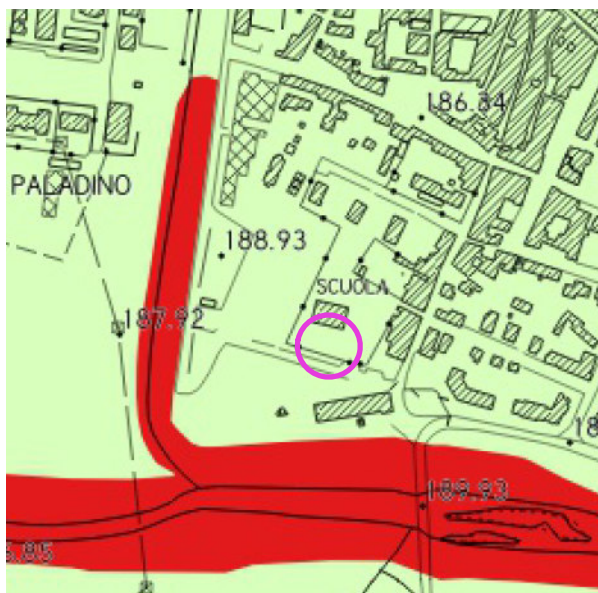
La "Carta della Pericolosità Geologica" del RUC 2016, pone l'area di intervento in classe di PERICOLOSITÀ GEOLOGICA MEDIA G.2, corrispondente alle zone caratterizzate da terreni pianeggianti sostanzialmente stabili.



*PERICOLOSITA' GEOLOGICA  
(RUC 2016)*

### PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE ADOTTATO

La "Carta della Pericolosità Geologica" del PSI adottato, pone l'area di intervento in classe di PERICOLOSITÀ GEOLOGICA BASSA G.1, corrispondente alle zone caratterizzate da terreni pianeggianti sostanzialmente stabili.



*PERICOLOSITA' GEOLOGICA  
(PSI 2019 adottato)*

### AUTORITA' DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE

In riferimento al PAI (*Piano assetto idrogeologico*, DPCM 6.5.2005) l'area di intervento non è perimetrata in quanto non presenta problematiche geomorfologiche.

## 2 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

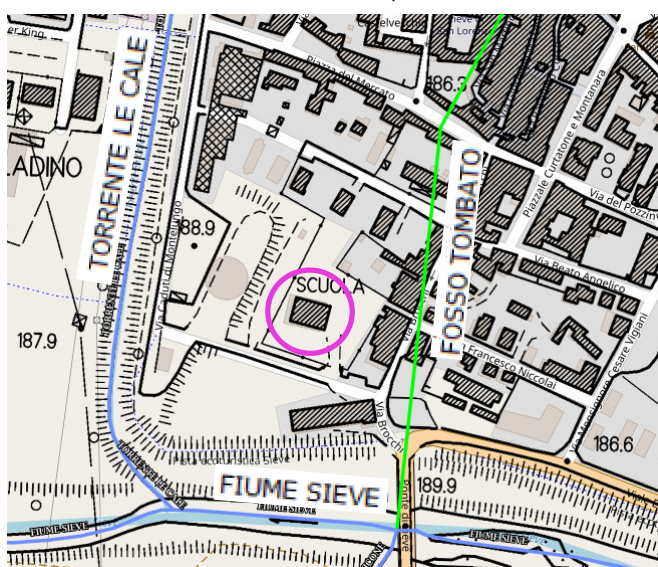
### 2.1 IDROLOGIA

L'area di intervento è posta nel bacino idrografico del Fiume Sieve, principale corso d'acqua del territorio mugellano e maggior affluente in destra idrografica dell'Arno. Il regime del corso d'acqua è di tipo torrentizio. Nel tratto mugellano, da Bilancino a Vicchio, il Fiume Sieve segue un andamento WNW-ESE lungo il margine meridionale del bacino.

Il fondovalle è occupato da un'ampia pianura alluvionale.

Nessun corso d'acqua interessa direttamente l'area di intervento, ed in particolare:

- il Fiume Sieve scorre arginato a  $\approx 150$  m di distanza a sud
- il suo affluente Torrente Le Cale, scorre a  $\approx 120$  m di distanza a ovest
- a  $\approx 70$  m di distanza verso est, si ha un fosso tombato, che poi confluisce nel F. Sieve.



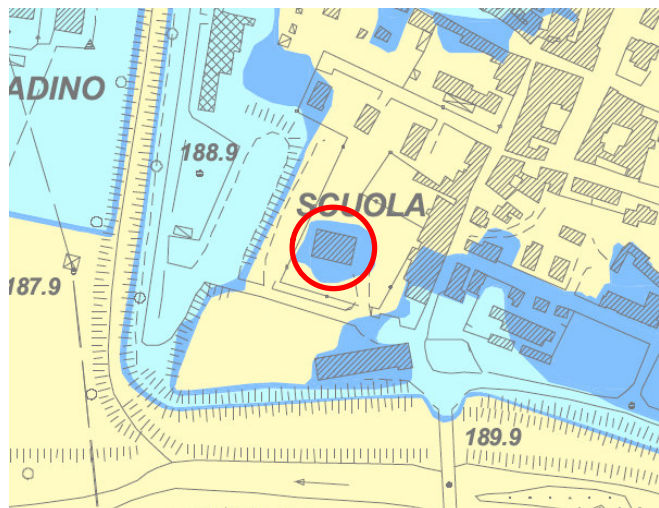
- SI
- NO (ALTRO RETICOLO)
- TOMBATO
- CASO PARTICOLARE

RETICOLO IDROGRAFICO  
(Regione Toscana 2019)

### 2.2 PERICOLOSITA' IDRAULICA

#### STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE

La "Carta della Pericolosità Idraulica" del RUC 2016, pone l'area di intervento in classe di PERICOLOSITA' IDRAULICA ELEVATA I.3, corrispondente alle aree inondabili da eventi con tempo di ritorno  $>30$  anni e  $\leq 200$  anni.

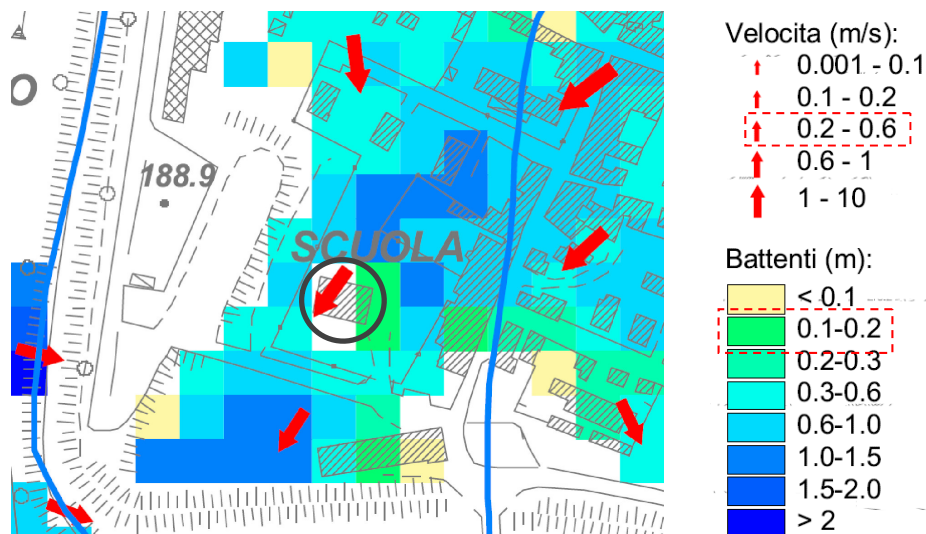


- I.4
- I.3
- I.2
- I.2\*
- I.4 - Piano Strutturale
- I.3 - Piano Strutturale
- I.2 - Piano Strutturale

PERICOLOSITA' IDRAULICA  
(RUC 2016)



In riferimento allo "Studio idrologico idraulico" del 2016 allegato al RUC, per l'area di intervento non sono previsti battenti per  $Tr=200$  anni, eccetto che per la porzione est per la quale sono previsti battenti di  $0,1 \div 0,2$  m e velocità di propagazione di  $0,2 \div 0,6$  m/s.



*BATTENTI DI ESONDAZIONE E VELOCITA' DI PROPAGAZIONE PER  $Tr=200$  ANNI (Regolamento Urbanistico 2016)*

#### PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE ADOTTATO

Nell'ambito del nuovo PSI adottato è stato condotto uno studio idraulico di aggiornamento, sulla base del quale è stata rivista e aggiornata alle normative vigenti la classificazione di pericolosità idraulica. Per la "Carta della Pericolosità Idraulica" del PSI adottato, l'area di intervento non è interessata da problematiche collegate al rischio idraulico.



*CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA  
(PSI 2019, adottato)*

#### AUTORITA' DISTRETTO APPENNINO SETTENTRIONALE

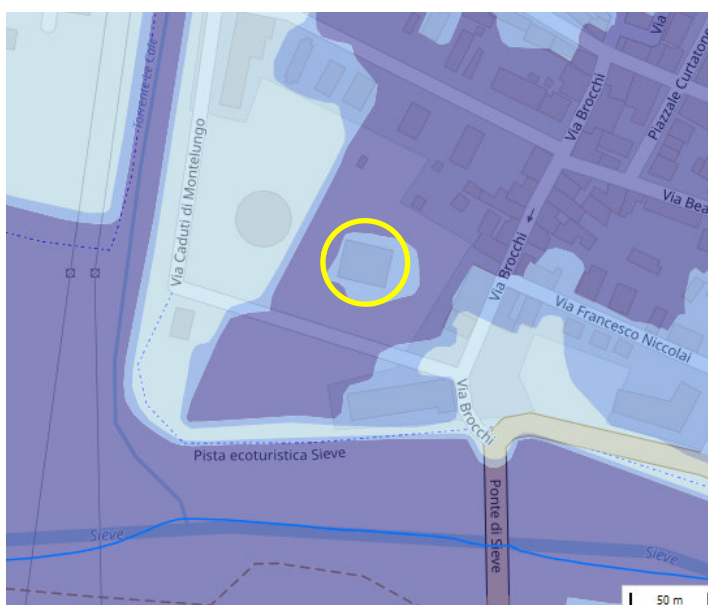
- In riferimento al PRI (*Piano Stralcio Riduzione Rischio Idraulico, DPCM 226/1999 e s.m.i.*), l'area in oggetto: non è interessata da interventi strutturali per la riduzione del rischio idraulico, non rientra nelle aree di pertinenza dell'Arno e dei suoi affluenti, non è stata interessata da inondazioni durante gli eventi alluvionali degli anni 1991-1992-1993, non è stata interessata da inondazioni ricorrenti, è stata interessata dalle inondazioni eccezionali del 1966 e 1999.





**CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA**  
(PSI 2019 adottato)

- Il PGRA (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni, Del.CI 235/2016), colloca l'area di intervento in classe di PERICOLOSITA' DA ALLUVIONE MEDIA – P2, corrispondente alle aree inondabili da eventi con tempo di ritorno >30 anni e ≤200 anni.



**PERICOLOSITA' DA ALLUVIONI FLUVIALI**  
(PGRA, Autorità di Distretto A. S.)

L'area di intervento non risulta compresa in aree di contesto fluviale o a pericolosità da flashflood.

- In riferimento ai dati messi a disposizione dall'Autorità di Distretto dell'Appennino Settentrionale, per l'area di intervento non è disponibile il BATTENTE IDRAULICO per  $Tr = 200$  anni.

#### RISCHIO DI ALLUVIONI - LR 41/2018

L'area di intervento è classificata dal PGRA in PERICOLOSITA' IDRAULICA MEDIA P2, corrispondente alle aree inondabili da eventi con tempo di ritorno >30 anni e ≤200 anni.

Limitatamente alla sola porzione est dell'edificio scolastico, lo Studio idrologico idraulico del 2016 allegato al RUC, indica un battente idraulico per  $Tr = 200$  anni pari a  $0,1 \div 0,2$  m e una velocità di propagazione dell'ordine di  $0,2 \div 0,6$  m/s.

Pertanto, l'area di intervento rientra nelle AREE INTERESSATE DA ALLUVIONI POCO FREQUENTI CON MAGNITUDO IDRAULICA MODERATA della LR 41R/18 (in merito, si ricorda che per il recente Studio idrologico idraulico allegato al PSI l'area non è soggetta a rischio idraulico).

### 3 CARATTERIZZAZIONE SISMICA

#### 3.1 SISMICITA'

L'area del Mugello è caratterizzata da una sismicità medio-elevata, storicamente nota in virtù anche degli enormi danni rilevati a seguito del forte terremoto del 29 giugno 1919, con epicentro nel territorio comunale di Vicchio.

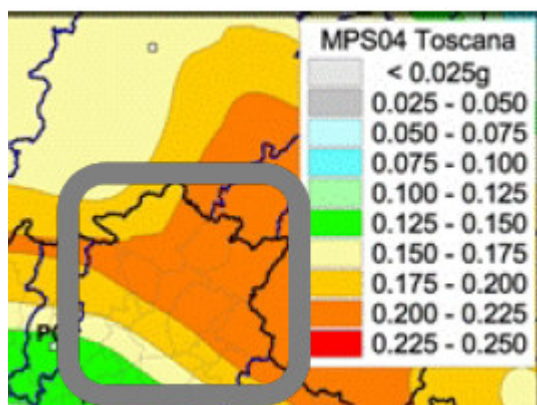
L'attività sismica del Mugello è imputabile alle deformazioni che si sviluppano all'interno e all'esterno del sistema oroclinale sollecitato dal regime compressivo parallelo alla catena che ha agito nella parte settentrionale del cuneo Romagna-Marche-Umbria.

Ai sensi dell'OPCM 3519/2006, al fine di recepire le novità introdotte dall'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni (approccio "sito-dipendente"), con la DGRT 421/2014 (*Aggiornamento della classificazione sismica regionale*) è stata aggiornata la classificazione sismica della Toscana: il territorio comunale di Borgo San Lorenzo viene inserito in ZONA SISMICA 2.



DGRT 421/2014 - Aggiornamento della classificazione sismica regionale

Per il territorio del Mugello la "mappa di pericolosità sismica (OPCM 3519/2006) inerente la distribuzione dei valori stimati di accelerazione ( $a_g$ ) su bedrock sismico in condizioni di topografia pianeggiante per un periodo di ritorno di 475 anni e relativi al valore mediano (50mo percentile), indica valori di accelerazione sismica (normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità  $g$ ) pressoché costanti e relativi ad un range compreso tra 0,175g e 0,225g.



Mappa di pericolosità sismica  
(OPCM 3519/2006)

### 3.2 SISMOSTRATIGRAFIA

La caratterizzazione sismostratigrafica del substrato dell'area di intervento è stata eseguita sulla base delle seguenti prospezioni geofisiche eseguite nell'ambito del programma VEL (v. § 4.2):

- prospezione down hole (DH7) eseguita fino a 72 m di profondità dal p.c. nel foro del sondaggio S7 in area adiacente a quella di intervento
- prospezione a rifrazione (ST4) eseguita per  $\approx 100$  m di stendimento nell'area direttamente interessata dall'intervento.

Le prospezioni hanno fornito risultati del tutto comparabili tra loro, consentendo la definizione del seguente modello sismostratigrafico, in ottimo accordo con il modello litotecnico rilevato con le indagini geognostiche (v. 1.3):

piano giardino $\approx 186$ m slm		<b>Vs m/s</b>	STRATIGRAFIA	<b>Vp m/s</b>		
1 m		<b>100</b>	TERRENO DI RIPOSO e/o RIMANEGGIATO (LITOTIPO A)	<b>250-300</b>		1 m
		<b>250</b>	LIMI CON ARGILLE E SABBIE (DEPOSITI ALLUVIONALI, LITOTIPO B)	<b>900</b>		
5 m						5 m
		<b>400</b>	LIMI CON ARGILLE SABBIE E GHIAIE (DEPOSITI ALLUVIONALI, LITOTIPO C)	<b>1750</b>		
10 m						10 m
		<b>300-400</b>	ARGILLE E LIMI CON PASSAGGI SABBIOSI (DEPOSITI FLUVIO-LACUSTRI, LITOTIPO D)	<b>1550-1700</b>		
15 m						15 m
72 m						72 m

#### SISMOSTRATIGRAFIA

### **3.3 EFFETTI LOCALI DI AMPLIFICAZIONE SISMICA**

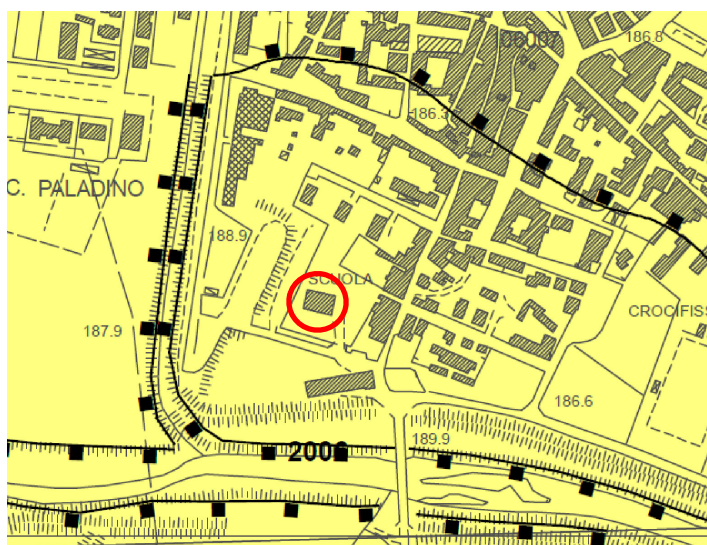
#### MICROZONAZIONE SISMICA

Il Comune di Borgo San Lorenzo è dotato dello "Studio di microzonazione sismica" sviluppato in coerenza con le specifiche tecniche regionali e con gli indirizzi e criteri del Dipartimento Nazionale di Protezione Civile.

In una prima fase (2012), è stato eseguito lo studio di microzonazione sismica di livello 1. Successivamente (2018), nell'ambito degli approfondimenti per il quadro conoscitivo del PSI adottato, è stato eseguito lo studio di microzonazione sismica di livello 2.

Secondo la "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica MS1", l'area di intervento ricade nelle **ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE PER CONTRASTO DI IMPEDENZA TRA COPERTURA E SUBSTRATO RIGIDO - ZONA 6**.

In merito, come indicato nella specifica "Relazione tecnica illustrativa", prevalgono su tutto il centro abitato condizioni di non elevato contrasto di impedenza.



**MICROZONE OMOGENEE  
IN PROSPETTIVA SISMICA**  
(Regione Toscana,  
Comune di Borgo San Lorenzo, 2012)

**Zona 6 (cod.2006)**

- A** at2, at3 <10 m
- C** Vag, Vag\* >100m

- A** Alluvioni fluviali e terrazze del Fiume Sieve e affluenti (at3, at2); Vs = 150 - 300 m/s
- C** Depositi lacustri a composizione argillosa-limosa (Vag), talvolta molto consistenti (Vag\*); Vs(Vag) = 350 - 500 m/s, Vs(Vag\*) = 650 - 800 m/s

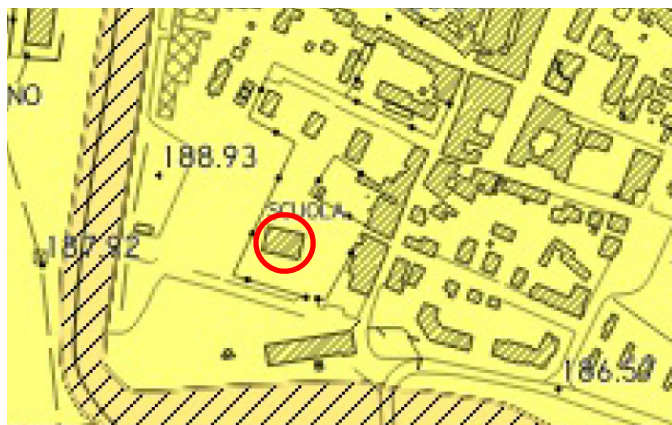
Gli studi di MS di livello 2 costituiscono un approfondimento del livello 1, possibile laddove l'assetto geologico e sismico renda attuabile un approccio semplificato monodimensionale, basato su abachi regionalizzati, che fornisca comunque quantificazioni numeriche degli effetti sismici.

E' questo il caso dell'area del capoluogo e quindi dell'area in esame, dove il modello geologico del sottosuolo vede spessori ingenti di coperture fluvio-lacustri su substrato rigido, il cui tetto varia da profondità di alcune decine di metri in prossimità delle strutture tettoniche ad alto angolo e importante rigetto poste sul bordo sud del bacino, fino a oltre 200 metri nel centro del bacino stesso.

La "Carta della microzonazione sismica MS2", riporta per ciascuna microzona il fattore di amplificazione FA calcolato mediante gli abachi regionali.

L'area in esame viene inserita nelle microzone stabili suscettibili di amplificazioni locali ZONA A, corrispondente alle aree di affioramento dei depositi alluvionali e lacustri con spessori >30 m sopra il bedrock e frequenze fondamentali in genere estremamente basse ( $f < 1$  Hz), con FA = 1,1-1,2.



Zone stabili suscettibili  
di amplificazioni locali

FA=1.1-1.2

MICROZONAZIONE SISMICA  
(PSI 2019 adottato)CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Sulla base di quanto rilevato, le condizioni stratigrafiche e le proprietà dei terreni sono riconducibili alle categorie definite nella Tab. 3.2.II delle NTC/2018 (caratterizzate da velocità delle onde di taglio decrescenti e quindi da effetti amplificativi crescenti); si assume quindi che le azioni sismiche siano definibili mediante l'approccio semplificato (v. § 3.2.3 delle NTC/2018) basato sulla classificazione del sottosuolo in funzione delle condizioni stratigrafiche e dei valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio ( $V_{s,eq}$ ) definita dalla seguente espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

con:

 $h_i$  spessore dell'i-esimo strato; $V_{s,i}$  velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N numero di strati;

H profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzata da  $V_s$  non inferiore a 800 m/s.

- Dall'analisi ed elaborazione dei valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  ottenuti mediante la prospezione geofisica down-hole (DH7) eseguita in area adiacente a quella di intervento (v. § 4.3), entro i 30 m di profondità dal p.c. si evince:

- la non presenza del substrato rigido (caratterizzato da  $V_s \geq 800$  m/s)
- una velocità equivalente  $V_{s,eq}$  (calcolata dal p.c. fino a 30 m di profondità) pari a  $\approx 293$  m/s.

- Dall'analisi ed elaborazione dei valori delle velocità di propagazione delle onde di taglio  $V_s$  ottenuti mediante la prospezione geofisica a rifrazione (ST4) eseguita nell'area direttamente interessata dall'intervento (v. § 4.3), entro i 30 m di profondità dal p.c. si evince:

- la non presenza del substrato rigido (caratterizzato da  $V_s \geq 800$  m/s)
- una velocità equivalente  $V_{s,eq}$  (calcolata dal p.c. fino a 30 m di profondità) pari a  $\approx 286$  m/s.

Pertanto, per entrambe le prospezioni, il substrato è ascrivibile alla CATEGORIA C della Tab. 3.2.II delle NTC/2018: *depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.*

Quanto riportato vuole essere un contributo alla definizione delle azioni sismiche che il Progettista svolgerà (v. § 6.2.2. delle NTC/2018) in riferimento alla specifica tipologia di intervento.

AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

In riferimento al § 3.2.2 delle NTC/2018, per condizioni topografiche semplici, quali quella in esame, si può adottare la classificazione di Tab. 3.2.III delle NTC/2018, caratterizzata da effetti amplificativi crescenti dalla categoria T1 alla T4.

Il sito di intervento (v. § 1.1) trova la migliore corrispondenza con la CATEGORIA T1: *superficie piane, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $\leq 15^\circ$* .

#### STABILITA' ALLA LIQUEFAZIONE

Tutta l'area di intervento è stabile nei confronti della liquefazione (intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio e/o di rigidità causata dall'aumento di pressione interstiziale durante lo scuotimento sismico prevalentemente in sabbie sciolte sature, limitatamente ai primi 15÷20 m di profondità dal p.c.) in quanto le distribuzioni granulometriche del substrato di interesse (limo con argille, sabbie e ghiaie, v. § 1.3 e 4.3) non rientrano tra quelle suscettibili di tale fenomeno.

Inoltre, l'area di intervento non ricade tra le "zone di suscettibilità per liquefazione" indicate nella "Carta della microzonazione sismica MS2" del nuovo PSI adottato.

#### PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI

Con le "Norme Tecniche per le Costruzioni" (DM 14/01/2008, confermato dal DM 17/01/2018), per ogni intervento è necessario riferirsi ad una accelerazione di riferimento propria, individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di intervento, della vita nominale dell'opera e delle possibili amplificazioni stratigrafiche e topografiche.

In particolare, le azioni sismiche per ciascun tipo di intervento devono essere valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R = V_N \cdot C_U$ , con:

$V_N$  → vita nominale della costruzione (numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali); i valori minimi di  $V_N$  da adottare per i diversi tipi di costruzione sono indicati in Tab. 2.4.I. delle NTC/2018

$C_U$  → coefficiente definito al variare della "classe d'uso" come indicato in Tab. 2.4.II. delle NTC/2018.

Sulla base di quanto indicato dal progettista, si assumono:

coordinate geografiche del sito (ED50)	latitudine	43.952239
	longitudine	11.386762
vita nominale (VN)	$\geq 50$ [anni]	<i>opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale</i>
classe d'uso coefficiente d'uso (CU)	III 1,5	<i>costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi...</i>

ottenendo un periodo di riferimento per l'azione sismica  $V_R = V_N \cdot C_U = 75$  anni.

Pertanto, sulla base della categoria di sottosuolo C e della categoria topografica T1, si definiscono i parametri e coefficienti sismici per la tipologia di intervento prevista dal progetto:

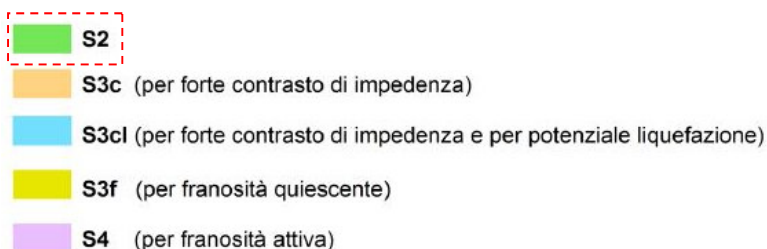
STATO LIMITE		$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_C$	$S_S$	$C_C$	$S_T$	COEFFICIENTI SISMICI (intervento: FONDAZIONI)			
									$k_h$	$k_v$	$a_{max}$	beta
SLU	SLO	45	0,074	2,445	0,265	1,50	1,63	1,00	0,022	0,011	1,091	0,200
	SLD	75	0,094	2,432	0,270	1,50	1,62	1,00	0,028	0,014	1,377	0,200
	SLV	712	0,222	2,395	0,291	1,38	1,58	1,00	0,086	0,043	2,999	0,280
	SLC	1462	0,279	2,406	0,303	1,30	1,56	1,00	0,102	0,051	3,558	0,280

- $A_{max} (m/s^2) = a_g \cdot 9,81 \cdot S_s \cdot S_t$ , *accelerazione orizzontale massima attesa in superficie*
- $K_h = \beta \cdot A_{max}/g$ , *coefficiente sismico orizzontale;*
- $K_v = \pm 0,5 K_h$ , *coefficiente sismico verticale*
- $\beta$  è il *coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito*

### **3.4 PERICOLOSITA' SISMICA**

#### STRUMENTO URBANISTICO COMUNALE

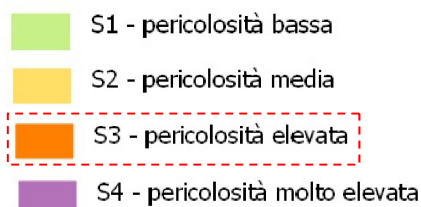
La "Carta della Pericolosità Sismica" del RUC 2016, pone l'area di intervento in classe di PERICOLOSITÀ SISMICA LOCALE MEDIA S.2, corrispondente nel caso specifico alle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali per effetti topografici o stratigrafici, non rientranti tra quelli previsti per la classe di pericolosità sismica S.3 (in riferimento al DPGR 53/2011 rientrano in S.3 le zone suscettibili di amplificazione locali per: liquefazione dinamica, contatto tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche significativamente diverse, presenza di faglie attive e faglie capaci, alto contrasto di impedenza sismica atteso tra copertura e substrato rigido entro alcune decine di metri).



*PERICOLOSITA' SISMICA  
(RUC 2016)*

#### PIANO STRUTTURALE INTERCOMUNALE ADOTTATO

La "Carta della Pericolosità Sismica" del PSI adottato, pone l'area di intervento in classe di PERICOLOSITÀ SISMICA ELEVATA S.3, corrispondente nel caso specifico alle aree stabili suscettibili di amplificazione locale per effetti stratigrafici senza studi di MS2/MS3.

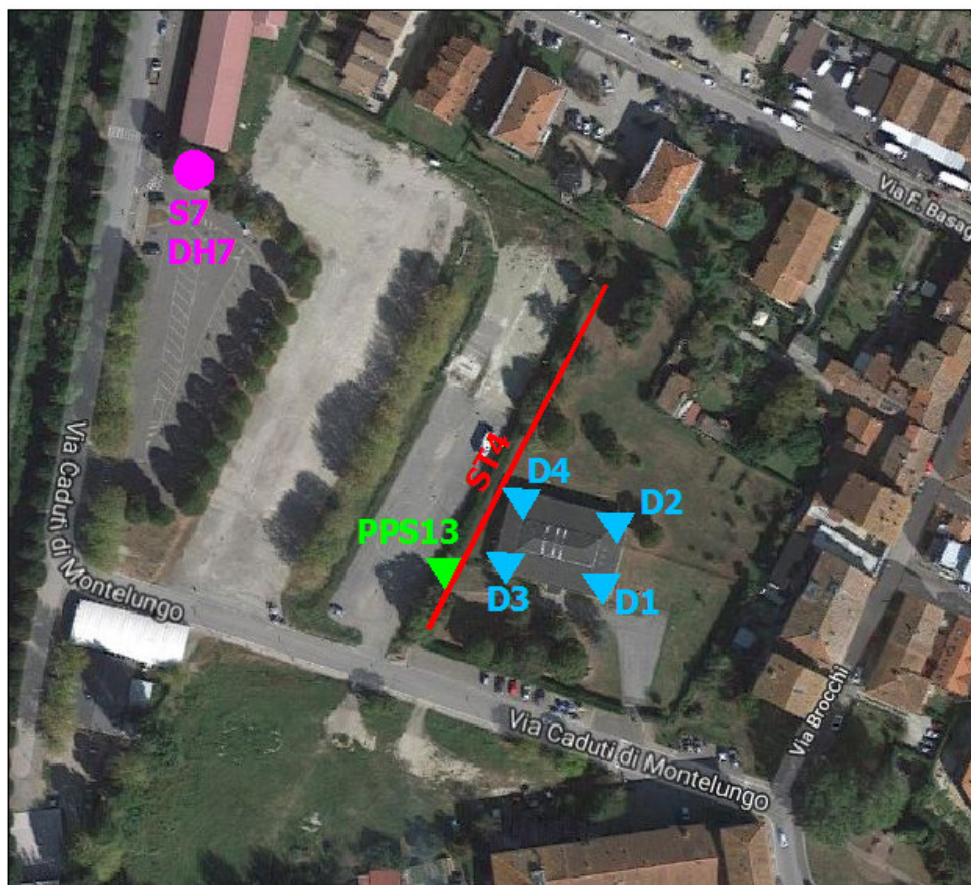


*PERICOLOSITA' SISMICA  
(PSI 2019 adottato)*



## 4 INDAGINI GEOFISICHE E GEOGNOSTICHE

### 4.1 UBICAZIONE DELLE INDAGINI



		WGS84	
		latitudine	longitudine
SONDAGGIO DOWN HOLE	<b>S7</b> <b>DH7</b>	43,95218	11,38459
PENETROMETRIA STATICA CON PIEZOCONO	<b>PPS13</b>	43,95116	11,38542
PENETROMETRIE DINAMICHE	<b>D1</b>	43,95118	11,38592
	<b>D2</b>	43.95132	11.38597
	<b>D3</b>	43.95124	11.38560
	<b>D4</b>	43.95139	11.38565
PROSPEZIONE A RIFRAZIONE	<b>ST4</b>	43.95107	11.38535
		43.95189	11.38594

Come indicato nelle *Premesse*, sono stati utilizzati i risultati di interesse derivanti dalle indagini geognostiche e geofisiche eseguite:

- a supporto della realizzazione dell'edificio scolastico, nell'area direttamente interessata dall'intervento (D1, D2, D3, D4)
- nell'ambito del Progetto VEL, nell'area direttamente interessata dall'intervento, ed in area adiacente caratterizzata dagli stessi contesti geologici-geotecnici-sismici (S7, DH7, PPS13, ST4).



## **4.2 INDAGINI GEOFISICHE**

### DOWN-HOLE

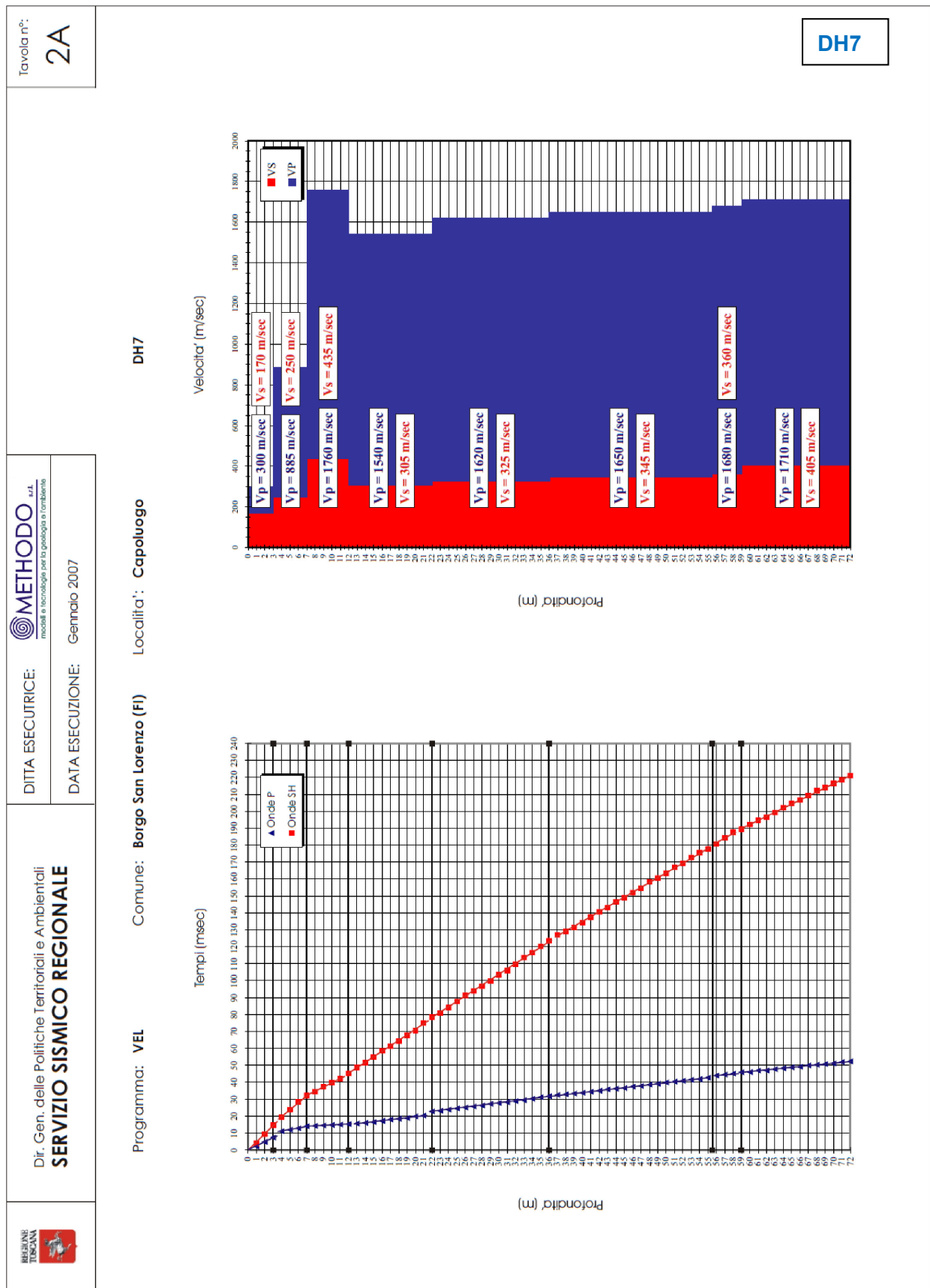
Nel foro del sondaggio S7 eseguito nell'ambito del programma VEL in area adiacente a quella di intervento, è stata eseguita una prova geofisica down hole (DH7) fino a 72 m di profondità dal p.c..

La prospezione ha consentito la caratterizzazione sismostratigrafica del substrato e la stima della velocità equivalente  $V_{s,eq}$  di propagazione delle onde di taglio.

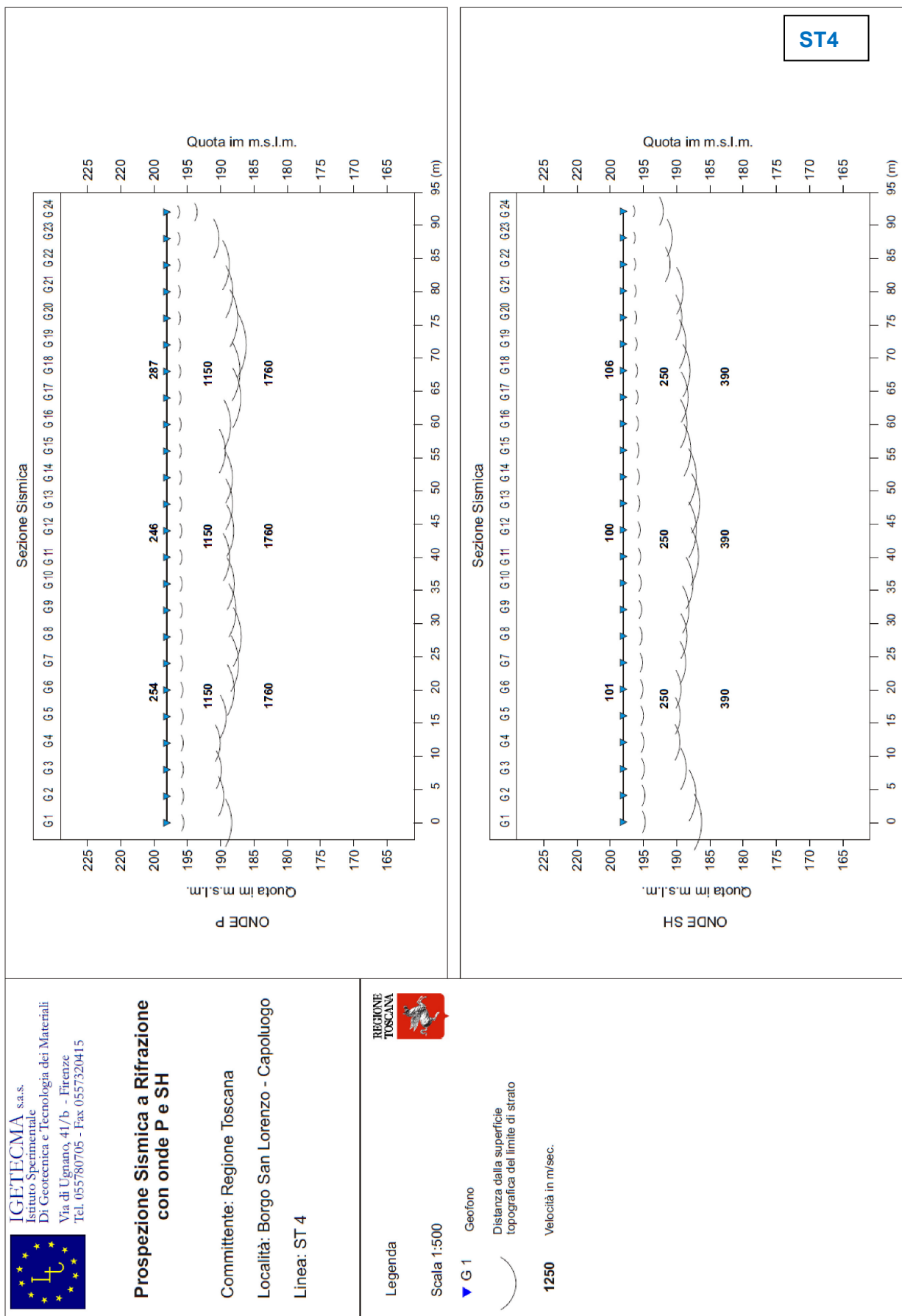
### SISMICA A RIFRAZIONE

Nell'ambito del programma VEL, nell'area direttamente interessata dall'intervento, è stata eseguita un'indagine geofisica consistente in un profilo sismico a rifrazione (ST4) con registrazione di onde P e SH utilizzando 24 canali, per un totale di  $\approx 100$  m di stendimento.


La prospezione ha consentito la caratterizzazione sismostratigrafica del substrato e la stima della velocità equivalente  $V_{s,eq}$  di propagazione delle onde di taglio.



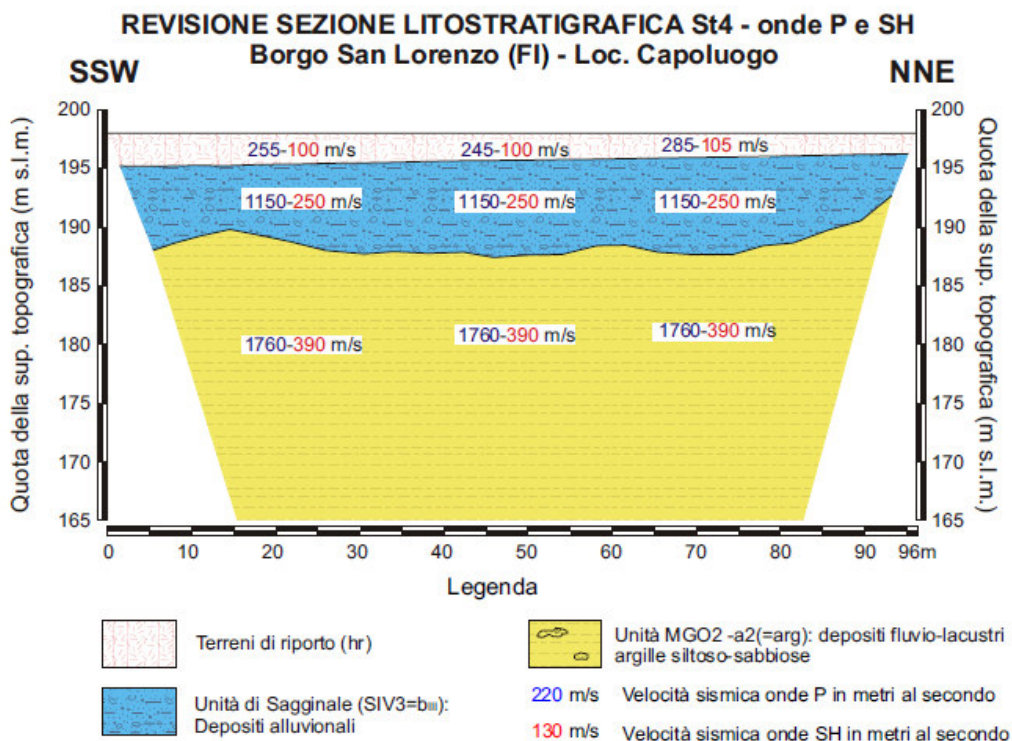
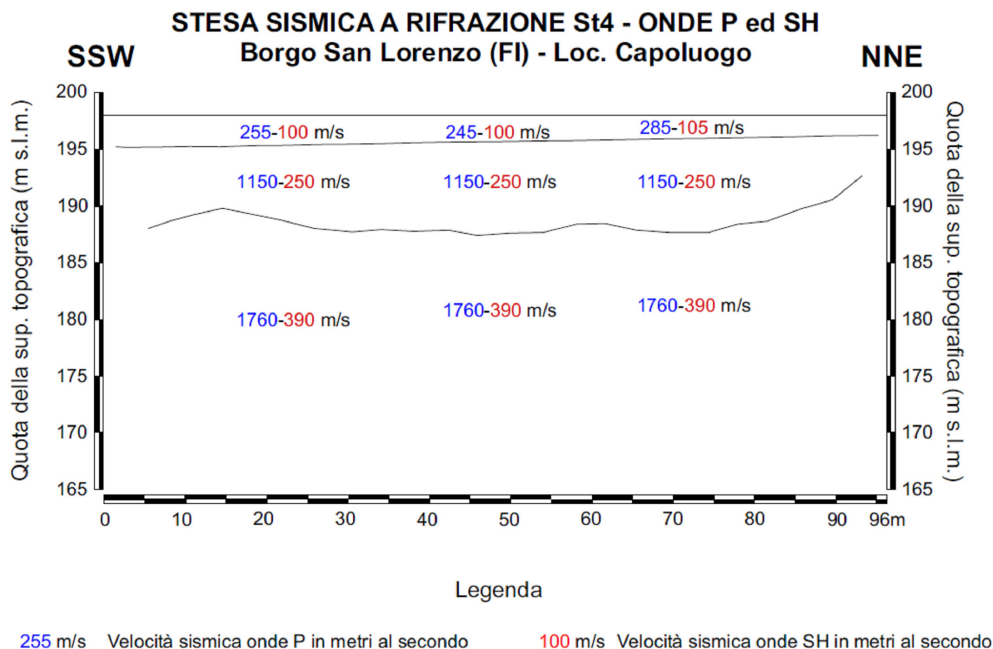
RISULTATI PROSPEZIONE GEOFISICA "DOWN-HOLE" **DH7** NEL FORO DEL SONDAGGIO S7



**RISULTATI PROSPEZIONE GEOFISICA A RIFRAZIONE ONDE P – SH ST4**

	Dir. Gen. delle Politiche Territoriali e Ambientali <b>SERVIZIO SISMICO REGIONALE</b>	COMMITTENTE: Comune di Borgo San Lorenzo (FI)	DATA CONSEGNA: dicembre 2004	RIELABORAZIONE E REVISIONE DATI: Vittorio D'Intinosante-SSR (07/2008)
		Ente Finanziatore: Regione Toscana	PROGRAMMA: VEL	REVISIONE ESEGUITA: conferma della versione fornita dalla ditta
		DITTA ESECUTRICE: IGETECMA s.a.s.		

**ST4**



**RISULTATI PROSPEZIONE GEOFISICA A RIFRAZIONE ONDE P - SH ST4**




### 4.3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

#### SONDAGGIO GEOGNOSTICO

Nell'ambito del "Programma Valutazione Effetti Locali" (VEL), in un'area in prossimità ( $\approx 100$  a NO) a quella direttamente interessata dall'intervento e caratterizzata dagli stessi contesti geologici-geomorfologici-geotecnici-geofisici, è stato eseguito un sondaggio geognostico a rotazione e carotaggio continuo (S7) spinto fino a profondità di 72 m dal p.c..

Si riportano i risultati principali del sondaggio S7.

	<b>L.R.56/97: PROGRAMMA VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI LOCALI</b>					<b>S7</b>	
	<b>REGIONE TOSCANA - DIREZIONE GENERALE POLITICHE TERRITORIALI E AMBIENTALI - SERVIZIO SISMICO REGIONALE</b>						
	<b>PROVINCIA DI: FIRENZE</b>			<b>COMUNE DI: BORGO SAN LORENZO</b>			
<b>CANTIERE</b> STRUTTURA POLIVALENTE "FORO BOARIO"		<b>SONDAGGIO N. S7</b>		<b>GEOLOGO INCARICATO PER L'ASSISTENZA AL SONDAGGIO DOTT.</b> GEOL. LUIGI PAOLI		<b>GEOLOGO DELL'IMPRESA</b> DOTT. GEOL. ANDREA CORRETTINI	<b>SONDATORE-IMPRESA ESECUTRICE</b> SIG. ANTONIO PATELLA - METHODO S.R.L.
<b>QUOTA ASS. P.C. m</b> 188,9 s.l.m.	<b>COORDINATE X/Y</b> 1661365 E / 46693343 N	<b>TIPO DI SONTA (marca, modello, coppia motrice)</b> ATLAS COPCO, MUSTANG 5-F4, 1300 kgm		<b>TIPO DI FLUIDO</b> acqua		<b>STRUMENTAZIONE IN FORO E SUA PROFONDITA'</b> tubo PVC mm 80/90 cementato per prova down-hole m 72,00 dal p.c.	
<b>DATA INIZIO / FINE:</b> 12.12.2006 / 19.12.2006		<b>METODO DI PERFORAZIONE (aste o wireline)</b> aste		<b>CASSETTE CATALOGATRICI</b> N. 15		<b>PROFONDITA' RAGGIUNTA</b> m 72,00 dal p.c.	

semplice ø mm 101 - m 1,5 - c.w.																	
Giorni di perforazione	Carotiere	Velocità di avanzamento	Manovre	Rivestimento diametro interno/esterno	Profondità dal piano di campagna (m)	Scala di riferimento (m)	Stratigrafia (disegno)	Falda acquifera	DESCRIZIONE DEI TERRENI ATTRAVERSATI ED INDICAZIONE DEGLI SPESSORI	Profondità (m)	SPT (N colpi)	Poket Penetrometro (Kg/cmq)	Vane Test (Kg/cmq)	Altre Prove (HCl)	Campioni	Quota Campioni	
	A/C 60 cm/min		1,5	1,5	1,2	1		1,80	materiali eterogenei di riporto costituiti da ghiaie, spaccato di cava e frammenti di laterizi eterometrici, con matrice sabbioso-limosa; rimaneggiati	1,50				2			
	A/C 50 cm/min					2			materiali eterogenei di riporto costituiti da frammenti di laterizi eterometrici con matrice sabbioso-limosa	1C	3-2-3			2			
	A/C 50 cm/min	3,0	3,0		3,1	3				2,10				2			
	A/C 50 cm/min				3,4	4			limi con sabbie argillosi [10YR5/4]				2,7	2			
	A/C 50 cm/min				4,0	4			limi argillosi da debolmente sabbiosi a sabbiosi [10YR4/3] con screziature nere e ocracee				3,0	2			
	A/C	4,5	4,5		5,1	5			limi da debolmente sabbiosi a sabbiosi debolmente argillosi di colore [2.5Y4/3] con screziature millimetriche nere, ocracee e rossastre, molto umidi, consistenti	5,10			1,7	2		4,50	
	A/C	5,1			5,8	6			limi con argille debolmente sabbiosi [10Y5/1] saturi, moderatamente consistenti	2R	1-2-6			2		5,10	
	A/C	6,0	6,0		7,2	7			limi argillosi debolmente sabbiosi, sabbiosi verso la base, di colore marrone [10YR4/3], con screziature puntiformi e millimetriche nere; da molto umidi a saturi; da consistenti a molto consistenti; da m 6,50 rari inclusi ghiaiosi medio-fini (ø max 2-3 cm)	5,55			2,9	0,7	1		
	A/C 50 cm/min		7,5		7,8	8			ghiaie etrometriche (ø 3 mm ÷ 6 cm; ø medio 2 cm) con limi argillosi debolmente sabbiosi				2,0		0		
	A/D 50 cm/min				8,2	9			limi argillosi debolmente sabbiosi [2.5Y4/4]				1,1		0-2		
	A/D 50 cm/min					10			ghiaie e ciottoli polimictici (arenarie fini e medie alterate, decalcificate, prevalenti, calcareniti avana e verdognole, calcite spatica) eterometrici (ø 0,3 cm ÷ 8 cm; ø medio cm 3), da subangolari a molto arrotondati, generalmente arrotondati, prevalentemente discoidali, moderatamente selezionati, a tratti ben selezionati, con matrice costituita da limi con sabbie da debolmente argillosi a argillosi di colore marrone [2.5Y4/3 olive brown], saturi, addensati; tessiture clasto-sostenute; matrice (20-30%); tra m 11,8-12,1 matrice costituita da frammenti argillosi del substrato erosi; limite inferiore erosivo; reazione forte a HCl	9,00				2			
	A/D 50 cm/min					11				9,45		21-26-23			2		
	A/D					12									2		
	A/D	11,3				13									2		
	A/D	12,0	12,0		12,1	14					12,00				2		
A/C 50 cm/min						15		limi con argille debolmente sabbiosi, di colore grigio verdognolo [10Y5/1 greenish gray] con passaggi e lenti millimetrici e centimetrici di sabbie fini limose; debolmente umidi, molto consistenti; tra m 14,3-14,6 e m 17,7-17,75 sabbie fini grigie sature; reazione forte a HCl	12,45			4,0	1,7	2			
A/C 50 cm/min														4,2	1,8	2	
A/C 50 cm/min														4,4	1,6	2	
A/C 50 cm/min														4,6	1,8	2	
A/C 50 cm/min														3,9		2	
A/C 50 cm/min										15,00				4,6	1,2	2	

maggio 2019	<b>RELAZIONE GEOLOGICA</b>	<i>STUDIOBENCI</i>
L112R1		



15.12.2006		14.12.2006		13.12.2006		12.12.2006		11.12.2006		10.12.2006		09.12.2006		08.12.2006		07.12.2006		06.12.2006		05.12.2006		04.12.2006		03.12.2006		02.12.2006		01.12.2006		31.12.2005		30.12.2005		29.12.2005		28.12.2005		27.12.2005		26.12.2005		25.12.2005		24.12.2005		23.12.2005		22.12.2005		21.12.2005		20.12.2005		19.12.2005		18.12.2005		17.12.2005		16.12.2005		15.12.2005		14.12.2005		13.12.2005		12.12.2005		11.12.2005		10.12.2005		09.12.2005		08.12.2005		07.12.2005		06.12.2005		05.12.2005		04.12.2005		03.12.2005		02.12.2005		01.12.2005		31.12.2004		30.12.2004		29.12.2004		28.12.2004		27.12.2004		26.12.2004		25.12.2004		24.12.2004		23.12.2004		22.12.2004		21.12.2004		20.12.2004		19.12.2004		18.12.2004		17.12.2004		16.12.2004		15.12.2004		14.12.2004		13.12.2004		12.12.2004		11.12.2004		10.12.2004		09.12.2004		08.12.2004		07.12.2004		06.12.2004		05.12.2004		04.12.2004		03.12.2004		02.12.2004		01.12.2004		31.12.2003		30.12.2003		29.12.2003		28.12.2003		27.12.2003		26.12.2003		25.12.2003		24.12.2003		23.12.2003		22.12.2003		21.12.2003		20.12.2003		19.12.2003		18.12.2003		17.12.2003		16.12.2003		15.12.2003		14.12.2003		13.12.2003		12.12.2003		11.12.2003		10.12.2003		09.12.2003		08.12.2003		07.12.2003		06.12.2003		05.12.2003		04.12.2003		03.12.2003		02.12.2003		01.12.2003		31.12.2002		30.12.2002		29.12.2002		28.12.2002		27.12.2002		26.12.2002		25.12.2002		24.12.2002		23.12.2002		22.12.2002		21.12.2002		20.12.2002		19.12.2002		18.12.2002		17.12.2002		16.12.2002		15.12.2002		14.12.2002		13.12.2002		12.12.2002		11.12.2002		10.12.2002		09.12.2002		08.12.2002		07.12.2002		06.12.2002		05.12.2002		04.12.2002		03.12.2002		02.12.2002		01.12.2002		31.12.2001		30.12.2001		29.12.2001		28.12.2001		27.12.2001		26.12.2001		25.12.2001		24.12.2001		23.12.2001		22.12.2001		21.12.2001		20.12.2001		19.12.2001		18.12.2001		17.12.2001		16.12.2001		15.12.2001		14.12.2001		13.12.2001		12.12.2001		11.12.2001		10.12.2001		09.12.2001		08.12.2001		07.12.2001		06.12.2001		05.12.2001		04.12.2001		03.12.2001		02.12.2001		01.12.2001		31.12.2000		30.12.2000		29.12.2000		28.12.2000		27.12.2000		26.12.2000		25.12.2000		24.12.2000		23.12.2000		22.12.2000		21.12.2000		20.12.2000		19.12.2000		18.12.2000		17.12.2000		16.12.2000		15.12.2000		14.12.2000		13.12.2000		12.12.2000		11.12.2000		10.12.2000		09.12.2000		08.12.2000		07.12.2000		06.12.2000		05.12.2000		04.12.2000		03.12.2000		02.12.2000		01.12.2000		31.12.1999		30.12.1999		29.12.1999		28.12.1999		27.12.1999		26.12.1999		25.12.1999		24.12.1999		23.12.1999		22.12.1999		21.12.1999		20.12.1999		19.12.1999		18.12.1999		17.12.1999		16.12.1999		15.12.1999		14.12.1999		13.12.1999		12.12.1999		11.12.1999		10.12.1999		09.12.1999		08.12.1999		07.12.1999		06.12.1999		05.12.1999		04.12.1999		03.12.1999		02.12.1999		01.12.1999		31.12.1998		30.12.1998		29.12.1998		28.12.1998		27.12.1998		26.12.1998		25.12.1998		24.12.1998		23.12.1998		22.12.1998		21.12.1998		20.12.1998		19.12.1998		18.12.1998		17.12.1998		16.12.1998		15.12.1998		14.12.1998		13.12.1998		12.12.1998		11.12.1998		10.12.1998		09.12.1998		08.12.1998		07.12.1998		06.12.1998		05.12.1998		04.12.1998		03.12.1998		02.12.1998		01.12.1998		31.12.1997		30.12.1997		29.12.1997		28.12.1997		27.12.1997		26.12.1997		25.12.1997		24.12.1997		23.12.1997		22.12.1997		21.12.1997		20.12.1997		19.12.1997		18.12.1997		17.12.1997		16.12.1997		15.12.1997		14.12.1997		13.12.1997		12.12.1997		11.12.1997		10.12.1997		09.12.1997		08.12.1997		07.12.1997		06.12.1997		05.12.1997		04.12.1997		03.12.1997		02.12.1997		01.12.1997		31.12.1996		30.12.1996		29.12.1996		28.12.1996		27.12.1996		26.12.1996		25.12.1996		24.12.1996		23.12.1996		22.12.1996		21.12.1996		20.12.1996		19.12.1996		18.12.1996		17.12.1996		16.12.1996		15.12.1996		14.12.1996		13.12.1996		12.12.1996		11.12.1996		10.12.1996		09.12.1996		08.12.1996		07.12.1996		06.12.1996		05.12.1996		04.12.1996		03.12.1996		02.12.1996		01.12.1996		31.12.1995		30.12.1995		29.12.1995		28.12.1995		27.12.1995		26.12.1995		25.12.1995		24.12.1995		23.12.1995		22.12.1995		21.12.1995		20.12.1995		19.12.1995		18.12.1995		17.12.1995		16.12.1995		15.12.1995		14.12.1995		13.12.1995		12.12.1995		11.12.1995		10.12.1995		09.12.1995		08.12.1995		07.12.1995		06.12.1995		05.12.1995		04.12.1995		03.12.1995		02.12.1995		01.12.1995		31.12.1994		30.12.1994		29.12.1994		28.12.1994		27.12.1994		26.12.1994		25.12.1994		24.12.1994		23.12.1994		22.12.1994		21.12.1994		20.12.1994		19.12.1994		18.12.1994		17.12.1994		16.12.1994		15.12.1994		14.12.1994		13.12.1994		12.12.1994		11.12.1994		10.12.1994		09.12.1994		08.12.1994		07.12.1994		06.12.1994		05.12.1994		04.12.1994		03.12.1994		02.12.1994		01.12.1994		31.12.1993		30.12.1993		29.12.1993		28.12.1993		27.12.1993		26.12.1993		25.12.1993		24.12.1993		23.12.1993		22.12.1993		21.12.1993		20.12.1993		19.12.1993		18.12.1993		17.12.1993		16.12.1993		15.12.1993		14.12.1993		13.12.1993		12.12.1993		11.12.1993		10.12.1993		09.12.1993		08.12.1993		07.12.1993		06.12.1993		05.12.1993		04.12.1993		03.12.1993		02.12.1993		01.12.1993		31.12.1992		30.12.1992		29.12.1992		28.12.1992		27.12.1992		26.12.1992		25.12.1992		24.12.1992		23.12.1992		22.12.1992		21.12.1992		20.12.1992		19.12.1992		18.12.1992		17.12.1992		16.12.1992		15.12.1992		14.12.1992		13.12.1992		12.12.1992		11.12.1992		10.12.1992		09.12.1992		08.12.1992		07.12.1992		06.12.1992		05.12.1992		04.12.1992		03.12.1992		02.12.1992		01.12.1992		31.12.1991		30.12.1991		29.12.1991		28.12.1991		27.12.1991		26.12.1991		25.12.1991		24.12.1991		23.12.1991		22.12.1991		21.12.1991		20.12.1991		19.12.1991		18.12.1991		17.12.1991		16.12.1991		15.12.1991		14.12.1991		13.12.1991		12.12.1991		11.12.1991		10.12.1991		09.12.1991		08.12.1991		07.12.1991		06.12.1991		05.12.1991		04.12.1991		03.12.1991		02.12.1991		01.12.1991		31.12.1990		30.12.1990		29.12.1990		28.12.1990		27.12.1990		26.12.1990		25.12.1990		24.12.1990		23.12.1990		22.12.1990		21.12.1990		20.12.1990		19.12.1990		18.12.1990		17.12.1990		16.12.1990		15.12.1990		14.12.1990		13.12.1990		12.12.1990		11.12.1990		10.12.1990		09.12.1990		08.12.1990		07.12.1990		06.12.1990		05.12.1990		04.12.1990		03.12.1990		02.12.1990		01.12.1990		31.12.1989		30.12.1989		29.12.1989		28.12.1989		27.12.1989		26.12.1989		25.12.1989		24.12.1989		23.12.1989		22.12.1989		21.12.1989		20.12.1989		19.12.1989		18.12.1989		17.12.1989		16.12.1989		15.12.1989		14.12.1989		13.12.1989		12.12.1989		11.12.1989		10.12.1989		09.12.1989		08.12.1989		07.12.1989		06.12.1989		05.12.1989		04.12.1989		03.12.1989		02.12.1989		01.12.1989		31.12.1988		30.12.1988		29.12.1988		28.12.1988		27.12.1988		26.12.1988		25.12.1988		24.12.1988		23.12.1988		22.12.1988		21.12.1988		20.12.1988		19.12.1988		18.12.1988		17.12.1988		16.12.1988		15.12.1988		14.12.1988		13.12.1988		12.12.1988		11.12.1988		10.12.1988		09.12.1988		08.12.1988		07.12.1988		06.12.1988		05.12.1988		04.12.1988		03.12.1988		02.12.1988		01.12.1988		31.12.1987		30.12.1987		29.12.1987		28.12.1987		27.12.1987		26.12.1987		25.12.1987		24.12.1987		23.12.1987		22.12.1987		21.12.1987		20.12.1987		19.12.1987		18.12.1987		17.12.1987		16.12.1987		15.12.1987		14.12.1987		13.12.1987		12.12.1987		11.12.1987		10.12.1987		09.12.1987		08.12.1987		07.12.1987		06.12.1987		05.12.1987		04.12.1987		03.12.1987		02.12.1987		01.12.1987		31.12.1986		30.12.1986		29.12.1986		28.12.1986		27.12.1986		26.12.1986		25.12.1986		24.12.1986		23.12.1986		22.12.1986		21.12.1986		20.12.1986		19.12.1986		18.12.1986		17.12.1986		16.12.1986		15.12.1986		14.12.1986		13.12.1986		12.12.1986		11.12.1986		10.12.1986		09.12.1986		08.12.1986		07.12.1986		06.12.1986		05.12.1986		04.12.1986		03.12.1986		02.12.1986		01.12.1986		31.12.1985		30.12.1985		29.12.1985		28.12.1985		27.12.1985		26.12.1985		25.12.1985		24.12.1985		23.12.1985		22.12.1985		21.12.1985		20.12.1985		19.12.1985		18.12.1985		17.12.1985		16.12.1985		15.12.1985		14.12.1985		13.12.1985		12.12.1985		11.12.1985		10.12.1985		09.12.1985		08.12.1985		07.12.1985		06.12.1985		05.12.1985		04.12.1985		03.12.1985		02.12.1985		01.12.1985		31.12.1984		30.12.1984		29.12.1984		28.12.1984		27.12.1984		26.12.1984		25.12.1984		24.12.1984		23.12.1984		22.12.1984		21.12.1984		20.12.1984		19.12.1984		18.12.1984		17.12.1984		16.12.1984		15.12.1984		14.12.1984		13.12.1984		12.12.1984		11.12.1984		10.12.198	
------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	------------	--	-----------	--

### PROVE PENETROMETRICHE "SPT"

In avanzamento nel corso del sondaggio geognostico S7 sono state eseguite n. 5 prove tipo "SPT". La prova consiste nella determinazione della resistenza alla penetrazione, misurando il numero di colpi (NSPT) necessari a infiggere un campionatore per un tratto di 30 cm, dopo la penetrazione per un primo tratto di 15 cm. La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno. Il valore di NSPT può essere correlato empiricamente con le proprietà del terreno in sito.

sondaggio	prova	profondità dal p.c.	NSPT
S7	SPT1	1,50÷1,95 m	3/2/3
	SPT2	5,10÷5,55 m	1/2/6
	SPT3	9,00÷9,45 m	21/26/23
	SPT4	12,00÷12,45 m	21/19/16
	SPT5	15,00÷15,45 m	10/19/25

## PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO

Nell'area direttamente interessata dall'intervento, nell'ambito del programma VEL, è stata eseguita n. 1 prova penetrometrica statica con piezocono spinta fino a 21 m di profondità dal p.c..

La prova consiste nell'infiggere a pressione nel terreno una punta conica, strumentata elettricamente, misurando separatamente, ma con continuità, lo sforzo necessario per la penetrazione della punta e l'adesione terreno-acciaio di un manicotto posto sopra la punta.

Essendo la punta munita di setto poroso e relativo trasduttore (piezocono), è stata misurata anche la pressione nei pori corrispondente al livello idrostatico ed allo sforzo conseguente alla penetrazione nel terreno. I risultati della prova possono essere correlati empiricamente con le proprietà geotecniche del terreno.



**PPS13**

Committente: Comune di Borgo San Lorenzo

Cantiere: Borgo San Lorenzo

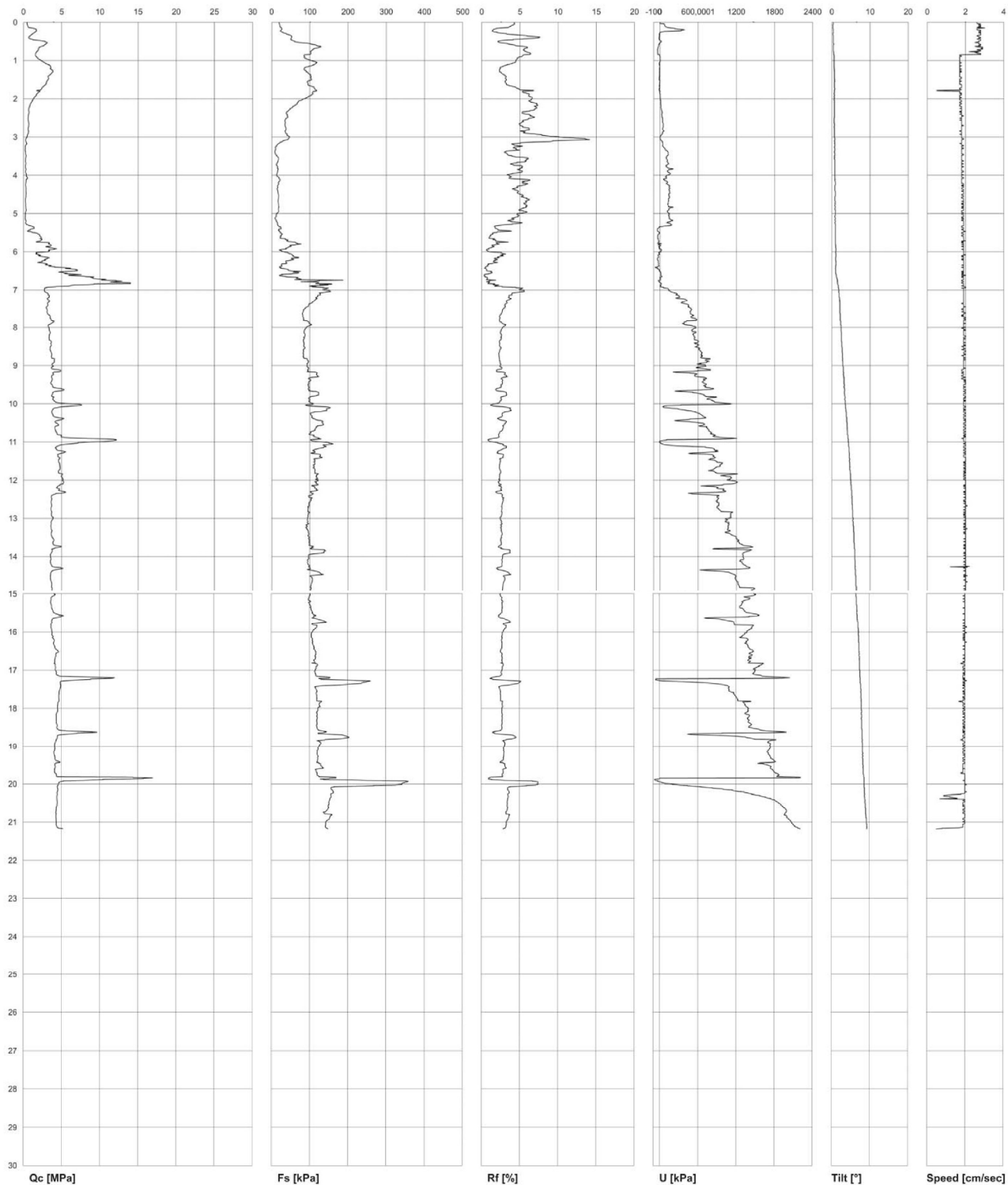
Data Prova: 09/03/07

Certificato N°

**PpS13**



Commessa n° 052 GPS-06



**RISULTATI PROVA PENETROMETRICA STATICA CON PIEZOCONO PPS13**

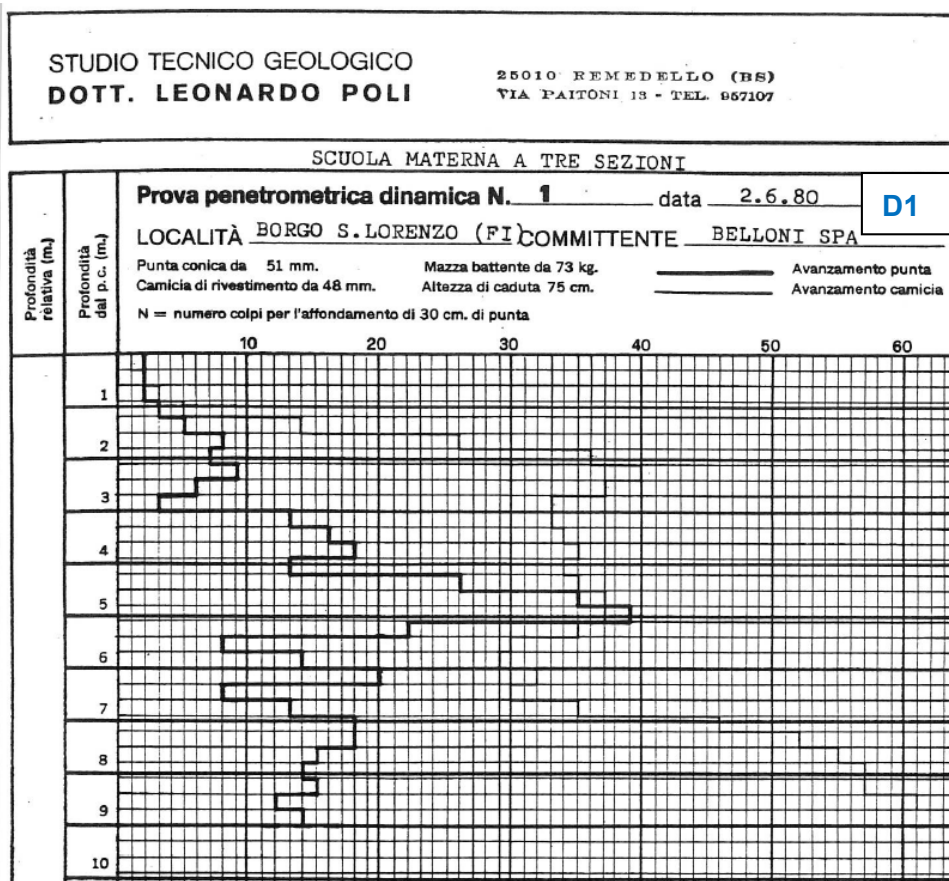
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

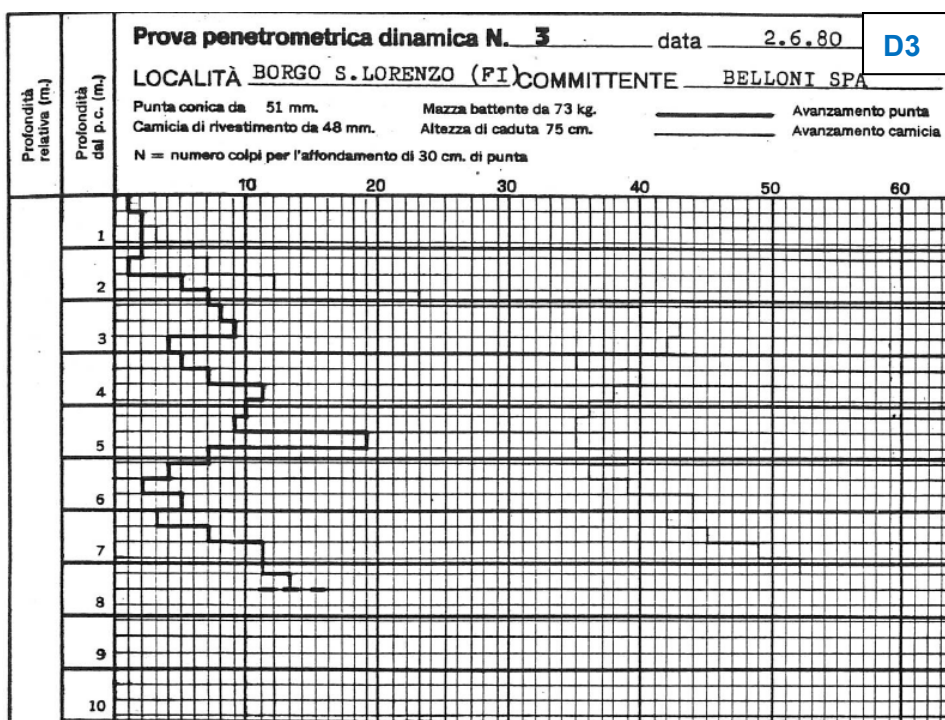
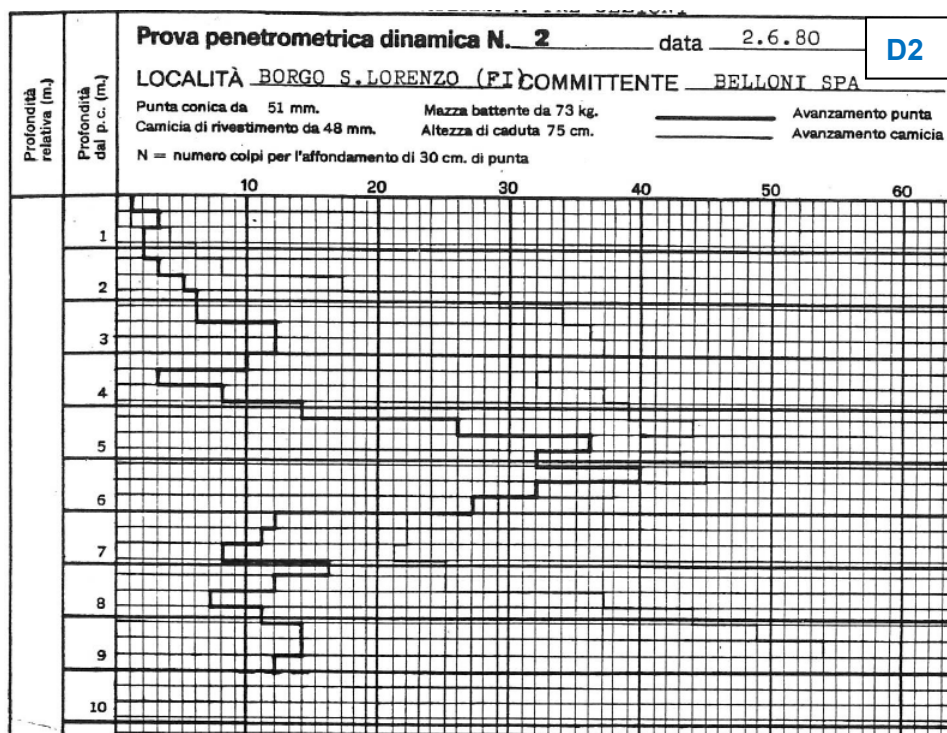
Nell'area direttamente interessata dall'intervento, nell'ambito del progetto di realizzazione dell'edificio scolastico sono state eseguite n. 4 prove penetrometriche ad avanzamento dinamico (D1, D2, D3, D4) spinte fino a  $\approx 9$  m di profondità dal p.c..

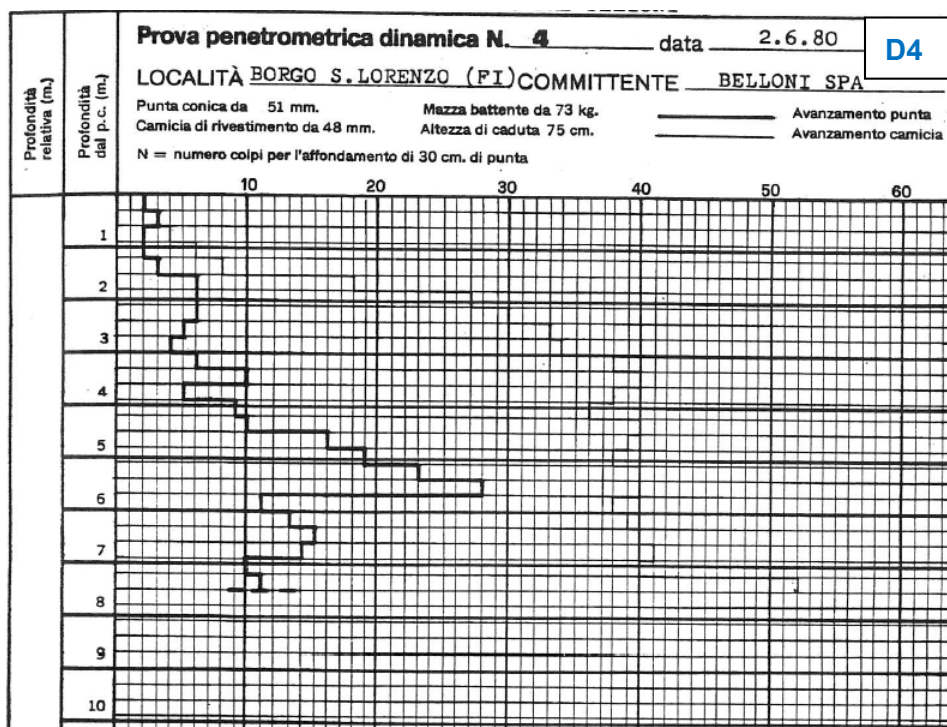
La prova consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica misurando il numero di colpi (N20) per la penetrazione di 20 cm indotta da una mazza battete di 73 kg.

La resistenza è funzione delle caratteristiche e del tipo di terreno e tale valore può essere correlato empiricamente con le proprietà geotecniche dei terreni indagati.

Si riportano i risultati delle prove penetrometriche.







**RISULTATI PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE D1, D2, D3, D4**

**LABORATORIO GEOTECNICO**

In avanzamento nel corso del sondaggio geognostico S7 è stato prelevato un campione di terreno nell'intervallo di profondità 4,5÷5,1 dal p.c., sul quali sono state eseguite prove geotecniche di laboratorio, quali:

- contenuto d'acqua
- peso di volume
- limiti di Atterberg
- peso specifico
- granulometria
- edometria
- taglio diretto
- colonna risonante.

Si riportano i risultati delle determinazioni.





### Descrizione campione S7-SH1

Cantiere: Borgo San Lorenzo

Data 30/10/2007

Sondaggio	S7	Campione	SH1	Profondità: da	4.50 m	a:	5.10 m
Attrezzatura di sondaggio				<input type="checkbox"/> Rotazione $\phi$ .....	<input type="checkbox"/> Percussione $\phi$ .....	<input type="checkbox"/> Elica $\phi$ .....	
Attrezzatura di prelievo				<input type="checkbox"/> Parete sottile con pistone	<input checked="" type="checkbox"/> Parete sottile senza pistone	<input type="checkbox"/> Continua	
				<input type="checkbox"/> Parete spessa	<input type="checkbox"/> Carotiere rotativo	<input type="checkbox"/> Curetta/Cucchiaia	
Modalità di prelievo				<input type="checkbox"/> Percussione	<input type="checkbox"/> Pressione	<input checked="" type="checkbox"/> Shelby	
Contenitore del campione				<input checked="" type="checkbox"/> Inox o trattato	<input type="checkbox"/> Ferro	<input type="checkbox"/> P.V.C.	
				<input type="checkbox"/> Lamiera aperta	<input type="checkbox"/> Sacchetto	<input type="checkbox"/> Cassetta Cubica	
Dimensioni del campione	Cilindrico	<input type="checkbox"/> < 2"	<input checked="" type="checkbox"/> 3 ÷ 4"	<input type="checkbox"/> > 4"			
	Cubico	<input type="checkbox"/> < 20 cm	<input type="checkbox"/> 20 ÷ 40 cm	<input type="checkbox"/> > 40 cm			
Condizioni del materiale estruso dal campionatore				<input checked="" type="checkbox"/> Buone	<input type="checkbox"/> Mediocri	<input type="checkbox"/> Cattive	
				<input type="checkbox"/> Rammollito	<input type="checkbox"/> Strati piegati	<input type="checkbox"/> Rimescolato	

### Aspetto del campione

Sabbia, limo, argilla di colore nocciola. Fratture 38, e 41 cm.

Lunghezza del campione: 50 cm.

Schizzo		Consistenza kg/cm <sup>2</sup>		Prove previste
		Scissometro	Penetrometro	
	10		1.9 3.4	
	20		2.9 4.9	CR TTC
	30		3.0 2.6	ED TD
	40		2.5 1.9	TD TD
	50		2.0 1.3	
	60			
	70			
	80			
	cm			



### Classificazione campione S7-SH1

Foto	Cantiere: Borgo San Lorenzo			Data: 30/10/2007		
Sondaggio	S7	Campione	SH1	Profondità: da	4.50 m	a: 5.10 m



$W_N$ [%]	$\gamma_d$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$G_S$ [ - ]	$e_o$ [ - ]	$W_L$ [%]	$W_P$ [%]	P.I. [%]
29.24	- <sup>(1)</sup>	- <sup>(1)</sup>	2.743	- <sup>(1)</sup>	34.06	21.73	12.33

#### Legenda:

$W_N$	Contenuto d'acqua naturale
$\gamma$	Peso di volume naturale
$\gamma_d$	Peso di volume secco
$G_S$	Peso specifico
$e_o$	Indice dei vuoti iniziale
$W_L$	Limite liquido
$W_P$	Limite plastico
P.I.	Indice di plasticità

NOTE: <sup>(1)</sup> I dati sono forniti con le varie prove



### Granulometria S7-SH1

Granulometria

Cantiere: Borgo San Lorenzo

Data: 12/11/2007

Sondaggio

S7

Campione

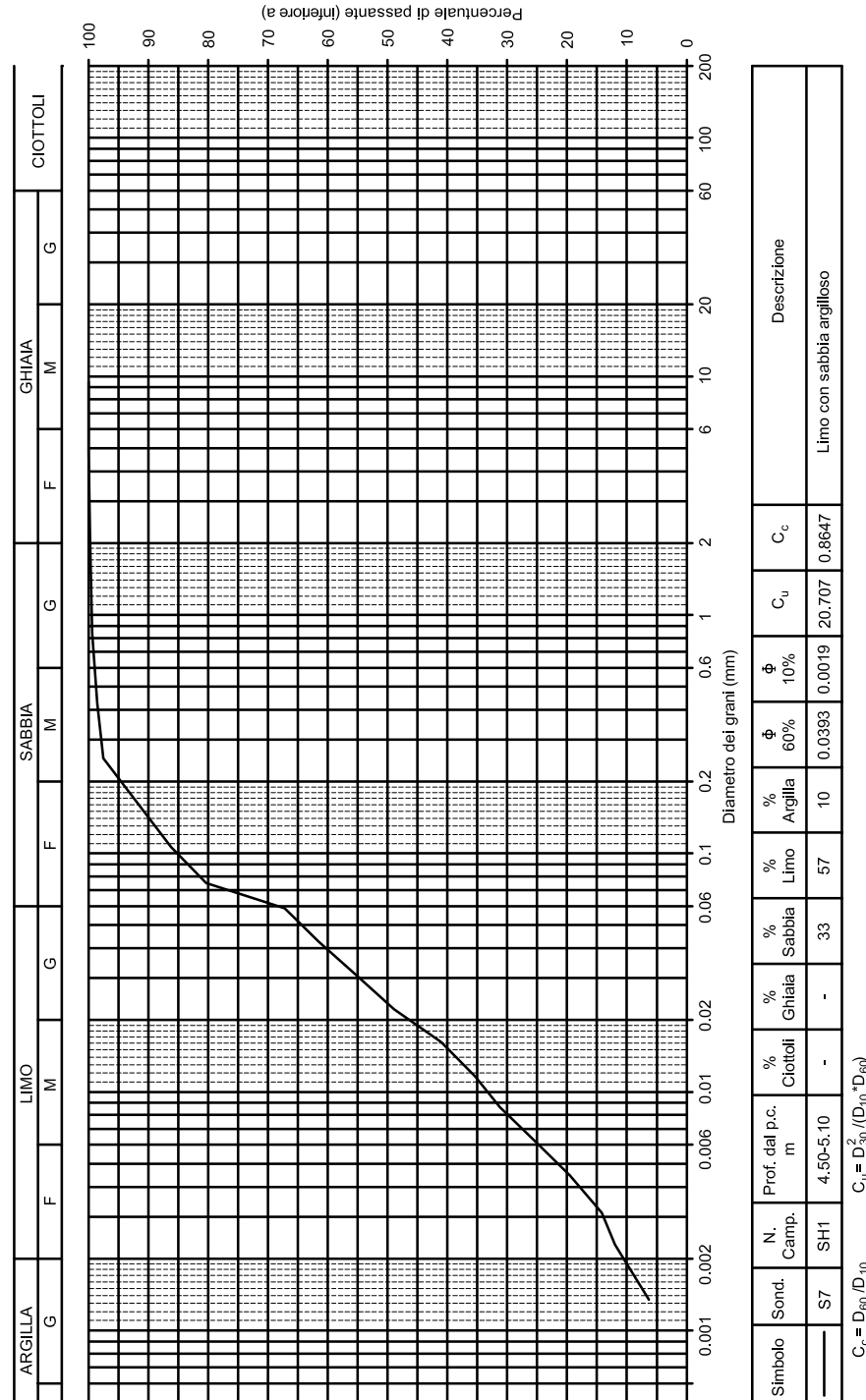
SH1

Profondità: da

4.50 m

a:

5.10 m





### Taglio BSL\_TD\_01 (S7-SH1)

**Prova di Taglio  
Diretto**

**Cantiere:** Borgo San Lorenzo

**Data:** 08/11/2007

<b>Sondaggio</b>	S7	<b>Campione</b>	SH1	<b>Profondità: da</b>	4.50 m	<b>a:</b>	5.10 m
------------------	----	-----------------	-----	-----------------------	--------	-----------	--------

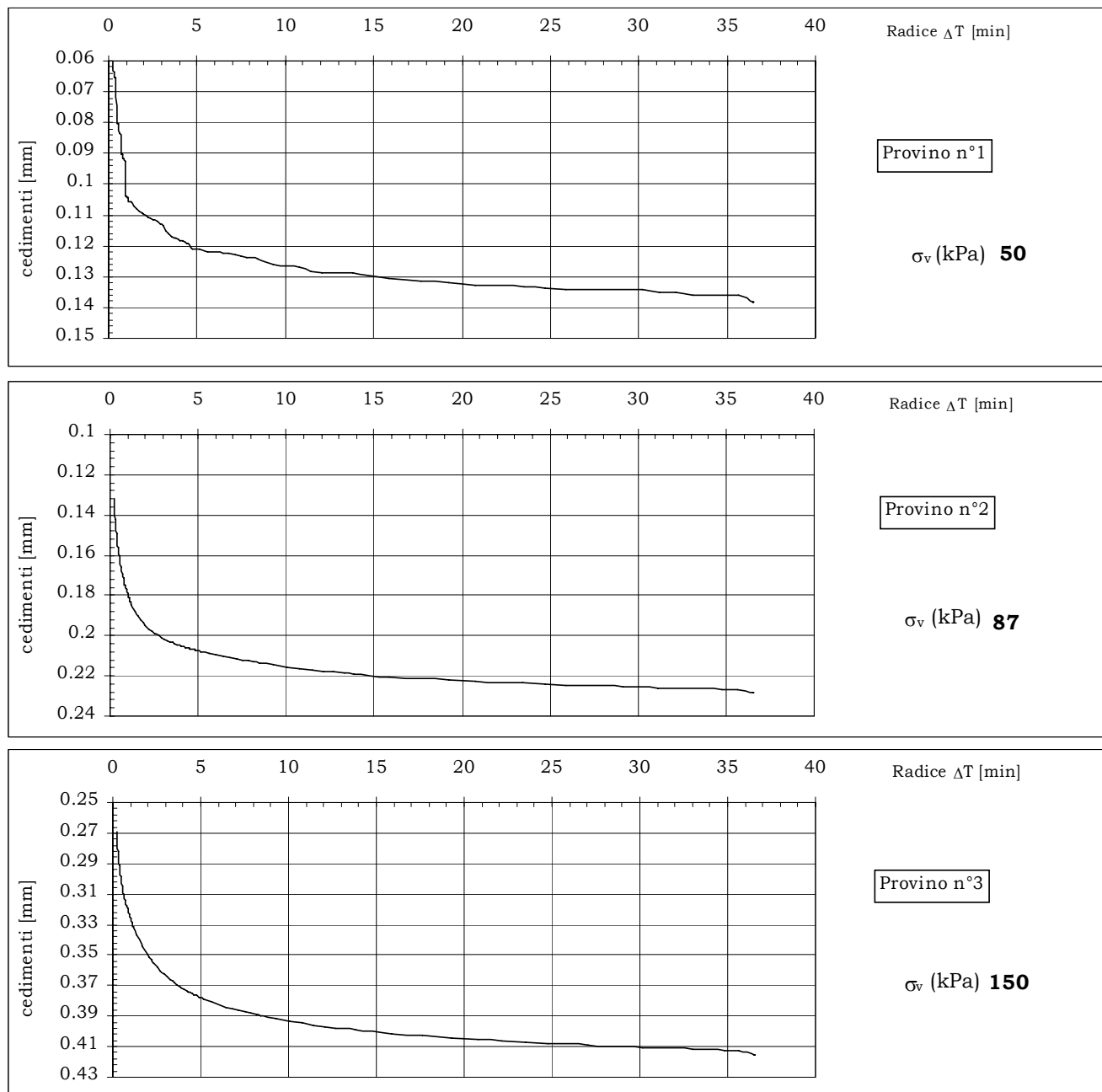
Velocità di prova: 0.0578 [mm/min]

Provino	n°	1	2	3
$\sigma_v$ consolidazione	kPa	50.0	87.0	150.0
altezza	mm	30	30	20
diametro	mm	50	60	63.5
$\Delta H$ fine consolidazione	mm	0.138	0.228	0.415
$\Delta H$ finale complessivo	mm	1.149	2.161	1.924
$\gamma$ peso di volume iniziale	kN/m <sup>3</sup>	18.14	18.95	18.72
$W_{in}$ contenuto d'acqua iniziale	%	26.8	27.9	26.1
$\gamma_f$ peso di volume finale	kN/m <sup>3</sup>	18.19	18.93	18.71
$W_f$ contenuto d'acqua finale	%	29.7	29.2	27.3
Gs peso specifico	-	2.743	2.743	2.743
S grado di saturazione iniziale	%	83.4	93.8	88.1
$e_0$ indice dei vuoti iniziale	-	0.880	0.816	0.812
$\tau_f$ resistenza a rottura	kPa	53.3	83.7	105.3
$S_f$ spostamento a rottura	mm	2.42	8.98	3.16
$\tau_r$ resistenza residua	kPa	45.4	52.0	85.8



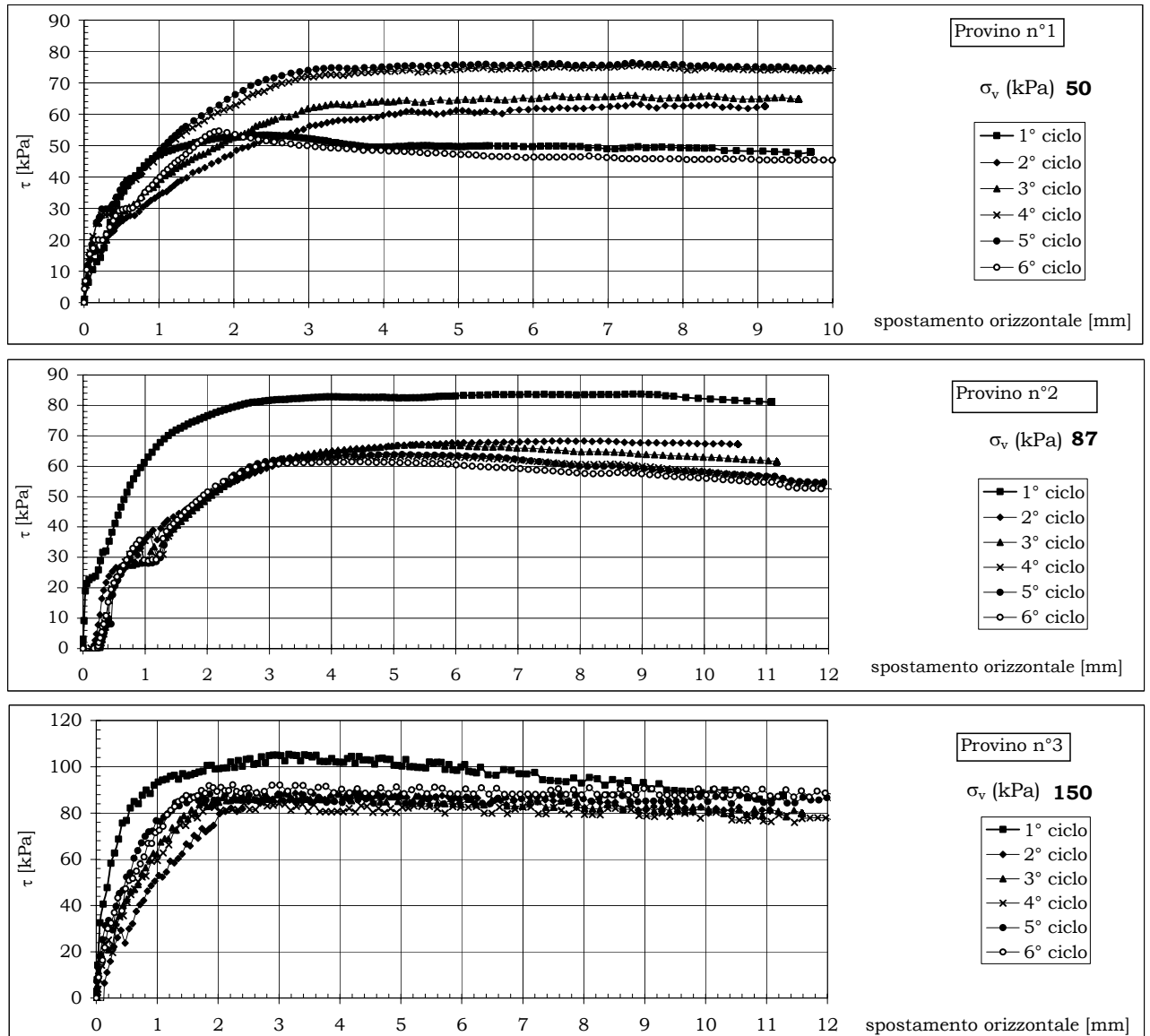


### Diagramma cedimenti vs. tempo



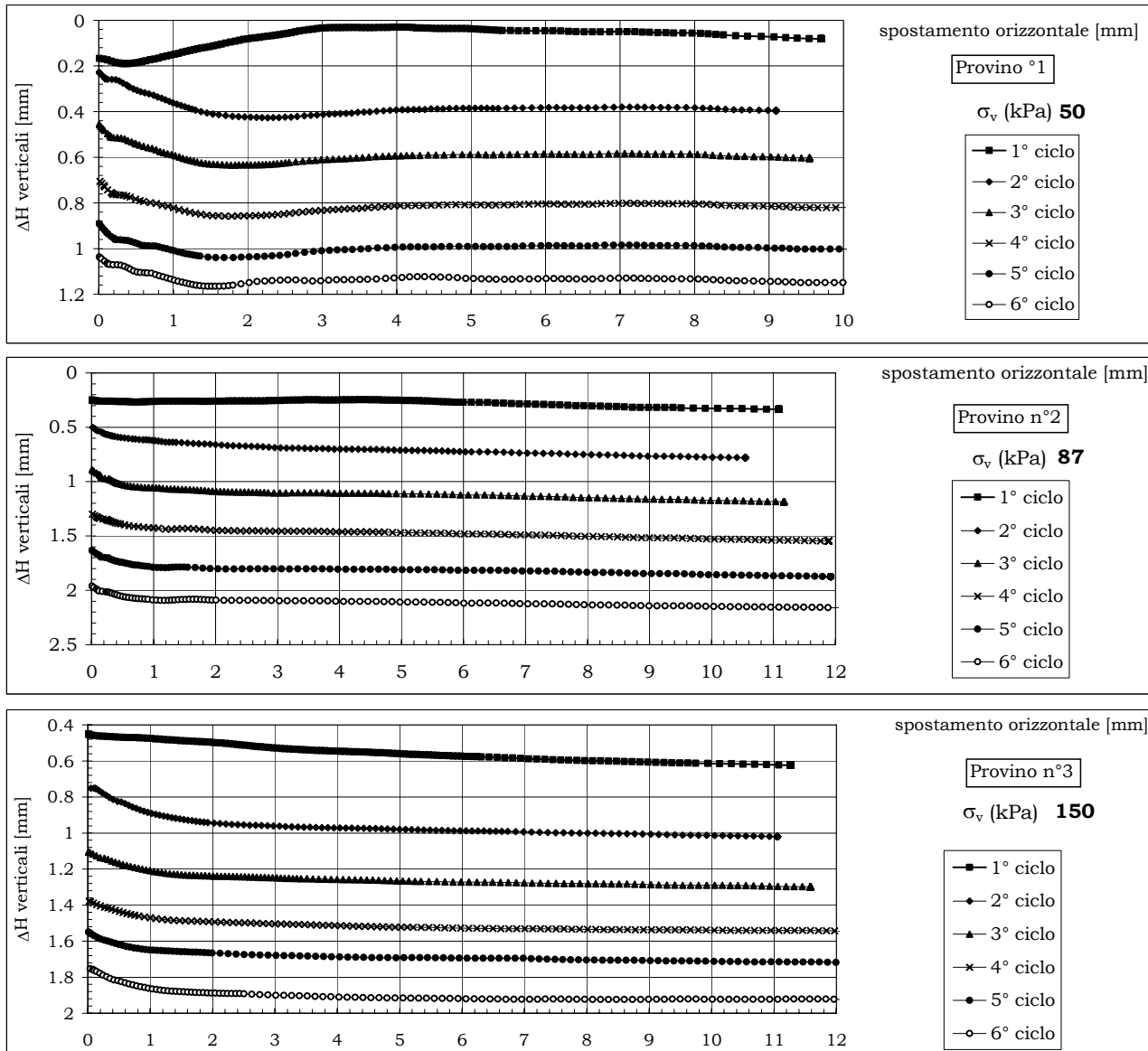


**Diagramma tensioni vs. spostamenti**



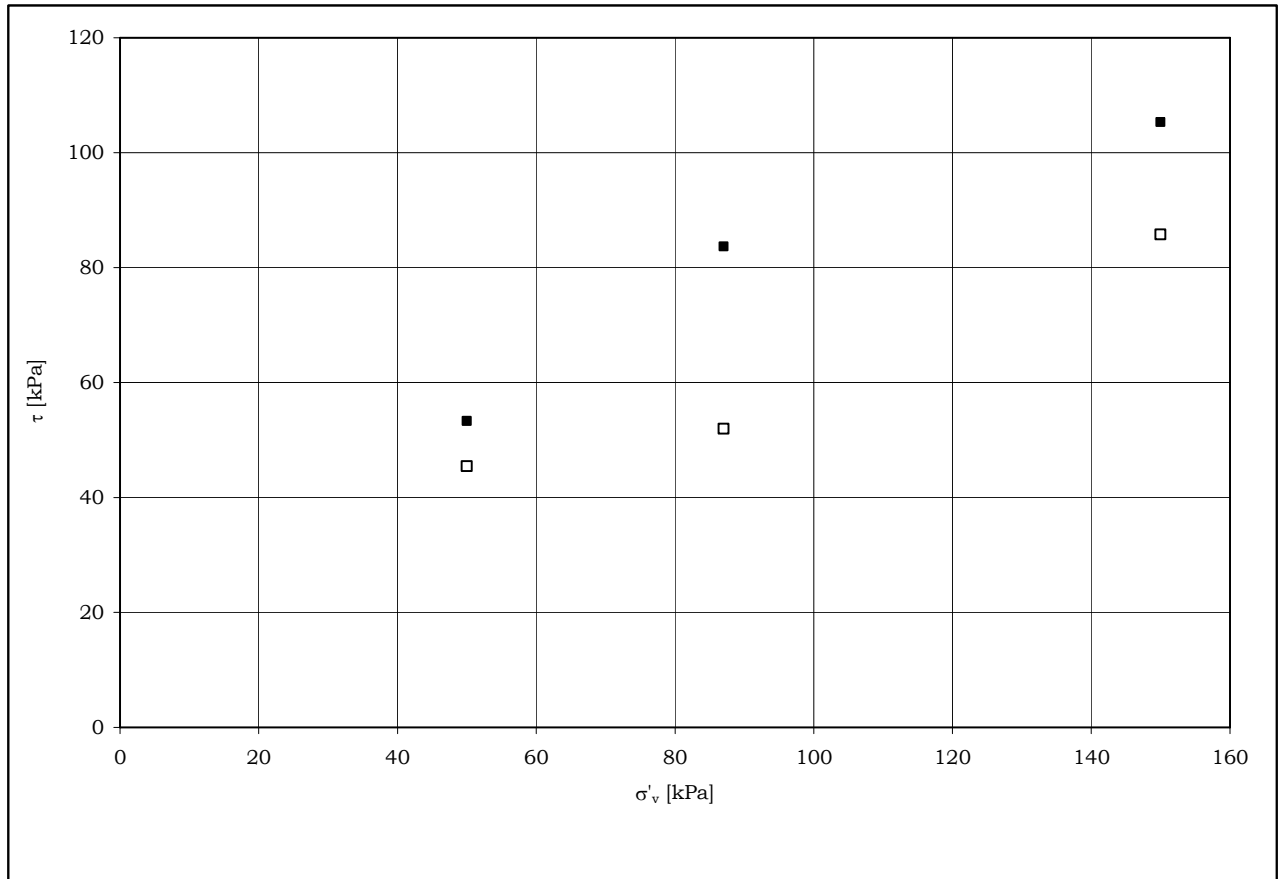


### Diagramma $\Delta H$ vs. spostamenti





### DIAGRAMMA RIASSUNTIVO



Valori di picco ■	
$\sigma'_v$	$\tau$
kPa	kPa
50	53.33
87	83.69
150	105.33

Provino

n°

1

2

3

Valori residui □	
$\sigma'_v$	$\tau$
kPa	kPa
50	45.44
87	51.98
150	85.76





### Edometro IL BSL\_ED\_01 (S7-SH1)

**Prova  
Edometrica**

**Cantiere:** Borgo San Lorenzo

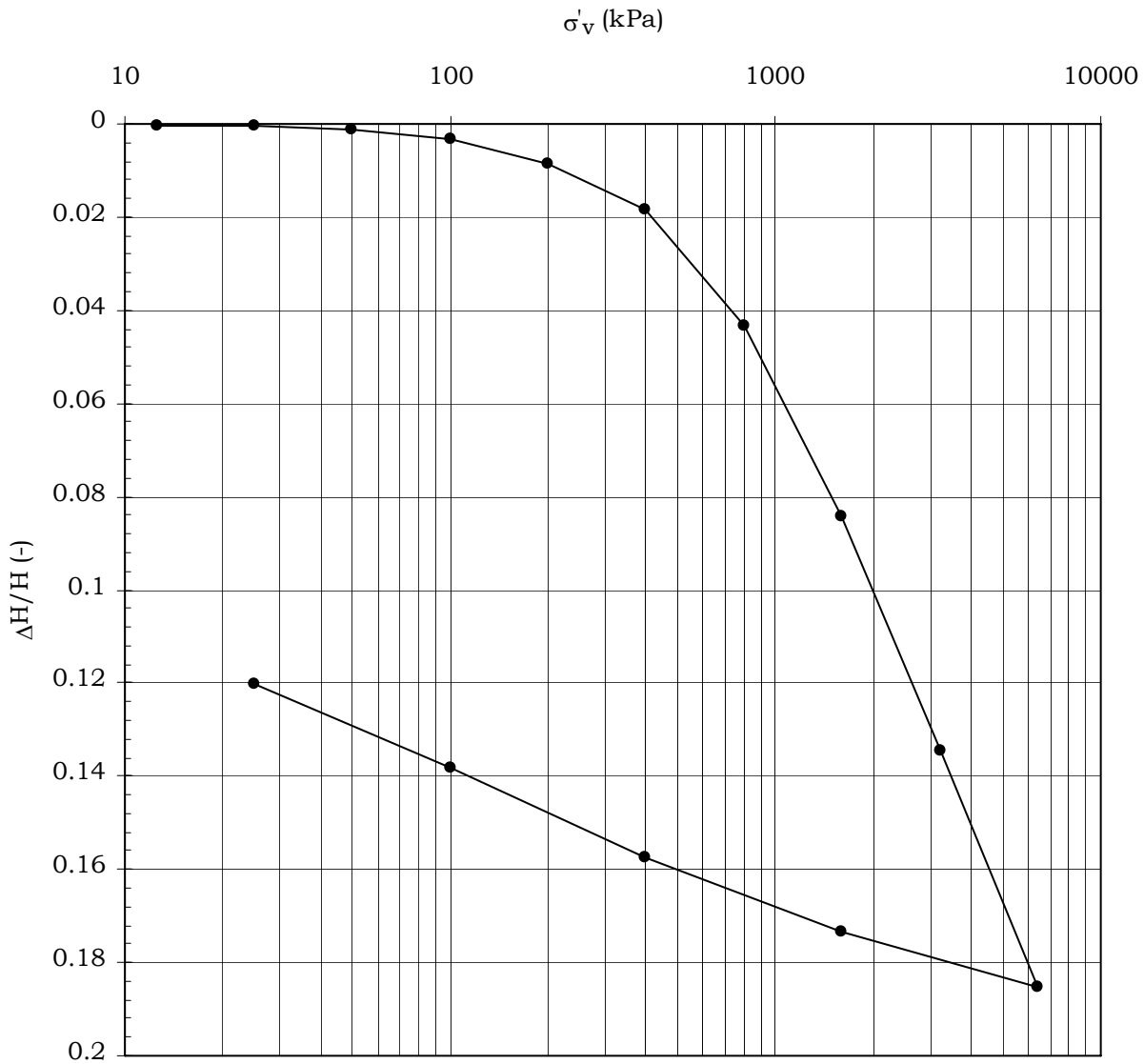
**Data:** 29/01/2008

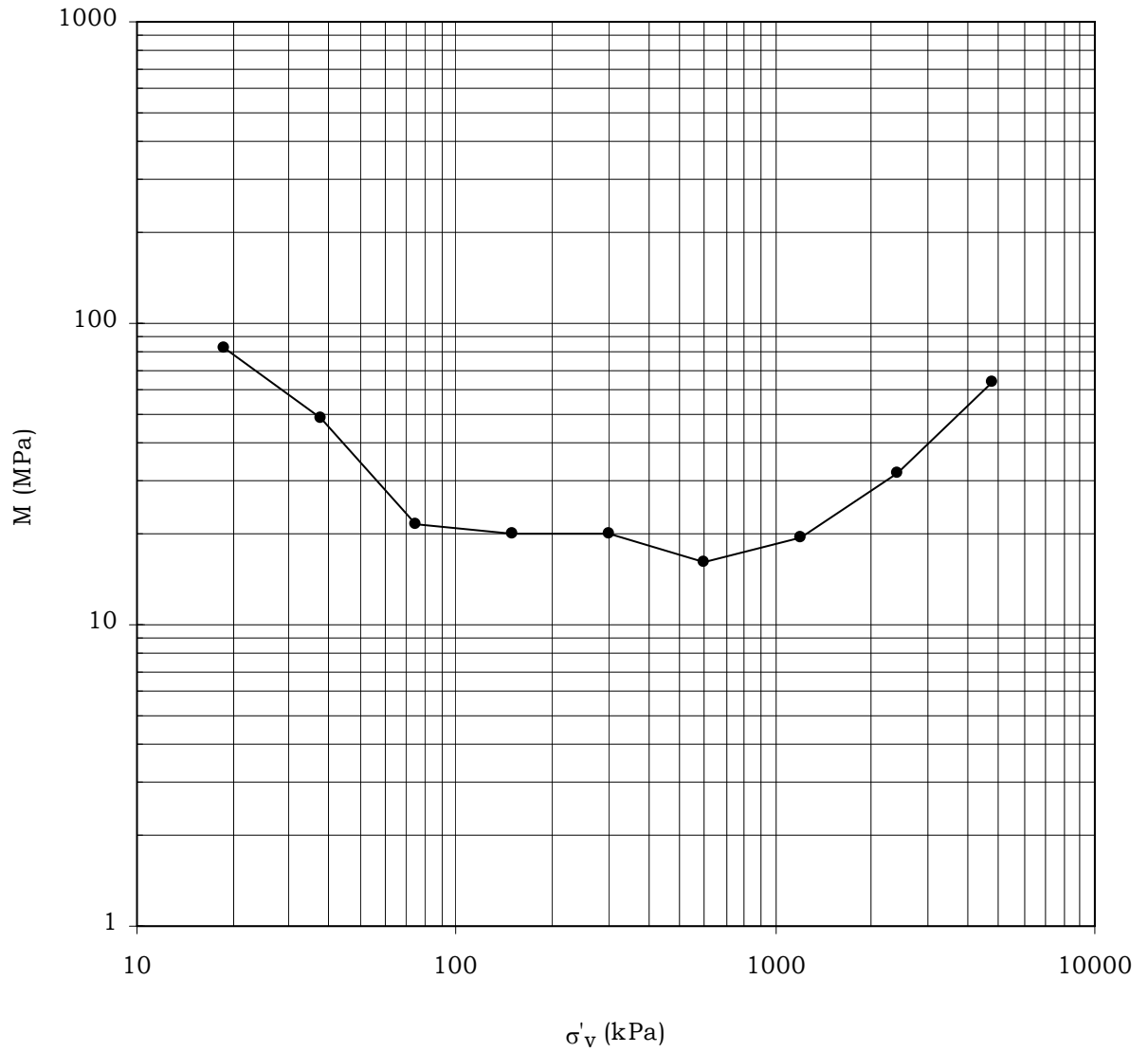
<b>Sondaggio</b>	S7	<b>Campione</b>	SH1	<b>Profondità: da</b>	4.50 m	<b>a:</b>	5.10 m
------------------	----	-----------------	-----	-----------------------	--------	-----------	--------

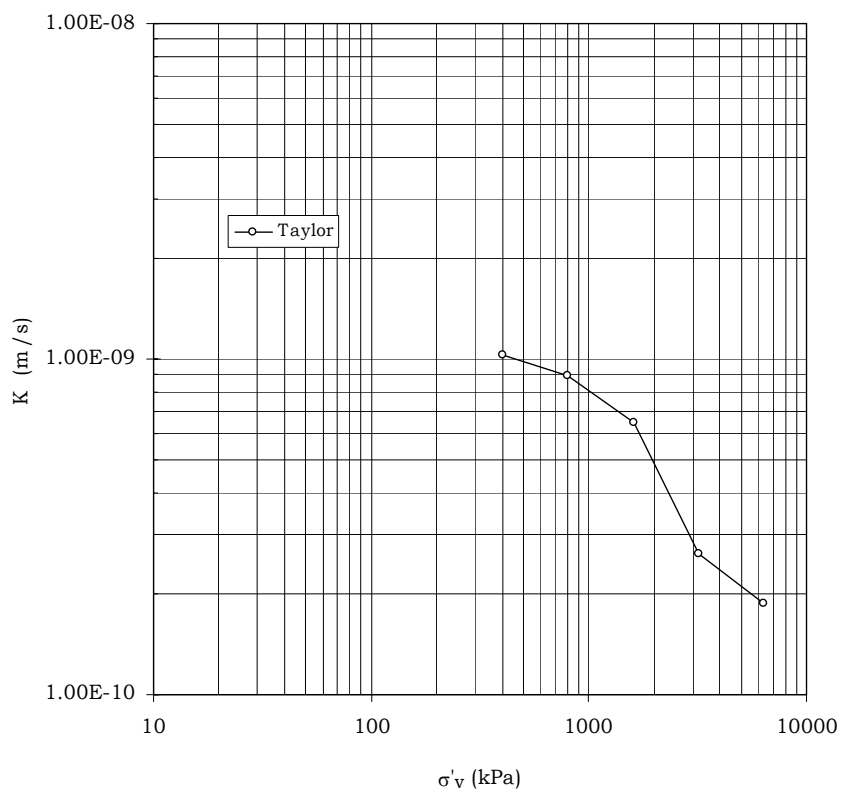
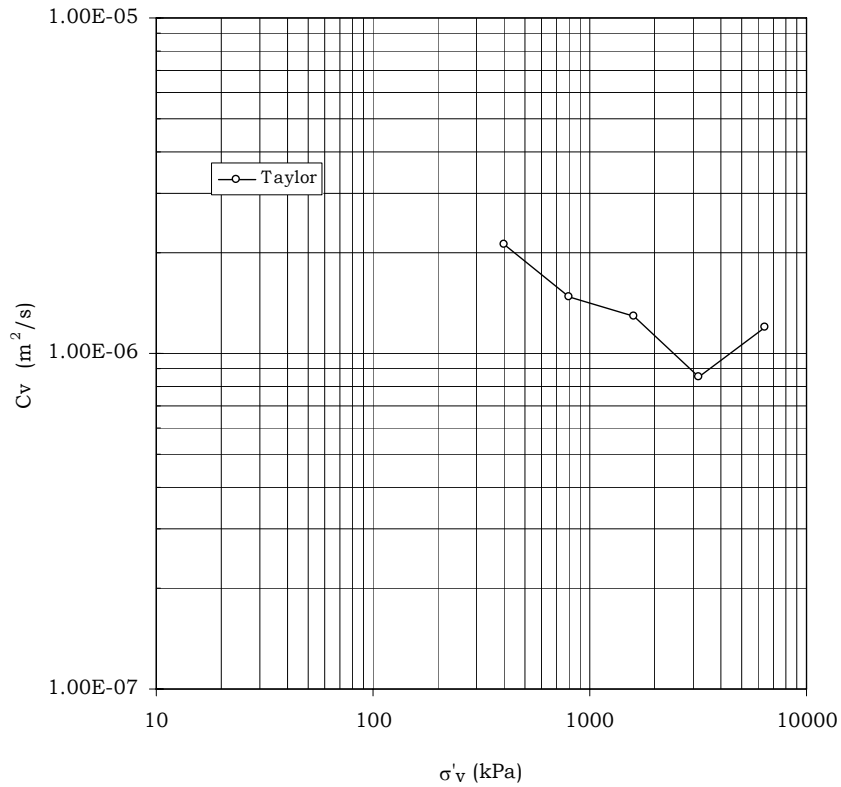
peso umido iniziale	g	75.27
peso umido finale	g	76.83
peso secco finale	g	64.01
altezza iniziale	mm	20
altezza finale	mm	17.597
diametro	mm	50.47
Gs peso specifico	-	2.788

e <sub>0</sub> indice dei vuoti iniziale	-	0.743
S grado di saturazione iniziale	%	66.01
γ peso di volume iniziale	KN/m <sup>3</sup>	18.45
W <sub>n</sub> contenuto d'acqua iniziale	%	17.58
γ <sub>f</sub> peso di volume finale	KN/m <sup>3</sup>	21.40
W <sub>f</sub> contenuto d'acqua finale	%	20.02
γ <sub>d</sub> peso di volume secco	KN/m <sup>3</sup>	14.54

				TAYLOR	
σ' <sub>v</sub>	ΔH/H	e	M	C <sub>v</sub>	k
"kPa"	" - "	" - "	"MPa"	"m <sup>2</sup> /s"	"m/s"
12.5	0.0005	0.742	-	-	-
25	0.0006	0.742	83.3	-	-
50	0.0011	0.741	48.5	-	-
100	0.0034	0.737	21.5	-	-
200	0.0084	0.728	20.0	-	-
400	0.0184	0.710	20.0	2.104E-06	1.031E-09
800	0.0432	0.667	16.1	1.468E-06	8.93E-10
1600	0.0843	0.596	19.5	1.286E-06	6.468E-10
3200	0.1347	0.508	31.7	8.500E-07	2.626E-10
6400	0.1852	0.420	63.4	1.203E-06	1.861E-10
1600	0.1735	0.440	-	-	-
400	0.1574	0.468	-	-	-
100	0.1381	0.502	-	-	-
25	0.1201	0.533	-	-	-





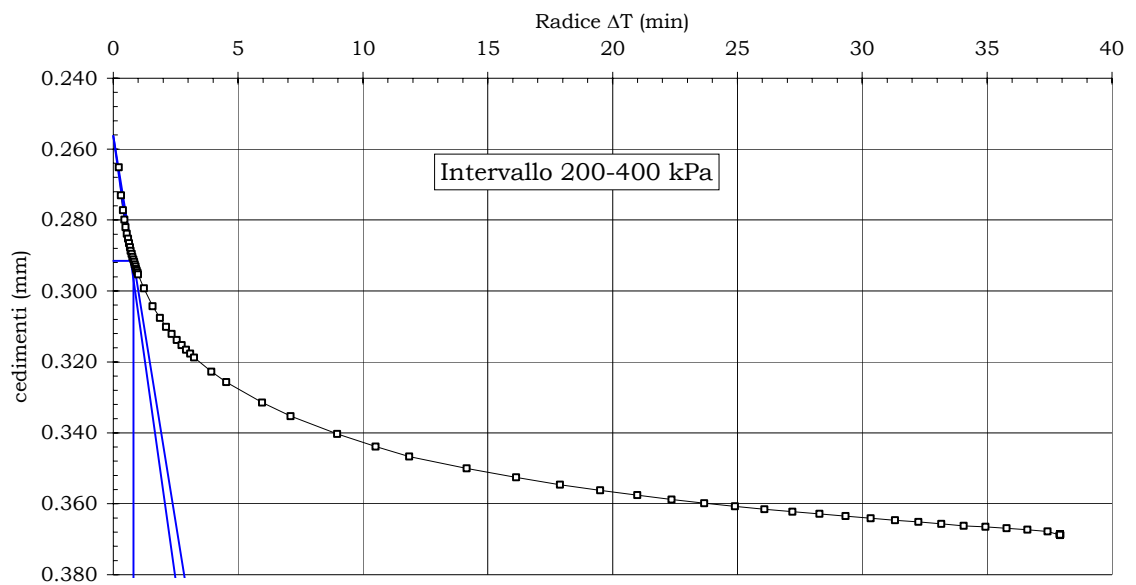






$\sigma'_v$ :	400 kPa	$C_v$ :	2.10E-06 m <sup>2</sup> /s
assestamento finale:	0.369 mm	$e_{iniziale}$ :	0.720
$d_0$ :	0.256 mm	$e_{finale}$ :	0.710
$t_{90}$ :	0.653 min	$e_{100}$ :	0.717
$d_{100}$ :	0.295 mm	M:	20.02 MPa
$t_{50}$ :	0.152 min	k:	1.03E-09 m/s
$d_{50}$ :	0.276 mm		

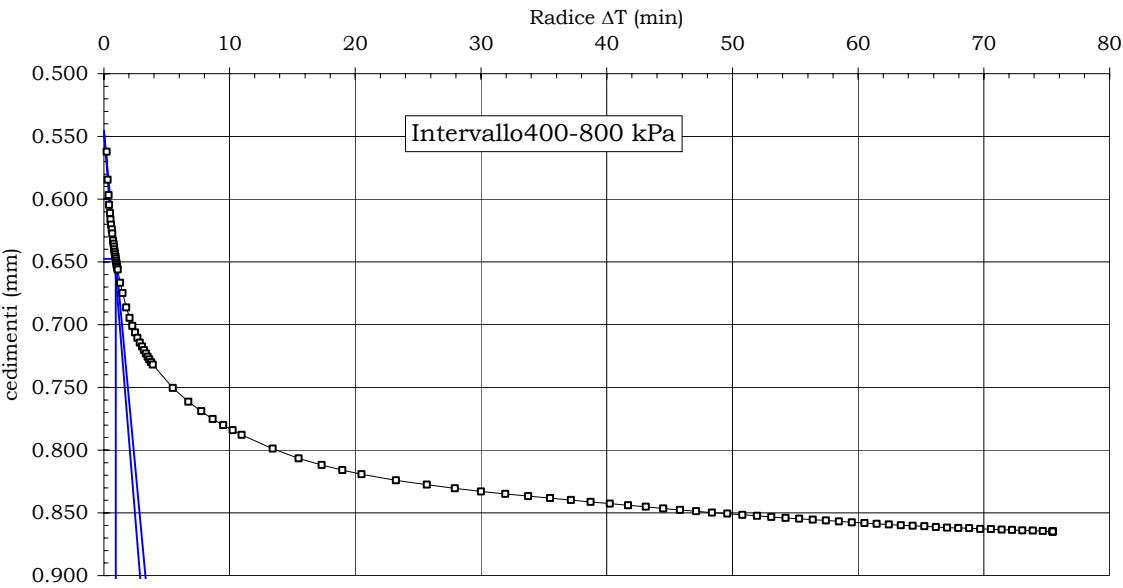
	$\Delta T$	cedimenti verticali	Radice $\Delta T$
	"min"	"mm"	"min"
valori finali:	1438	0.369	37.9





$\sigma'_v$ :	800 kPa	$C_v$ :	1.47E-06 m <sup>2</sup> /s
assestamento finale:	0.865 mm	$e_{iniziale}$ :	0.695
$d_0$ :	0.545 mm	$e_{finale}$ :	0.667
$t_{90}$ :	0.905 min	$e_{100}$ :	0.685
$d_{100}$ :	0.659 mm	M:	16.12 MPa
$t_{50}$ :	0.211 min	k:	8.93E-10 m/s
$d_{50}$ :	0.602 mm		

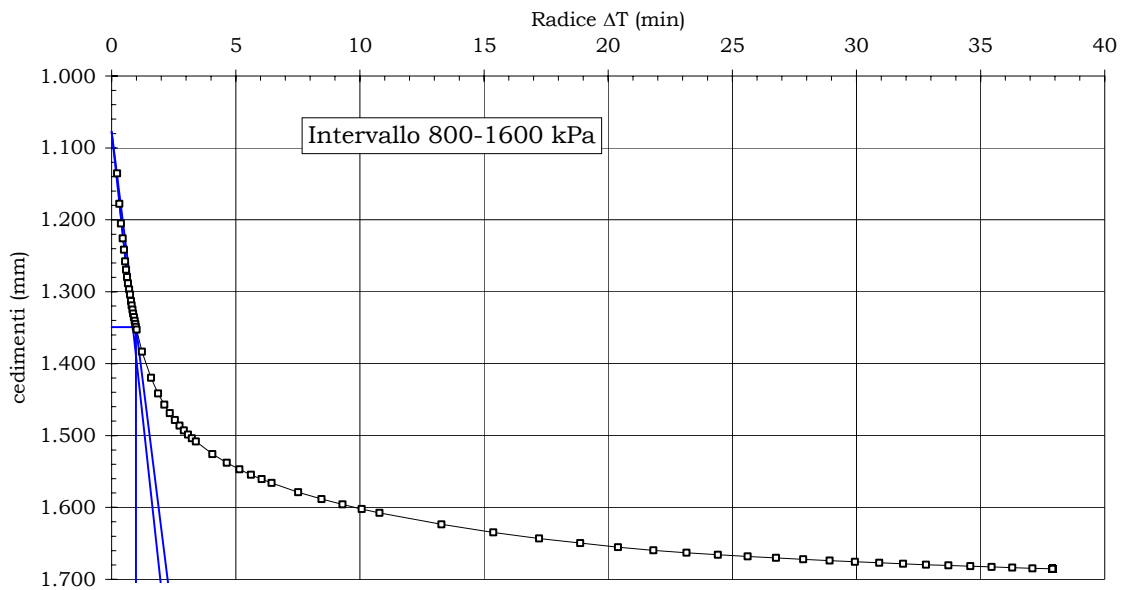
	$\Delta T$	cedimenti verticali	Radice $\Delta T$
	"min"	"mm"	"min"
valori finali:	5699	0.865	75.5

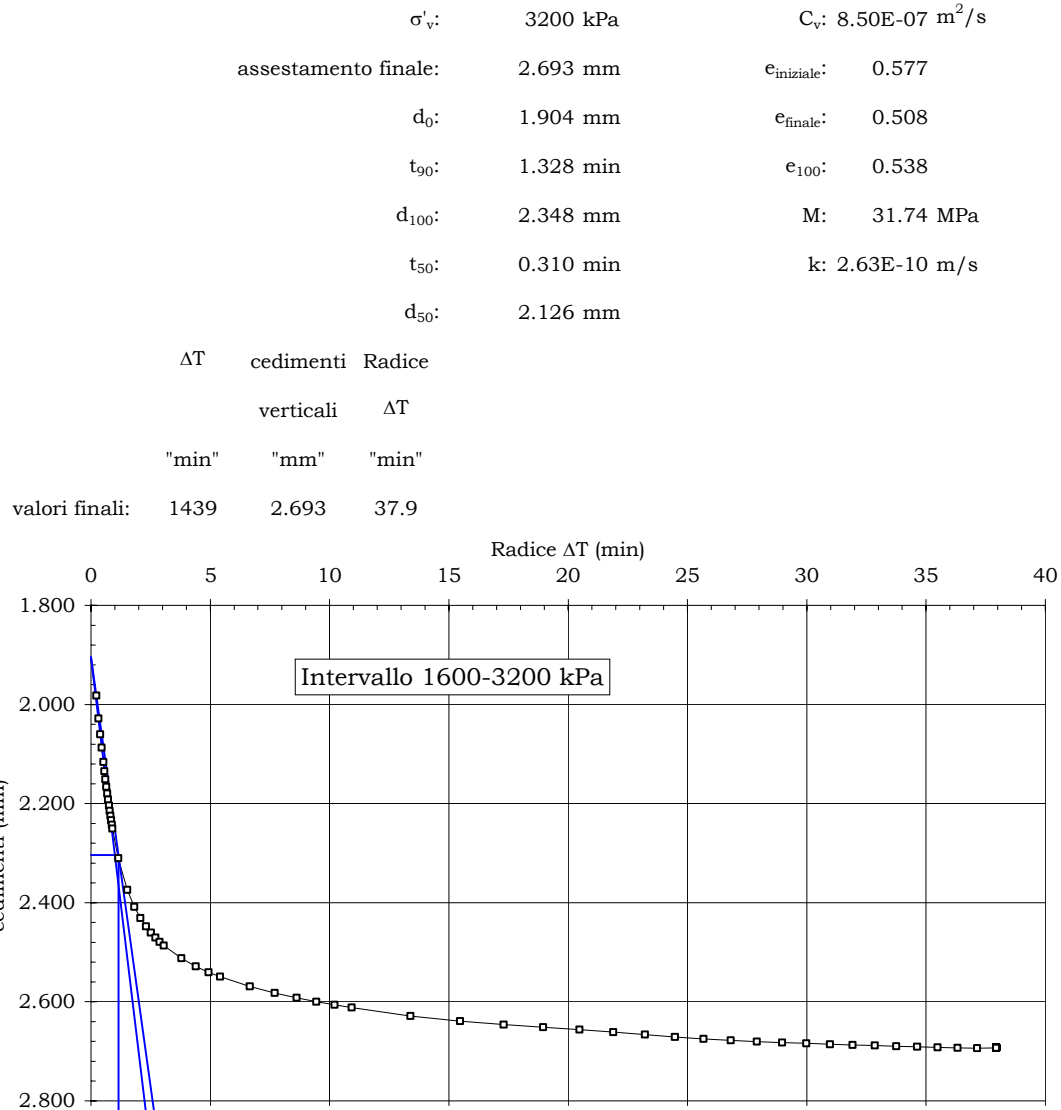




$\sigma'_v$ :	1600 kPa	$C_v$ :	1.29E-06 m <sup>2</sup> /s
assestamento finale:	1.685 mm	$e_{iniziale}$ :	0.649
$d_0$ :	1.077 mm	$e_{finale}$ :	0.596
$t_{90}$ :	0.968 min	$e_{100}$ :	0.622
$d_{100}$ :	1.379 mm	M:	19.50 MPa
$t_{50}$ :	0.226 min	k:	6.47E-10 m/s
$d_{50}$ :	1.228 mm		

$\Delta T$	cedimenti	Radice
	verticali	$\Delta T$
"min"	"mm"	"min"
valori finali:	1436	1.685
		37.9



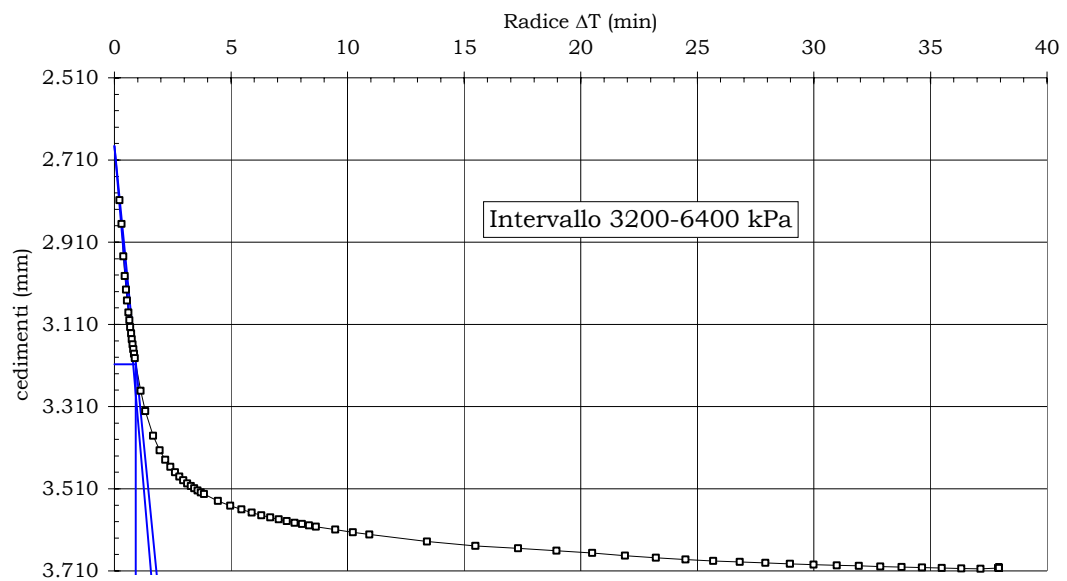






$\sigma'_v$ :	6400 kPa	$C_v$ :	1.20E-06 m <sup>2</sup> /s
assestamento finale:	3.703 mm	$e_{iniziale}$ :	0.509
$d_0$ :	2.676 mm	$e_{finale}$ :	0.420
$t_{90}$ :	0.852 min	$e_{100}$ :	0.458
$d_{100}$ :	3.266 mm	M:	63.38 MPa
$t_{50}$ :	0.199 min	k:	1.86E-10 m/s
$d_{50}$ :	2.971 mm		

$\Delta T$	cedimenti	Radice
	verticali	$\Delta T$
"min"	"mm"	"min"
valori finali:	1440	3.703
		37.94





### Prova di Colonna Risonante BSL\_CR\_01

#### RESONANT COLUMN

Sperimentalist: Pallara/Bianchi

Name:	BSL_CR_01					Date:	26 April 2009	
Site:	B.go S. Lorenzo		Sample:	S7 - SH1		Depth:	4.50 - 5.10 m	
W	375.20	g	$W_{\text{end test}}$	373.40	g	$W_s$	295.50	g
$\gamma$	18.74	kN/m <sup>3</sup>				$\gamma_d$	14.76	kN/m <sup>3</sup>
$G_s$ :	2.743		S	89.93	%	$w_N$	26.97	%
Initial value								
$D_{o, \text{ ext}}$	50.00	cm	$D_{o, \text{ int}}$	0.00	cm	$H_o$	100.00	cm
$e_o$	0.823					Volume	196.35	cm <sup>3</sup>
Consolidation Stage								
$D_{c, \text{ ext}}$	49.30	cm	$D_{c, \text{ int}}$	0.00	cm	$H_c$	99.06	cm
$e_c$	0.756					Volume	189.13	cm <sup>3</sup>
$\sigma'_{a, \text{ c}}$	89.45	kPa	$\sigma'_{h, \text{ c}}$	89.45	kPa	B.P.	186.56	kPa
K	1.00					OCR	1.00	

#### Legenda :

W	Peso del terreno
$W_s$	Peso particelle solide
$\gamma$	Peso dell'unità di volume totale
$\gamma_d$	Peso dell'unità di volume del terreno secco
$G_s$	peso specifico dei grani
S	Grado di saturazione
$w_N$	Contenuto d'acqua naturale
$D_{ext}$	Diametro esterno
$D_{int}$	Diametro interno (campioni cavi)
H	Altezza
e	Indice dei vuoti
$\sigma'_a$	pressione efficace verticale
$\sigma'_h$	pressione efficace orizzontale
B.P.	Back pressure
K	$\sigma'_h / \sigma'_a$
OCR	grado di sovraconsolidazione

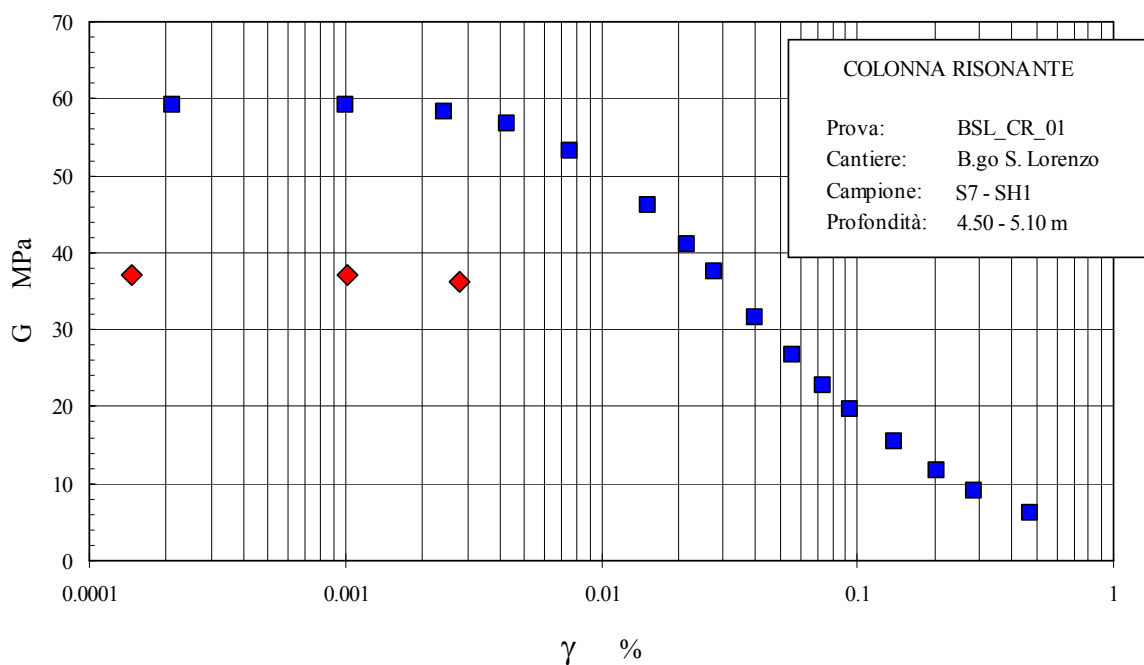
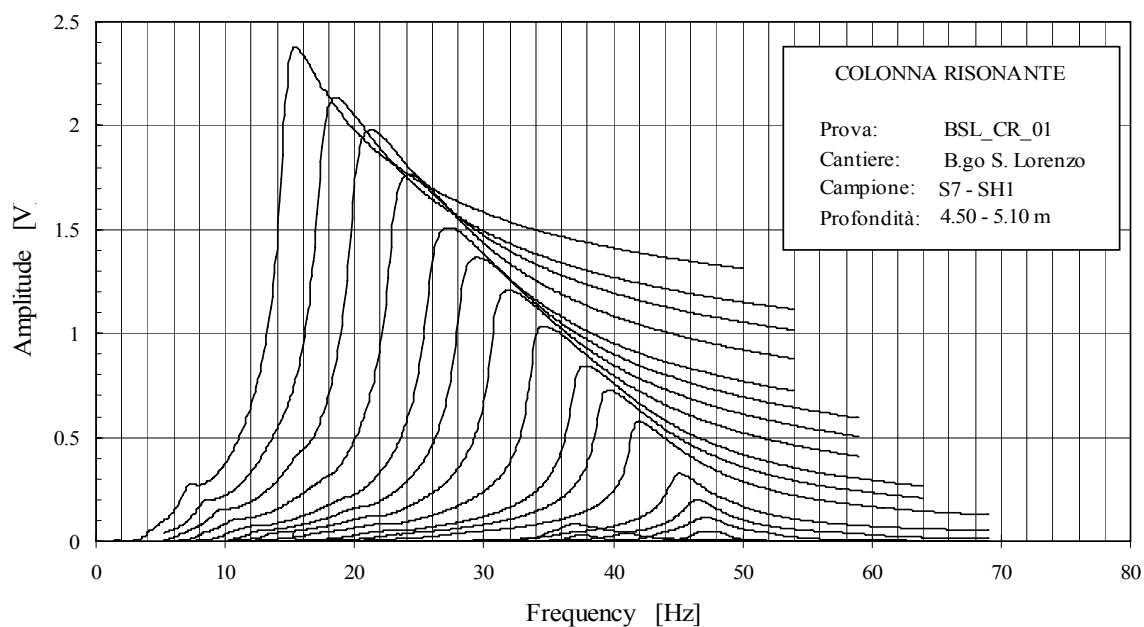
#### Note



N.	D <sub>ext</sub>	D <sub>int</sub>	H	e	G	$\gamma$	D	$\Delta U$	note
	cm	cm	cm	-	MPa	%	%	kPa	
1	4.93	0.00	9.91	0.756	59.1	0.00021	1.58	0.00	
2	4.93	0.00	9.91	0.756	59.1	0.00101	2.48	-0.10	
3	4.93	0.00	9.91	0.756	58.4	0.00242	3.18	-0.05	
4	4.93	0.00	9.91	0.756	56.7	0.00429	3.43	-0.05	
5	4.93	0.00	9.91	0.756	53.3	0.00749	3.96	-0.10	
6	4.93	0.00	9.91	0.756	46.2	0.01527	5.79	0.20	
7	4.93	0.00	9.91	0.756	41.1	0.02159	7.62	0.60	
8	4.93	0.00	9.91	0.756	37.5	0.02755	9.26	1.25	
9	4.93	0.00	9.91	0.756	31.6	0.04004	11.90	2.90	
10	4.93	0.00	9.91	0.756	26.7	0.05536	14.68	5.19	
11	4.93	0.00	9.91	0.756	22.8	0.07314	17.34	7.99	
12	4.93	0.00	9.91	0.756	19.5	0.09440	19.86	11.23	
13	4.93	0.00	9.91	0.757	15.5	0.13916	23.95	16.92	
14	4.93	0.00	9.92	0.758	11.8	0.20500	29.03	24.16	
15	4.93	0.00	9.92	0.759	9.1	0.28713	33.37	31.65	
16	4.93	0.00	9.93	0.760	6.2	0.47262	39.67	42.03	
17	4.93	0.00	9.94	0.761	37.0	0.00015	2.27	49.07	
18	4.93	0.00	9.94	0.761	37.2	0.00102	2.08	48.77	
19	4.93	0.00	9.94	0.761	36.2	0.00279	4.50	48.57	

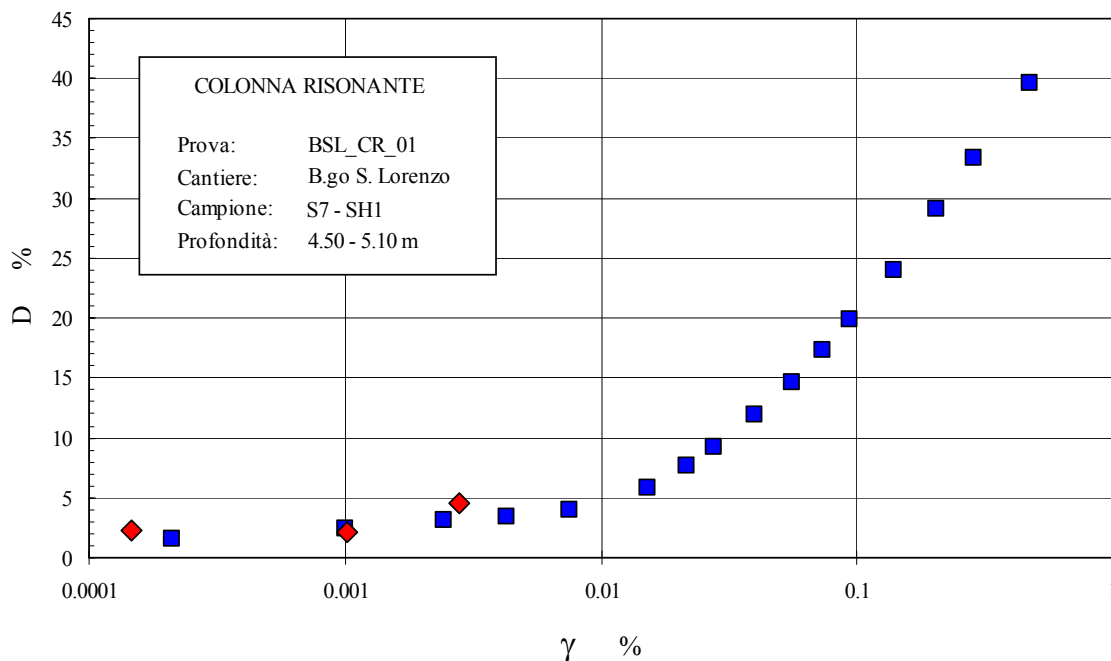
Legenda :

G	Modulo di taglio
$\gamma$	Deformazione a taglio
D	Smorzamento
$\Delta U$	Sovrapressione interstiziale



◆ Misure eseguite al termine della prova di colonna risonante





◆ Misure eseguite al termine della prova di colonna risonante