

RTI Progettisti:

SYSTRA

SOTECNI
SYSTRA GROUP

architena
engineering

AEGIS
CANTARELLI + PARTNERS

STUDIO MATTIOLI
Ambiente - Ingegneria - Energia

cooperativa archeologia

PROGETTO DEFINITIVO DELLA SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA (TRATTO NORD LINEA VERDE)

STUDI SPECIALISTICI GEOLOGIA - GEOTECNICA - IDRAULICA Relazione Geologica con Micro-Zonazione Sismica

COMUNE DI BOLOGNA
SETTORE MOBILITA' SOSTENIBILE E INFRASTRUTTURE

IL DIRETTORE DEL SETTORE
ING. CLETO CARLINI

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
ING. GIANCARLO SGUBBI

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO
ING. MIRKA RIVOLA

SEGRETERIA TECNICA

ing. Barbara Baraldi
arch. Virginia Borrello
ing. Giulio Cimbali
geom. Agnese Fero
ing. Stefania Guadagnini
geom. Luciano Notte
ing. Lisa Ombra
ing. Marco Pesare

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DI COMMESSA
ING. PAOLO MARCHETTI

COORDINATORE TECNICO
ING. ALESSANDRO PIAZZA

SISTEMA TRANVIARIO
ING. SANTI CAMINITI

ARCHITETTURA E INSERIMENTO URBANISTICO
ARCH. SEBASTIANO FULCI DE SARNO

OPERE A VERDE
ARCH. NICOLA CANTARELLI

OPERE STRUTTURALI
ING. STEFANO TORTELLA

SEGNALAMENTO E TELECOMUNICAZIONI
ING. ANGELA TORTORELLA

AMBIENTE
PROF. MATTEO MATTIOLI

SICUREZZA
ARCH. SERGIO MOSCHEO

ARCHEOLOGIA
DOTT. CRISTINA BIGAZZI

BIM MANAGER
GEOM. MIRKO CASAROLI

RESP. INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
ING. SANTI CAMINITI

IMPIANTI TECNOLOGICI
ING. SIMONE VILLA

STUDI TRASPORTISTICI
ING. ANDREA SPINOSA

VIABILITA' INTERFERENTE E SOTTOSERVIZI
ING. PIETRO CAMINITI

IDRAULICA E IDROLOGIA
ING. ANDREA BENVENUTI

DEPOSITO
ING. GIORGIO COLETTI

ARMAMENTO
ING. MAURIZIO FALZEA

GEOLOGIA E GEOTECNICA
DOTT. GEOL. ANTONIO PAONE

TRAZIONE ELETTRICA
ING. DOMENICO D'APOLLONIO

IMPIANTI MECCANICI
ING. SALVATORE GIUA

COMMESSA		FASE	LOTTO		WBS	DISCIPLINA		TIPO	NUMERO	REV.	SCALA	NOME FILE									
B	3	8	1	C	D	X	0	0	G	G	I	G	E	O	R	T	0	2	A	-	B381CDX00GGIGEORT02A

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
A	Gen. 2024	PRIMA EMISSIONE	F. TASSINARI	A. PAONE	S. CAMINITI
B					
C					
D					

INDICE

1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	3
3. DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO	4
3.1 INDAGINI DELLA BANCA DARI RER	4
3.2 CAMPAGNA INDAGINE 2022	5
3.3 CAMPAGNA INDAGINE 2023	5
3.3.1 Sondaggi a carotaggio continuo	6
3.3.2 Indagini geofisiche	8
3.3.3 Prove di laboratorio geotecnico	9
4. QUADRO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA	11
5. MACRO-SISMICITÀ DELL'AREA	13
6. PERICOLOSITÀ SISMICA AI FINI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ELABORATA PER IL PTM E PER IL PSC (LIVELLO I)	18
7. MICROZONAZIONE SISMICA DELLE AREE DI INTERVENTO (LIVELLO II)	21
7.1 ESITI SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO	22
8. MODELLAZIONI NUMERICHE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE. APPROFONDIMENTI SISMICI DI LIVELLO III	25
9. VERIFICHE NUMERICHE LIQUEFACIBILITÀ	40
9.1 RISULTATI E COMMENTI SULLE AREE DI INTERVENTO	42
10. ELABORATI E CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA A CORREDO DELLO STUDIO	43

1. PREMESSA E NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'ambito del Servizio di progettazione della seconda linea tranviaria di Bologna (tratto Nord Linea Verde) è stato redatto il presente documento inerente l'analisi geologica e sismica propedeutica alla VALSAT.

Lo studio geologico e sismico è elaborato in coerenza con i contenuti della DAL 112/2007 ordinanza RER n. 14/2014 che impone studi di microzonazione sismica elaborati per le fasi di pianificazione territoriale.

Lo studio si è basato anche sui criteri analitici più aggiornati, rappresentati dalle linee guida AGI e dalle DGR n. 476/2021 e DGR n. 564/2021. I contenuti della citata determinazione regionale si fondano sulle esperienze e sugli esiti degli studi sismici elaborati a seguito del sisma emiliano 2012: costituiscono un esplicito riferimento tecnico anche per gli interventi di pianificazione, nelle aree caratterizzate da pericolosità sismica.

2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente Relazione descrive gli esiti della caratterizzazione sismica delle aree di intervento, basata sui contenuti delle DGR n. 476/2021 e DGR n. 564/2021.

Gli approfondimenti sismici sono stati espletati in considerazione degli aspetti di pericolosità sismica preliminare già emersi nelle analisi territoriali del PTM (Piano Territoriale Metropolitano) di Bologna, approvato nel 2021 in materia di aree suscettibili di effetti locali (Tavola 4).

In tal senso i risultati della campagna di indagine geognostica e sismica di riferimento per il Progetto Definitivo della seconda linea tranviaria di Bologna (tratto Nord Linea Verde) sono stati utili per adempiere alla parametrizzazione sismica semplificata delle aree di interessate dal progetto, oltre che per gli ulteriori approfondimenti sismici di “livello 3”.

Per gli approfondimenti di terzo livello, il tracciato di progetto è stato suddiviso in ambiti di intervento omogenei dal punto di vista litostratigrafico così come individuati nella tavola 4 del PTM (vd. Allegati 1) e di seguito elencate:

1. Dalla pk 0+000 alla pk 0+140;
2. Dalla pk 0+140 alla pk 1+050;
3. Dalla pk 1+050 alla pk 1+670;
4. Dalla pk 1+670 alla pk 1+890;
5. Dalla pk 1+890 alla pk 5+290;
6. Dalla pk 5+290 alla pk 5+525.

3. DATI GEOGNOSTICI DI RIFERIMENTO

Di seguito vengono illustrate le indagini geognostiche e sismiche di riferimento per il presente studio.

3.1 INDAGINI DELLA BANCA DARI RER

Le indagini di repertorio, già di riferimento per lo studio geologico a corredo del PFTE, comprendono sondaggi a carotaggio continuo disponibili all'interno del database di pubblico accesso del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna.

Di seguito si riporta in forma tabellare un quadro riassuntivo delle indagini di riferimento, con indicazione delle profondità investigate e data di esecuzione:

SONDAGGIO	UBICAZIONE	PROFONDITÀ [m da p.c.]	DATA ESECUZIONE	LIVELLO IDRICO [m da p.c.]
221050P429	Piazza dell'Unità	-30,00	19-21/12/1987	-10,00
221050P416	Via di Corticella	-30,50	09/12/1988	-14,20
221050P417	Via di Corticella	-30,00	07/09/1988	-11,90
221050P418	Via di Corticella	-30,00	16-18/12/1987	-13,10
221050P419	Via di Corticella	-30,00	15-16/12/1987	-9,90
221050P420	Via di Corticella	-30,00	18-21/12/1987	-13,90
221050P421	Via di Corticella	-32,00	07-08/01/1988	-13,20
221050P422	Via di Corticella	-30,00	12-14/12/1987	-11,90
221050P423	Via di Corticella	-30,00	10-11/12/1987	-16,30
221050P424	Via di Corticella	-30,00	15/12/1987	-8,10
221050P425	Via di Corticella	-27,00	11-12/12/1987	-11,20
221050P426	Via di Corticella	-22,00	03-04/12/1987	-17,40
221050P457	Via di Corticella	-26,00	29/11/1984	n.r.
221050P456	Via N. Corazza	-20,00	28/11/1984	-19,20
221050P427	Via di Corticella	-32,00	09-11/01/1988	n.r.
221050P103A	Via Carlo Porta	-20,00	05/1969	n.r.
221050P447	Via di Corticella	-30,50	9-11/12/1987	n.r.
221050P448	Via di Corticella	-30,50	02-03/12/1987	-10,40
221050P449	Via di Corticella	-30,00	26-27/11/1987	-10,90
221050P100A	Via dei Giardini	-10,00	06/1974	-4,00
221050P102F	Via dell'Arcoveggio	-9,00	06/1969	n.r.
221050P489	Via Colombarola	-12,45	22/07/1994	-6,95
221050P516	Via delle Fonti	-50,00	16/06/1998	n.r.

3.2 CAMPAGNA INDAGINE 2022

Tra Giugno e Luglio 2022 è stata eseguita una campagna di approfondimenti di indagine mirati alla definizione del modello idrogeologico sito-specifico e definizione di misure di mitigazione in caso di interruzione del flusso idrico sotterraneo da parte delle strutture in progetto.

Nella tabella seguente vengono sintetizzate le indagini realizzate con indicazione delle profondità investigate e delle attrezzature installate.

SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m da p.c.]	ATTREZZATURA INSTALLATA	DATA ESECUZIONE
SOT01	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	20/06/2022
SOT01-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-20 m cieco	14-15/07/2022
SOT03	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	16/06/2022
SOT03-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-18 m cieco	13/07/2022
SOT04	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	21/06/2022
SOT04-B	-30,00	Piez. Norton 3" 0-21 m cieco	18-19/07/2022
SOT06	-30,00	Piez. Norton 3" 0-3 m cieco	14-15/06/2022

3.3 CAMPAGNA INDAGINE 2023

Ai fini del presente studio, e ad integrazione dei dati disponibili, l'assetto litostratigrafico e le caratteristiche geotecniche e sismiche dei litotipi costituenti il sottosuolo è stata effettuata sulla base dei dati acquisiti nel corso della campagna di indagine geognostica eseguita e consistita nella realizzazione di:

- sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo spinti a profondità comprese tra -10,00 e -30,00 m da p.c., con esecuzione di prove di permeabilità in foro, installazione di strumentazione geotecnica in foro e prelievo di campioni di terreno rimaneggiati da sottoporre a test di laboratorio geotecnico;

- prove sismiche di tipo Down-Hole in foro di sondaggio attrezzato;
- indagini sismiche di superficie per mezzo di tecnica integrata MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) + HVSR.

Negli allegati 3, 4 e 5 vengono proposti i risultati scaturiti dalla campagna di indagine, mentre per l'ubicazione delle prove si rimanda alle planimetrie proposte nell'allegato 2.

3.3.1 *SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO*

L'indagine ha previsto la realizzazione di n. 38 sondaggi stratigrafici a carotaggio continuo spinti sino a profondità comprese tra -10,00 e -30,00 m da piano campagna, con fori di sondaggio attrezzati con tubo piezometrico a tubo aperto tipo "Norton" ovvero con tubi in PVC per indagini sismiche Down-Hole, come riportato nello specifico nella tabella che segue.

Durante l'esecuzione dei sondaggi sono state inoltre realizzate le seguenti attività:

- Rilievo stratigrafico.
- Prelievo di campioni rimaneggiati all'interno delle cassette catalogatrici (a seguito delle attività di sorveglianza archeologica) da sottoporre a prove di laboratorio geotecnico.
- Esecuzione di prove di permeabilità in foro tipo "Lefranc" da eseguirsi in foro di sondaggio
- rilievo del livello di falda all'inizio e alla fine dell'attività;
- fotografie a colori del sito di esecuzione del sondaggio e delle carote depositate in cassetta.

Nella tabella seguente si riporta il quadro riassuntivo dei sondaggi meccanici terebrati in sito con indicazione delle profondità investigate, dell'attrezzatura installata, attività eseguite in corso di carotaggio ed opere d'arte oggetto delle indagini.

SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m]	STRUMENTAZIONE	DATA DI ESECUZIONE	LIVELLO IDRICO [m da p.c.]	
LV1	30	Tubo DH	25-26/09/2023	26/09/23	13,10
LV2	10	Piezometro "NORTON"	25/09/2023	17/10/23	4,81
LV3	10	-	26/09/2023	26/09/23	4,93
LV4	10	-	26/09/2023	26/09/23	5,10
LV5	10	Piezometro "NORTON"	27/09/2023	17/10/23	5,73
LV6	10	-	02/10/2023	02/10/23	5,35
LV7	10	-	03/10/2023	03/10/23	5,42
LV8	10	-	04/10/2023	04/10/23	5,38
LV9	20	Piezometro "NORTON"	28/09/2023	17/10/23	11,26
LV10	20	-	28/09/2023	28/09/23	8,91
LV11	30	Tubo DH	27/09/2023	27/09/23	8,04
LV12	10	Piezometro "NORTON"	18/10/2023	23/10/23	3,78
LV13	10	-	19/10/2023	19/10/23	3,92
LV14	10	-	19/10/2023	19/10/23	3,85
LV15	10	Piezometro "NORTON"	19/10/2023	23/10/23	3,04
LV16	10	x	05/10/2023	05/10/23	7,22
LV17	10	Piezometro "NORTON"	05/10/2023	17/10/23	7,08
LV18	10	-	04/10/2023	04/10/23	7,28
LV19	10	-	04/10/2023	04/10/23	7,15
LV20	30	Tubo DH	02-03/10/2023	03/10/23	16,30
LV21	10	-	11/10/2023	11/10/23	5,46
LV22	10	-	30/10/2023	30/10/23	5,80
LV23	10	Piezometro "NORTON"	06/10/2023	17/10/23	5,76
LV24	10	-	31/10/2023	31/10/23	6,88
LV25	10	-	31/10/2023	31/10/23	6,85
LV26	10	Piezometro "NORTON"	11/10/2023	17/10/23	6,69
LV27	10	-	11/10/2023	11/10/23	6,85
LV28	10	-	09/10/2023	09/10/23	7,32
LV29	30	Tubo DH	09-10/10/2023	10/10/23	16,21
LV30	10	Piezometro "NORTON"	12/10/2023	17/10/23	5,05
LV31	10	-	06/10/2023	06/10/23	4,50
LV32	10	Piezometro "NORTON"	13/10/2023	17/10/23	4,48
LV33	30	Tubo DH	10-11/11/2023	11/10/23	8,08
LV34	20	Piezometro "NORTON"	31/10-01/11/2023	03/11/23	11,85
LV35	10	Piezometro "NORTON"	06/10/2023	17/10/23	5,28
LV36	10	Piezometro "NORTON"	06/10/2023	17/10/23	4,58

SONDAGGIO	PROFONDITÀ [m]	STRUMENTAZIONE	DATA DI ESECUZIONE	LIVELLO IDRICO [m da p.c.]	
LV37	10	Piezometro "NORTON"	16/10/2023	17/10/23	4,95
LV38	10	Piezometro "NORTON"	12/10/2023	17/10/23	7,62

3.3.2 INDAGINI GEOFISICHE

Ad integrazione dei dati geognostici disponibili ed al fine di ottenere informazioni indirette sulle proprietà fisiche e reologiche del terreno indagato e quindi al fine di valutare il parametro VSeq caratteristico dell'area (ai sensi del DM 17/01/2018) sono state realizzate indagini geofisiche come di seguito illustrato.

INDAGINI SISMICHE INTEGRATE MASW + HVSR

Le indagini hanno previsto l'esecuzione di prospezioni sismiche per mezzo di tecnica integrata MASW+HVSR.

Al fine di acquisire l'intero campo d'onda, sono stati realizzati stendimenti utilizzando un numero variabile di geofoni (solitamente 24), allineati a spaziatura regolare (5 m) con l'obiettivo di derivare una curva velocità onde S – profondità, la cui forma è associata alle proprietà meccaniche del terreno da indagare.

Ad integrazione dei dati acquisiti mediante MASW, si è proceduto a misure di sismica passiva dei rapporti spettrali HVSR mediante stazione sismometrica a tre componenti e relativa elaborazione HVSR.

Nell'elaborato B381CDX00GGISISRT01A sono presentati i risultati e le elaborazioni delle prove MASW effettuate.

PROVE SISMICHE IN FORO – DOWN HOLE

Nei fori di sondaggio allestiti con tubo in PVC, si è proceduto all'esecuzione di prospezioni sismiche con tecnica Down-hole lungo il foro con rilievo delle onde P e delle onde S, analisi della attenuazione delle onde sismiche e determinazione del fattore adimensionale qualità Q., per ogni metro di avanzamento.

Di seguito indicazione dei fori di sondaggio oggetto di prospezione sismica Down-hole

SONDAGGIO	PROF	STRUMENTAZIONE
LV1	-30,00	Tubo PVC DH
LV11	-30,00	Tubo PVC DH
LV20	-30,00	Tubo PVC DH
LV29	-30,00	Tubo PVC DH
LV33	-30,00	Tubo PVC DH

Nell'elaborato B381CDX00GGISISRT01A sono presentati i risultati e le elaborazioni delle prove MASW effettuate.

3.3.3 PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO

Al fine di caratterizzare dal punto di vista geotecnico i diversi litotipi individuati è stato previsto il prelievo di campioni rimaneggiati all'interno delle cassette catalogatrici, successivamente conservati entro appositi contenitori trasparenti chiusi ermeticamente ed appositamente etichettati e consegnati al laboratorio geotecnico di analisi.

Le prove, eseguite secondo la normativa e raccomandazioni italiane o, in mancanza di queste, secondo normative straniere di normale impiego anche in Italia, hanno previsto le seguenti attività:

- apertura e descrizione geotecnica dei campioni con prove speditive di consistenza (pocket penetrometer e scissometro) sui materiali coesivi e documentazione fotografica;
- determinazione del contenuto naturale d'acqua;
- pesi di volume naturale e secco;
- analisi granulometrica per vagliatura e sedimentazione;
- determinazione dei Limiti di Atterberg;

- prove di taglio diretto CD con determinazione dei parametri di resistenza di picco e residua;
- prove di consolidazione edometrica con determinazione di C_v , K_v , m_v e del coefficiente di consolidazione secondaria C_{α} .

Nell'allegato 4 sono presentati i risultati delle prove eseguite sui campioni prelevati e i certificati di prova relativi ai test di laboratorio geotecnico.

4. QUADRO GEOLOGICO-STRATIGRAFICO DI RIFERIMENTO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

L'intervallo stratigrafico interessato dal progetto corrisponde alla porzione superiore del Sintema Emiliano-Romagnolo Superiore e con maggior dettaglio, al sovrastante Subsintema di Ravenna (Olocene). Da un punto di vista stratigrafico, tenendo conto della inevitabile eterogeneità delle caratteristiche litologiche dei terreni presenti nell'intera area è possibile distinguere diverse facies, che si succedono in modo non sequenziale nel sottosuolo, con rapporti stratigrafici fortemente eteropici e conseguenti repentine variazioni e cambi di facies sia in senso orizzontale che verticale.

La reale geometria delle diverse unità è accertata solo in corrispondenza delle verticali d'indagine prese in esame, mentre per le altre distribuzioni, trattandosi di estrapolazioni su base sedimentologica in funzione delle indagini, sono da tener conto possibili variazioni locali.

Le facies individuate sono:

- RIPORTO

Depositi antropici di natura limoso-sabbiosa che presentano localmente inclusi di varia natura, caratterizzati da eterogeneità degli spessori e delle caratteristiche di consistenza.

- UNITÀ A –Facies limoso-argillosa

Limo argilloso e argilla limosa di colore grigio verdastro con presenza di calcinelli e bioclasti. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies B e C.

- UNITÀ B – Facies sabbiosa-limosa

Sabbia fine e media talvolta debolmente limosa di color marrone. Questa unità si rinviene in corpi lenticolari distribuiti nelle Facies A e C.

- UNITÀ C – Facies ghiaiosa

Ghiaia da fine a medio-grossolana in matrice sabbioso limosa. Localmente si rinvencono corpi lenticolari costituenti la Facies A e B.

La caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, indispensabile per le valutazioni di fattibilità complessiva delle previsioni urbanistiche viene di seguito riportata è stata effettuata sulla base dei log stratigrafici, delle prove in sito realizzate e dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni di terreno prelevati in corso di sondaggio.

A valle dei risultati conseguiti è possibile fornire un'indicazione dei parametri geotecnici caratteristici delle unità stratigrafiche individuate e di seguito riportati in forma tabellare.

RIPORTO	
Terreni limoso-sabbiosi con inclusi rimaneggiati da attività antropiche	
Grado di addensamento	Da poco a moderatamente addensato
Peso di volume secco (γ_d)	16-18 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	25°-28°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa

UNITÀ A	
Limi Argillosi	
Grado di addensamento	-
Peso di volume secco (γ_d)	18-20 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	25°-28°
Coesione mobilizzabile (c)	5-10 kPa

UNITÀ B	
Terreni sabbioso-limosi	
Grado di addensamento	Medio-elevato
Peso di volume secco (γ_d)	19-21 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	27°-31°
Coesione mobilizzabile (c)	0-5 kPa

UNITÀ C	
Terreni ghiaiosi in matrice sabbiosa	
Grado di addensamento	elevato
Peso di volume secco (γ_d)	19-21 kN/m ³
Angolo di attrito mobilizzabile (ϕ)	31°-35°
Coesione mobilizzabile (c)	0 kPa

5. MACRO-SISMICITÀ DELL'AREA

La raccolta di dati storici relativi la macrosismicità dell'area consente una prima approssimazione delle caratteristiche tettono-sismiche di sito e consente di ottenere data, intensità macrosismica e magnitudo momento degli eventi indicativi relativi all'area in esame. Questi stessi eventi registrati, combinati con una schematizzazione delle sorgenti sismogenetiche e con leggi di attenuazione del moto sismico, sono la base per il calcolo probabilistico delle PGA0 relative il bedrock sismico.

Viene di seguito riportata la tabella degli eventi registrati che hanno interessato l'area e il relativo grafico-istogramma per il Comune di Bologna (vedi Figura -1).

Gli eventi nell'archivio storico sono 183 ed includono il periodo tra 1065 e il 2004 e hanno Magnitudo comprese tra 4.09 (anno 1174 e 1383) e 7.02 (anno 1348).

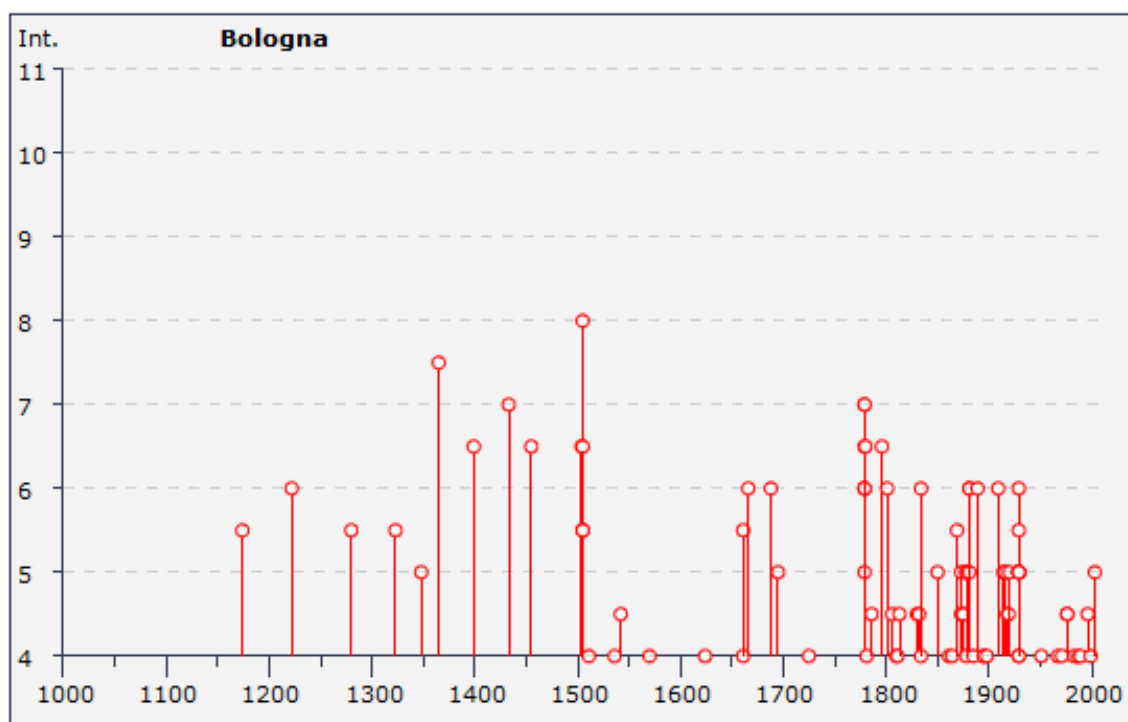


Figura 5-1 - Istogramma di intensità macrosimica di Bologna (BO)

Il territorio di Bologna (BO) ricade nel margine avanzato della macro zona 913, cioè in una delle zone in cui è stato scomposto longitudinalmente l'arco appenninico settentrionale e centrale,

da Parma fino all'Abruzzo. Questa zona include le sorgenti sismogeniche della porzione più esterna affiorante dell'arco appenninico settentrionale (Valensise e Pantosti, 2001), legata ad un regime tettonico debolmente compressivo in atto, con strutture prevalentemente a "thrust".

In questa zona si verificano terremoti prevalentemente compressivi, ma anche sisma per meccanismi trascorrenti.

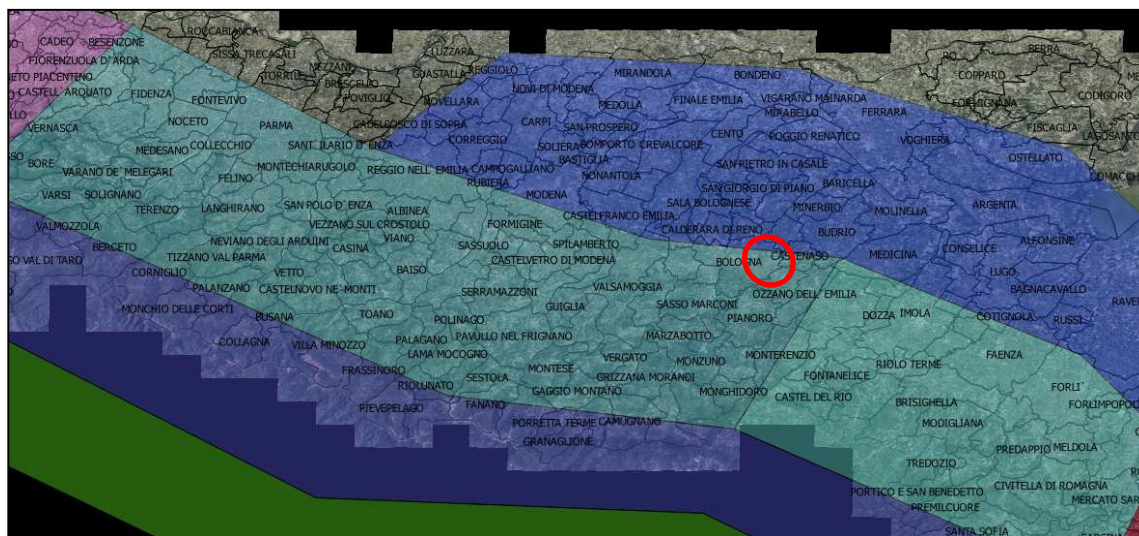


Figura 5-2 - Zone sismogenetiche riguardanti l'Emilia Romagna (Meletti e Valensise 2004).

Per una successiva schematizzazione della macro-sismicità: il territorio nazionale viene suddiviso in 4 differenti zone sismiche, ognuna contrassegnata da un diverso parametro a_g (PGA0), espresso come una frazione dell'accelerazione di gravità. Il territorio comunale di Bologna (BO) è classificato come Zona sismica 3.

Zona	Valore di a_g
1	0,35g
2	0,25g
3	0,15g
4	0,05g

Sulla base dei dati precedentemente presentati: il metodo proposto in “Indirizzi e criteri di microzonazione sismica” (I.C.M.S. 2009) per la stima del valore di Magnitudo di progetto attesa al sito viene di seguito riportato:

Si considera sempre la zonazione sismogenetica (ZS9), Secondo la quale la sismicità può essere distribuita in 36 zone, a ciascuna delle quali è associata una Magnitudo Momento massima M_{wmax} .

Per i siti che ricadono all'interno di una delle 36 zone sismogenetiche predette si assume come M il valore di M_{wmax} .

Ai fini della verifica a liquefazione e per i siti che non ricadono in alcuna zona si determinano le minime distanze (R) dalle zone (j) circostanti e si controlla per ciascuna di esse se la magnitudo M_i della zona è inferiore alla Magnitudo fornita dalla relazione $M_s = 1 + 3 \log(R)$. Se ciò accade, la verifica a liquefazione non è necessaria. Se invece è necessaria: si assume il valore di Magnitudo M_i più alto fra quelli per i quali la verifica risulta necessaria.

In alternativa è possibile il processo di disaggregazione della PGA. Questo processo permette di valutare, grazie alla mappatura delle zone sismogenetiche, il contributo di vari scenari Magnitudo-distanza epicentrale ($M-R$) alla determinazione della PGA_0 di sito. In un certo senso si può considerare come il processo inverso a quello probabilistico per la costruzione della mappa di pericolosità sismica del territorio Italiano. Sulla base dei suddetti criteri l'area oggetto di studio rientra entro la zona sismogenetica 913, per tanto la relativa Magnitudo Momento Massima attesa al sito è $M_{wmax} = 6.14$. Mentre in Figura 6-3 e 6-4 sono riportate le carte di disaggregazione delle PGA elaborate da INGV per il Comune di Bologna, la quale evidenzia che i terremoti più probabili attesi nell'area hanno una Magnitudo Momento media $M_{wmedia} = 4.910$ e una Magnitudo Momento massima $M_{wmax} = 5.774$.

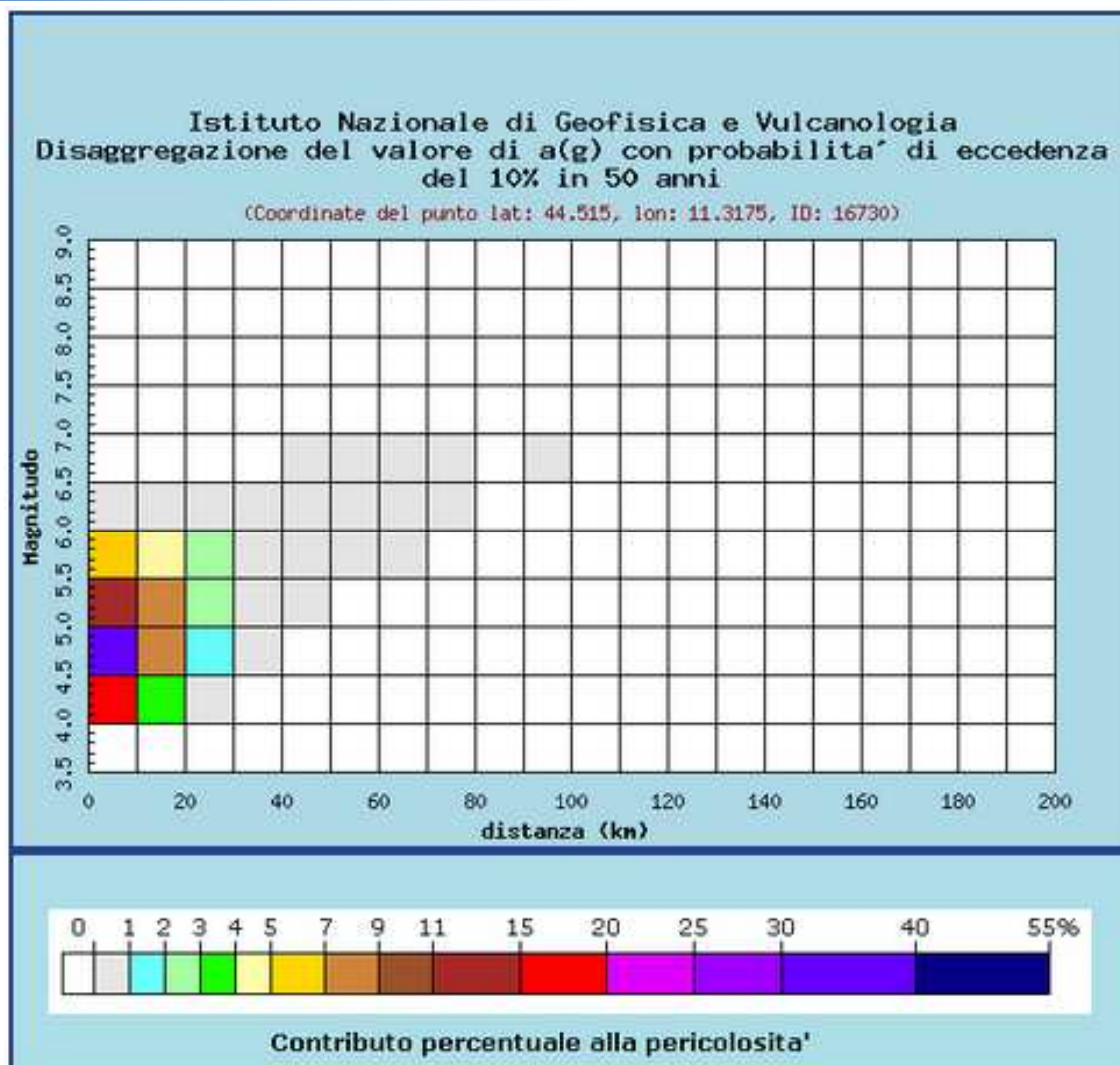


Figura 5-3 - Grafico di disaggregazione delle PGA0 (INGV).



Comune di Bologna

SECONDA LINEA TRANVIARIA DI BOLOGNA
(TRATTO NORD LINEA VERDE)
- PROGETTO DEFINITIVO
CUP: F31D21000020001



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilit� di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.515, lon: 11.3175, ID: 16730)										
	Magnitudo										
	3,5-4,0	4,0-4,5	4,5-5,0	5,0-5,5	5,5-6,0	6,0-6,5	6,5-7,0	7,0-7,5	7,5-8,0	8,0-8,5	8,5-9,0
0-10	0.000	18.600	30.200	14.200	5.060	0.240	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	3.280	8.830	7.550	4.450	0.360	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.072	1.080	2.220	2.030	0.203	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.017	0.398	0.741	0.098	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.023	0.208	0.070	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.031	0.008	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.006	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.910	8.800	0.864

Figura 5-4 - Tabella di disaggregazione delle PGA0 (INGV).

6. PERICOLOSITÀ SISMICA AI FINI DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE ELABORATA PER IL PTM E PER IL PSC (LIVELLO I)

La città metropolitana di Bologna ha provveduto alla elaborazione degli studi di pericolosità sismica preliminare del territorio amministrativo. Gli esiti di tali studi sono contenuti nel Piano Territoriale Metropolitano (PTM): in sintesi, la città Metropolitana di Bologna ha elaborato una nuova Tavola di Piano, denominata “Tavola 4 – Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali” per quanto riguarda il territorio bolognese.

La Tavola 4 costituisce il primo livello di approfondimento sismico normativamente richiesto, identificando gli scenari di pericolosità sismica locale dell'intero territorio provinciale. La cartografia ha definito una prima delimitazione delle aree omogenee dal punto di vista degli effetti locali attesi in caso di sisma; per tali zone, indica le indagini e le analisi di approfondimento che devono essere effettuate nelle successive fasi di pianificazione e, inoltre, le indicazioni normative sugli interventi ammissibili nelle aree caratterizzate da pericolo sismico elevato (art. 28 PTM).

In questo senso, le disposizioni normative del PTM non appaiono di carattere escludente in termini di previsione di nuovi interventi, ma impongono l'esecuzione di ulteriori approfondimenti delle indagini e degli studi geologici in funzione della pericolosità sismica riscontrata nella Tavola 4. La citata Tavola fornisce, in sostanza, le prime indicazioni sui limiti e sulle condizioni per orientare le scelte di pianificazione alla scala comunale verso ambiti meno esposti alla pericolosità sismica. La normativa sismica del PTM indica anche gli approfondimenti sismici richiesti nelle aree instabili dal punto di vista sismico, fino al “terzo livello” conoscitivo, da espletarsi nelle successive fasi di pianificazione comunale, per confermare o meno tale condizione di pericolosità e, dunque, la possibilità o meno di previsioni di nuove trasformazioni urbanistiche.

Nell'ambito del presente studio, le aree di intervento individuate ricadono nelle seguenti macro zone individuate nel PTM:

- L – Zona di attenzione per instabilità da liquefazione o densificazione;

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: la presenza di sedimenti granulari saturi nei primi 20 m dal p.c. costituisce fattore predisponente il fenomeno della liquefazione mentre negli intervalli sabbiosi sopra falda e poco addensati si può verificare il fenomeno della densificazione. Per gli interventi ammessi in relazione a tali aree dovranno essere effettuati studi di terzo livello, con valutazione del coefficiente di amplificazione litologico, verifica della presenza di caratteri predisponenti la liquefazione e/o la densificazione e relativa stima del potenziale di liquefazione/densificazione e dei cedimenti attesi.

- B – Depositi di margine appenninico-padano.

Effetti attesi e approfondimenti richiesti: aree suscettibili di amplificazione stratigrafica. È richiesta la stima dell'amplificazione. In relazione a tali aree è ritenuto sufficiente il II livello di approfondimento.

Per tali aree, la normativa della città metropolitana (art. 28) richiede approfondimenti con studi geologici finalizzati alla definizione della risposta sismica locale e alla verifica dei caratteri predisponenti la liquefazione.

Occorre rammentare che l'elaborazione della cartografia di pericolosità sismica del PTM ha considerato anche degli studi di PTCP elaborati dalla provincia e di PSC elaborati dai Comuni.

La sintesi della pericolosità sismica estrapolata dal PTM è di seguito riportata per ogni area di intervento:

AREA	Carta di area vasta delle aree suscettibili di effetti locali PTM
Dalla pk 0+000 alla pk 0+140;	L – Zona di attenzione per instabilità da liquefazione/densificazione Descrizione: successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici, nei primi 20 m da p.c.
Dalla pk 0+140 alla pk 1+050;	B – Depositi di margine appenninico-padano Descrizione: depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose) di conoide alluvionale, di spessore H>5m, sepolti (profondità >3m da p.c.) e depositi di interconoide.
Dalla pk 1+050 alla pk 1+670;	L – Zona di attenzione per instabilità da liquefazione/densificazione Descrizione: successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici, nei primi 20 m da p.c.
Dalla pk 1+670 alla pk 1+890;	B – Depositi di margine appenninico-padano Descrizione: depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose) di conoide alluvionale, di spessore H>5m, sepolti (profondità >3m da p.c.) e depositi di interconoide.
Dalla pk 1+890 alla pk 5+290;	L – Zona di attenzione per instabilità da liquefazione/densificazione Descrizione: successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici, nei primi 20 m da p.c.
Dalla pk 5+290 alla pk 5+525.	B – Depositi di margine appenninico-padano Descrizione: depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose) di conoide alluvionale, di spessore H>5m, sepolti (profondità >3m da p.c.) e depositi di interconoide.

In Allegato si riportano la planimetria con individuazione degli ambiti di intervento e pericolosità sismica estrapolata da PTM (Allegato 1).

7. MICROZONAZIONE SISMICA DELLE AREE DI INTERVENTO (LIVELLO II)

Per la quantificazione della risposta sismica locale, il D.G.R. 476/2021 propone la definizione semi quantitativa degli effetti di amplificazione locale semplificata (secondo livello di approfondimento) per le zone comprese “nelle aree pianeggianti o sub-pianeggianti”. L’amplificazione è quantificata secondo i seguenti parametri FA riferiti alla superficie:

- FA PGA → rapporto tra la massima ampiezza dell’accelerazione su affioramento rigido ($a_{max,r}$) e la massima ampiezza dell’accelerazione alla superficie del deposito ($a_{max,s}$) alla frequenza f . Il fattore di amplificazione dipende dalla frequenza di eccitazione armonica, dal fattore di smorzamento D e dal rapporto tra l’impedenza sismica, prodotto tra densità-velocità, della roccia base e quella del deposito.
- FA SA → indicatore della pericolosità sismica è definito come l’area sottesa dello spettro di risposta in accelerazione alla superficie del sito; si determinano i fattori di amplificazione per quattro intervalli di frequenze, rispettivamente da $0.1 < T < 0.5$ s (SA1), da $0.4 < T < 0.8$ s (SA2), da $0.7 < T < 1.1$ s (SA3) e da $0.5 < T < 1.5$ s (SA4).
- FA SI - Intensità spettrale di Housner → indicatore della pericolosità sismica è definito come l’area sottesa dello spettro di risposta di pseudo-velocità; si determinano i fattori di amplificazione per tre intervalli di frequenze, rispettivamente da $0.1 < T < 0.5$ s (SI1), da $0.5 < T < 1.0$ s (SI2), da $0.5 < T < 1.5$ s (SI3).

I fattori di amplificazione sopra descritti, sono desunti dagli abachi riportati nella D.G.R. 476/2021 (Allegato A2), riferiti a situazioni morfologico-stratigrafiche, che tengono conto delle caratteristiche litologiche e morfologiche e della profondità del bedrock sismico.

Le variabili fondamentali, da inserire nelle tabelle per la stima dell’amplificazione locale sono state, pertanto, la velocità equivalente delle onde di taglio nel sottosuolo e gli spessori dei sedimenti superficiali che possono amplificare il moto sismico e/o la profondità del bedrock sismico.

7.1 ESITI SECONDO LIVELLO DI APPROFONDIMENTO

A supporto della caratterizzazione di risposta sismica, per ciascun ambito di intervento sono state eseguite indagini geofisiche di superficie per mezzo di tecnica integrata MASW+HVSr e prove sismiche in foro Down-Hole in grado di fornire la velocità delle onde S ed una stima della frequenza fondamentale f_0 , corrispondente al picco significativo di amplificazione a più bassa frequenza correlabile con il “bedrock sismico”.

In generale, i picchi nello spettro H/V ricavati dalle registrazioni HVSr sono indotti da riflettori sismici nel sottosuolo, ovvero da strati più rigidi in grado di amplificare il moto sismico negli strati meno rigidi che li sovrastano. Inoltre, le frequenze ove si riscontrano amplificazioni spettrali, sono correlabili con la profondità dei rispettivi riflettori sismici.

Indicativamente, al bedrock sismico è possibile attribuire le seguenti profondità in funzione degli intervalli di frequenze entro i quali vengono registrati i picchi nello spettro H/V:

- profondità maggiori di 100 metri per picchi H/V a basse frequenze fino a circa 1 Hz
- profondità comprese tra 100 m e 30 m per picchi H/V registrati a frequenze da 1 Hz a circa 2 Hz
- profondità comprese tra 30 m e 10 m per picchi H/V da 2 Hz a circa 8 Hz
- profondità inferiori a circa 10 m per frequenze >8 Hz.

Infine, picchi spettrali più elevati, sono indicatori di più forti contrasti di impedenza tra lo strato riflettore e i sovrastanti spessori di sedimenti meno rigidi e dunque in grado di amplificare maggiormente il moto sismico.

Ciò detto, gli esiti delle indagini sismiche sono rappresentati nella planimetria di *Allegato 7*. Questa cartografia di sintesi discrimina le misure in classi di frequenza fondamentale (ove possibile distinguerla); si rilevano amplificazioni soprattutto nei periodi più lunghi (cioè a frequenze basse) a dimostrazione di riflettori sismici significativi piuttosto profondi (>100 metri).

Le indagini geofisiche consentono inoltre di stimare v_{Seq} variabili da circa 211 m/s a 337 m/s (cfr. *Allegato 6 – Carta delle velocità delle onde di taglio S (v_s)*), in funzione della presenza o meno di spessori ghiaiosi anche sub affioranti (conoidi recenti del Reno e del Savena/Idice).

In conclusione, in ottemperanza all'analisi semplificata proposta dal DGR 476/2021 e 564/2021, i dati di sottosuolo scaturiti dalle indagini in sito effettuate, permettono di attribuire agli ambiti di intervento individuati il macro contesto geologico "PIANURA 1" indicato in Allegato A2. Trattasi di un ambito di pianura caratterizzato da sedimenti alluvionali prevalentemente fini, alternanze di limi, argille e sabbie, caratterizzato dalla presenza di un'importante discontinuità stratigrafica responsabile di un contrasto di impedenza significativo, tale da essere considerato coincidente con il tetto del substrato rigido, a profondità indicativa di 100 ± 20 m da p.c.;

In tale contesto, ricadono le aree di intervento all'interno delle quali gli esiti delle indagini sismiche evidenziano, molto spesso, alti spettrali dominanti a frequenze prossime a 1 Hz (queste ultime assunte, ove plausibile, a frequenze fondamentali).

Si evidenzia che in corrispondenza dei punti di indagine n. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, e 15 sono stati riscontrati picchi H/V a frequenze più elevate (comprese tra 3,0 e 4,8 Hz) correlabili alla presenza di strati ghiaiosi riconducibili agli apparati distributori del Fiume Reno e del Canale Navile.

Nella seguente tabella, si riassumono i parametri sismici ricavati dalla microzonazione semplificata (DGR 476/2021) per ogni ambito di intervento, per i quali si precisa che sono state comunque elaborate ulteriori analisi numeriche di RSL (gli esiti sono illustrati nel successivo capitolo 8).

	Dalla pk 0+000 alla pk 0+140;	Dalla pk 0+140 alla pk 1+050;	Dalla pk 1+050 alla pk 1+670;	Dalla pk 1+670 alla pk 1+890;	Dalla pk 1+890 alla pk 5+290;	Dalla pk 5+290 alla pk 5+525
FA PGA	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,7
FA SA1 (0.1<T<0.5 s)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,7	1,8
FA SA2 (0.4<T<0.8 s)	2,4	2,4	2,4	2,4	2,2	2,5
FA SA3 (0.7<T<1.1 s)	3,0	3,0	3,0	3,0	2,7	3,2
FA SA4 (0.5<T<1.5 s)	2,7	2,7	2,7	2,7	2,4	3,0
FA SI1 (0.1<T<0.5 s)	1,9	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9
FA SI2 (0.5<T<1.0 s)	2,7	2,7	2,7	2,7	2,5	2,9
FA SI3 (0.5<T<1.5 s)	2,8	2,8	2,8	2,8	2,5	3,2

8. MODELLAZIONI NUMERICHE DELLA RISPOSTA SISMICA LOCALE. APPROFONDIMENTI SISMICI DI LIVELLO III

Lo studio di Risposta Sismica Locale (RSL) per ciascun ambito di intervento individuato è stato effettuato tramite modello lineare equivalente numerico monodimensionale, utilizzando il software STRATA, che implementa il codice di calcolo ProShake2000. Quest'ultimo è il più diffuso tra i codici che eseguono l'analisi della RSL monodimensionale in termini di pressioni totali. Le assunzioni di base seguono lo schema della trave a taglio continua, cioè:

- Il substrato roccioso è orizzontale, deformabile e infinitamente esteso;
- Il deposito è stratificato orizzontalmente, con strati infinitamente estesi e omogenei in direzione orizzontale.
- L'azione sismica è rappresentata da onde di taglio che si propagano in direzione verticale, polarizzate sul piano orizzontale.

Il territorio di pianura del bolognese, risulta essere idoneo in termini di assetto tettonico e stratigrafico per analisi di tipo mono-dimensionale, in quanto la stratigrafia mantiene un andamento pseudo piano-parallelo, il substrato sismico si trova ad elevate profondità e la superficie topografica è parallela ai contatti stratigrafici nel sottosuolo; pertanto gli effetti di amplificazione sismica bidimensionale sono notevolmente ridotti in questo contesto.

Come indicato nella DGR 476/2021 (Allegato A4), che definisce un set di n. 7 accelerogrammi per ciascun nodo della griglia regionale con tempi di ritorno pari a 475 anni, sono stati utilizzati quali serie temporali gli input sismici resi disponibili dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, tema "Sismica – Microzonazione Sismica".

Il moto sismico (periodo di ritorno 475 anni) in termini di accelerogrammi relativi al sito analizzato è ottenuto moltiplicando le accelerazioni normalizzate dei segnali di riferimento per il valore di arefg.

Il valore di arefg relativo a ciascuna area di intervento, si ottiene interpolando i valori di aref definiti nei punti della griglia più prossimi al sito oppure utilizzando il valore del punto della griglia più vicino.

Lo spettro di riposta in accelerazione (smorzamento pari al 5%) a probabilità uniforme, che descrive le caratteristiche del moto sismico atteso per un periodo di ritorno di 475 anni si ottiene moltiplicando i valori della tabella 1 (Allegato 4) disponibile nella pagina web dedicata agli indirizzi per gli studi di microzonazione sismica a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli, per il valore di arefg ottenuto precedentemente (DGR 476/ 2021).

Una volta definito il modello sismostratigrafico sitospecifico, ad ogni unità sismostratigrafica individuata è stata assegnata la velocità di propagazione delle onde di taglio v_s ricavata da prova HVSR-MASW e Down-Hole, che viene variata entro un range ritenuto significativo, attribuendo un peso di volume ottenuto da caratterizzazione geotecnica in sito o indirettamente ricavato per i depositi più profondi. Inoltre, il codice di simulazione numerica necessita della definizione dell'andamento del modulo di taglio normalizzato G/G_0 e della curva di amplificazione dello smorzamento $D\%$, al procedere del livello deformativo $\gamma\%$, per ciascuna unità geo-litologica. I sondaggi geognostici consentono una classificazione qualitativa e quantitativa dei corpi. È possibile associare ogni unità ad una curva di decadimento del rapporto G_{max}/G_0 e di amplificazione dello smorzamento $D\%$ fornite e ampiamente descritte da vari autori. Il software di calcolo implementa un elevato numero di queste curve, che sono state proposte per differenti classi granulometriche, densità e in certi casi in funzione delle caratteristiche di plasticità del materiale. I modelli di queste curve più comunemente utilizzati sono, a titolo esemplificativo: Darendeli&Stokoe(2001), EPRI, GEI, GeoMatrix(1990), Idriss (1990), Imperial Valley Soils, Iwasaki, Seed&Idriss, Vucetic&Dobry, etc...

Da un'analisi di sensitività del modello è possibile osservare che il risultato numerico non è particolarmente sensibile a questo dato e che la specificità delle curve di letteratura consente di rappresentare al meglio un ottimo "ventaglio" di terreni e depositi.

Secondo quanto previsto dal DGR 476/2021 e 564/2021, per approfondimenti sismici di III livello, l'amplificazione locale è quantificata, secondo i seguenti parametri FA riferiti alla superficie che vanno ad aggiungersi ai parametri FA già definiti nella procedura semplificata (FA PGA - FA SA - FA SI):

- FA H_{SM} → parametro che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto (accelerazione in cm/s^2), dato dal prodotto del parametro Acceleration Spectrum Intensity (ASI_{UHS}), valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1s \leq T \leq 0,5s$, diviso per ΔT e moltiplicato per il fattore di amplificazione in accelerazione (FA) calcolato per lo stesso intervallo di periodi:

$$H_{SM} = \frac{ASI_{UHS}}{\Delta T} \cdot FA.$$

In riferimento al parametro H_{SM} , i valori di $ASI_{UHS} / \Delta T$ sono forniti per ogni punti della griglia INGV entro gli allegati del DGR 630/2019;

- FA H → indicatore dello scuotimento in accelerazione (cm/s^2) atteso ai sito per gli intervalli di periodo $0.4s \leq T \leq 0.8s$, $0.7s \leq T \leq 1.1s$ e $0.5s \leq T \leq 1.5s$. In relazione a questi intervalli di periodo è stata effettuato un calcolo integrale specifico dello spettro di riferimento (con coordinate spettrali definite entro il DGR 630/2019 e relative al bedrock) ed è stato moltiplicato per il fattore di amplificazione ottenuto tramite le simulazioni numeriche per lo stesso intervallo di periodo.

I fattori di amplificazione sopra descritti, sono desunti dalle analisi di RSL effettuate ai sensi della DGR 476/2021 e 564/2021 (Allegato A3, Allegato A4) per ogni ambito di intervento individuato e riferite a situazioni morfologico-stratigrafiche che tengono conto delle caratteristiche litologiche e morfologiche e della profondità del bedrock sismico.

In conclusione si sono elaborati i seguenti modelli numerici di RSL, rappresentativi delle seguenti aree di intervento:

RSL 1 → Dalla pk 0+000 alla pk 0+140

RSL 2 → Dalla pk 0+140 alla pk 1+050

RSL 3 → Dalla pk 1+050 alla pk 1+670

RSL 4 → Dalla pk 1+670 alla pk 1+890

RSL 5 → Dalla pk 1+890 alla pk 5+290

RSL 6 → Dalla pk 5+290 alla pk 5+525

A seguire si riportano gli esiti tabulari e numerici delle simulazioni di RSL, mentre in *Allegato 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, e 19* si propongono graficamente i fattori di amplificazione in termini di PGA, SA1, SA2, SA3, SA4, SI1, SI2, SI3, HSM e H0408, H0711, H0515, ovvero lo scuotimento in accelerazione (cm/s^2) atteso al sito per gli intervalli di periodi $0,4s \leq T \leq 0,8s$, $0,7s \leq T \leq 1,1s$ e $0,5s \leq T \leq 1,5s$.

RSL 1 → Dalla pk 0+000 alla pk 0+140

Come indicato nella DGR 476/2021, i 7 accelerogrammi di input resi disponibili dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, tema “Sismica - Microzonazione Sismica” sono stati moltiplicati per il valore a_{ref} definito per il sito in esame, così identificato:

Aref	LATITUDINE	LONGITUDINE	VALORE (g)
	44°30'54.00"N	11°19'3.00"E	0.1637

Nell'impostare il calcolo di riposta sismica locale, i 7 accelerogrammi sono stati opportunamente scalati in funzione delle caratteristiche di base (A_g , T_R) relative allo stato limite in esame (SLV) rappresentativi dello scuotimento atteso sul suolo di riferimento relativo alla categoria di sottosuolo A definita nella tabella 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Di seguito viene proposto il grafico di confronto degli spettri numerici risultanti dallo studio di RSL con smorzamento 5% e degli spettri normativi normalizzati come indicato nella DGR 476/2021.

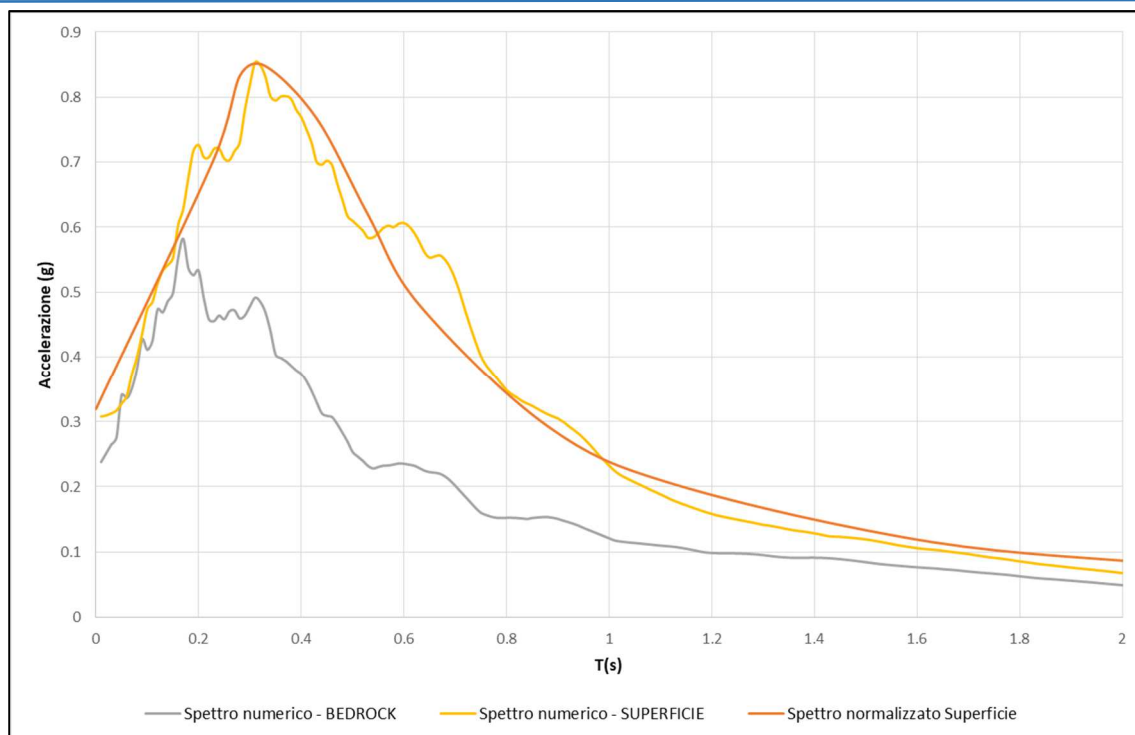


Figura 8-1 – Confronto spettri numerici

I fattori di amplificazione ed i parametri di scuotimento, risultanti dall'analisi numerica sono esposti nella seguente tabella:

FA PGA	FA SA1	FA SA2	FA SA3	FA SA4	FA SI1	FA SI2	FA SI3	HSM	H0408	H0711	H0515
1.5	1.56	2.42	2.14	2.38	1.79	2.34	2.34	530.71	483.1	165.64	714.78

RSL 2 → Dalla pk 0+140 alla pk 1+050

Come indicato nella DGR 476/2021, i 7 accelerogrammi di input resi disponibili dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, tema “Sismica - Microzonazione Sismica” sono stati moltiplicati per il valore aref definito per il sito in esame, così identificato:

Aref	LATITUDINE	LONGITUDINE	VALORE (g)
	44°30'54.00"N	11°19'3.00"E	0.1637

Nell'impostare il calcolo di riposta sismica locale, i 7 accelerogrammi sono stati opportunamente scalati in funzione delle caratteristiche di base (A_g , T_R) relative allo stato limite in esame (SLV) rappresentativi dello scuotimento atteso sul suolo di riferimento relativo alla categoria di sottosuolo A definita nella tabella 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Di seguito viene proposto il grafico di confronto degli spettri numerici risultanti dallo studio di RSL con smorzamento 5% e degli spettri normativi normalizzati come indicato nella DGR 476/2021.

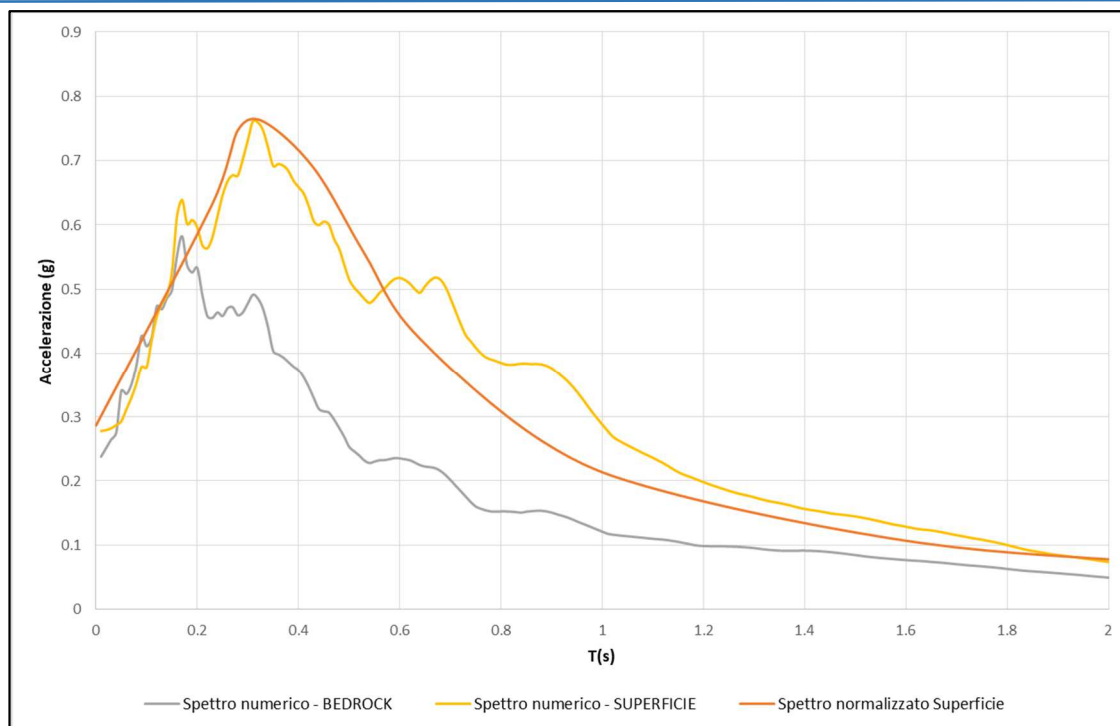


Figura 8-2 – Confronto spettri numerici

I fattori di amplificazione ed i parametri di scuotimento, risultanti dall'analisi numerica sono esposti nella seguente tabella:

FA PGA	FA SA1	FA SA2	FA SA3	FA SA4	FA SI1	FA SI2	FA SI3	HSM	H0408	H0711	H0515
1.3	1.37	2.15	2.44	2.34	1.57	2.37	2.37	470.15	430.3	189.38	702.67

RSL 3 → Dalla pk 1+050 alla pk 1+670

Come indicato nella DGR 476/2021, i 7 accelerogrammi di input resi disponibili dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, tema “Sismica - Microzonazione Sismica” sono stati moltiplicati per il valore aref definito per il sito in esame, così identificato:

Aref	LATITUDINE	LONGITUDINE	VALORE (g)
	44°30'54.00"N	11°19'3.00"E	0.1637

Nell'impostare il calcolo di riposta sismica locale, i 7 accelerogrammi sono stati opportunamente scalati in funzione delle caratteristiche di base (A_g , T_R) relative allo stato limite in esame (SLV) rappresentativi dello scuotimento atteso sul suolo di riferimento relativo alla categoria di sottosuolo A definita nella tabella 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Di seguito viene proposto il grafico di confronto degli spettri numerici risultanti dallo studio di RSL con smorzamento 5% e degli spettri normativi normalizzati come indicato nella DGR 476/2021.

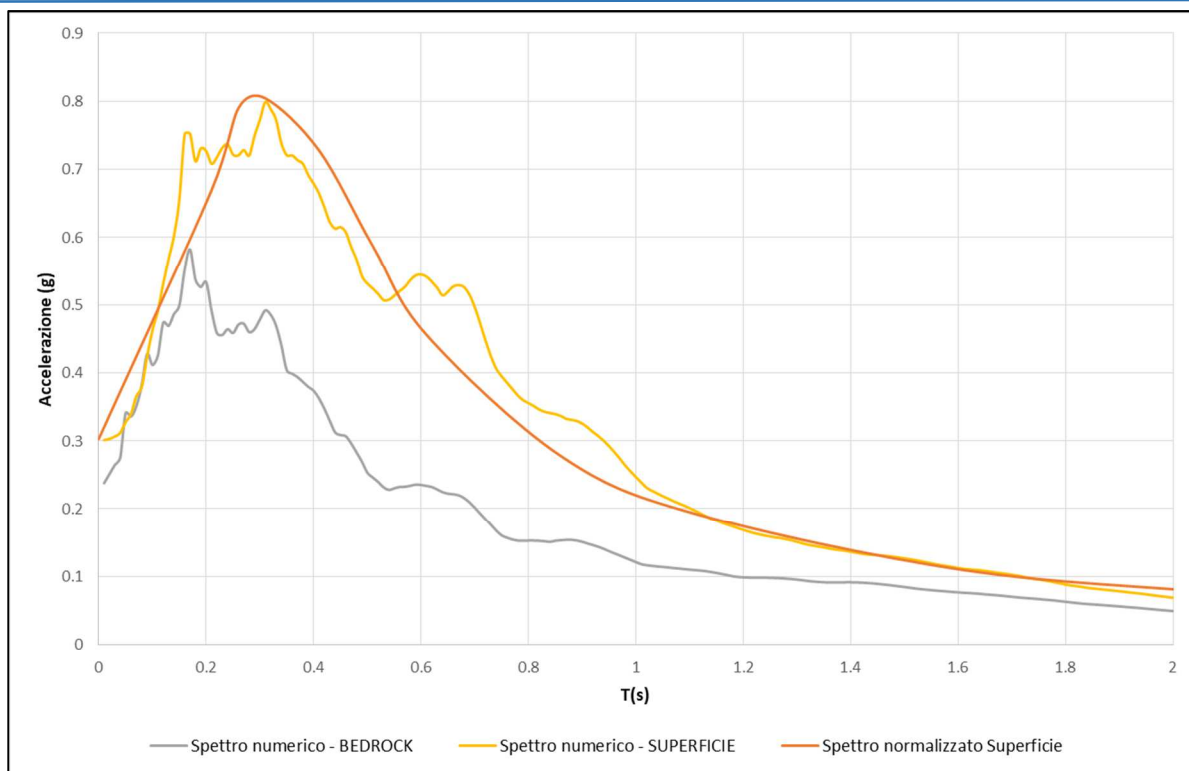


Figura 8-3 – Confronto spettri numerici

I fattori di amplificazione ed i parametri di scuotimento, risultanti dall'analisi numerica sono esposti nella seguente tabella:

FA PGA	FA SA1	FA SA2	FA SA3	FA SA4	FA SI1	FA SI2	FA SI3	HSM	H0408	H0711	H0515
1.4	1.51	2.20	2.20	2.28	1.68	2.27	2.27	526.50	439.20	170.37	684.0

RSL 4 → Dalla pk 1+670 alla pk 1+890

Come indicato nella DGR 476/2021, i 7 accelerogrammi di input resi disponibili dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, tema “Sismica - Microzonazione Sismica” sono stati moltiplicati per il valore aref definito per il sito in esame, così identificato:

Aref	LATITUDINE	LONGITUDINE	VALORE (g)
	44°30'54.00"N	11°19'3.00"E	0.1637

Nell'impostare il calcolo di riposta sismica locale, i 7 accelerogrammi sono stati opportunamente scalati in funzione delle caratteristiche di base (A_g , T_R) relative allo stato limite in esame (SLV) rappresentativi dello scuotimento atteso sul suolo di riferimento relativo alla categoria di sottosuolo A definita nella tabella 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Di seguito viene proposto il grafico di confronto degli spettri numerici risultanti dallo studio di RSL con smorzamento 5% e degli spettri normativi normalizzati come indicato nella DGR 476/2021.

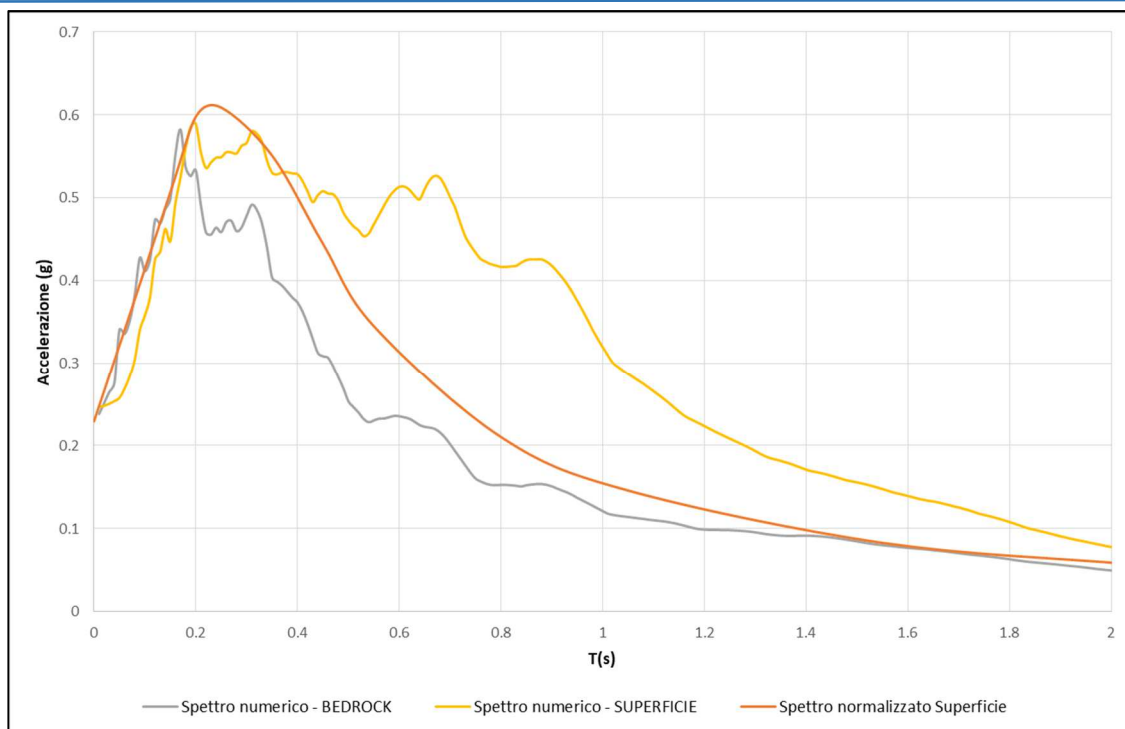


Figura 8-4 – Confronto spettri numerici

I fattori di amplificazione ed i parametri di scuotimento, risultanti dall'analisi numerica sono esposti nella seguente tabella:

FA PGA	FA SA1	FA SA2	FA SA3	FA SA4	FA SI1	FA SI2	FA SI3	HSM	H0408	H0711	H0515
1.0	1.16	2.06	2.67	2.43	1.30	2.49	2.49	394.83	412.53	207.23	729.85

RSL 5 → Dalla pk 1+890 alla pk 5+290

Come indicato nella DGR 476/2021, i 7 accelerogrammi di input resi disponibili dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, tema “Sismica - Microzonazione Sismica” sono stati moltiplicati per il valore aref definito per il sito in esame, così identificato:

Aref	LATITUDINE	LONGITUDINE	VALORE (g)
	44°30'54.00"N	11°19'3.00"E	0.1637

Nell'impostare il calcolo di riposta sismica locale, i 7 accelerogrammi sono stati opportunamente scalati in funzione delle caratteristiche di base (A_g , T_R) relative allo stato limite in esame (SLV) rappresentativi dello scuotimento atteso sul suolo di riferimento relativo alla categoria di sottosuolo A definita nella tabella 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Di seguito viene proposto il grafico di confronto degli spettri numerici risultanti dallo studio di RSL con smorzamento 5% e degli spettri normativi normalizzati come indicato nella DGR 476/2021.

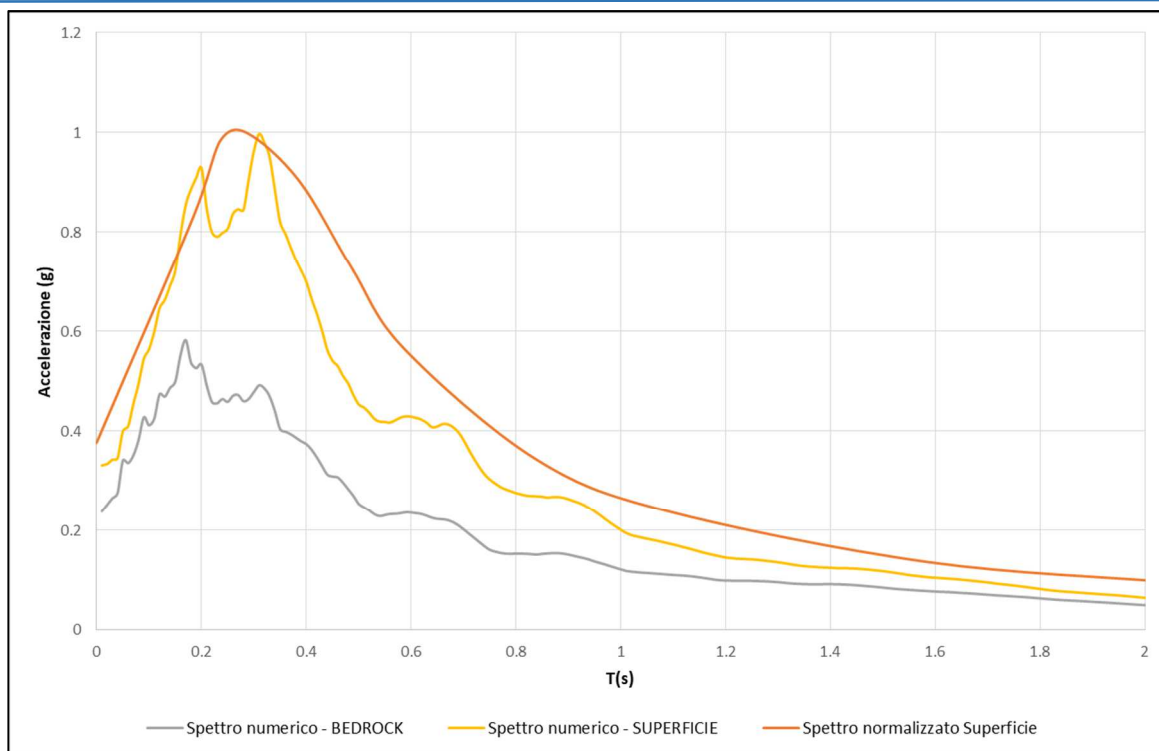


Figura 8-5 – Confronto spettri numerici

I fattori di amplificazione ed i parametri di scuotimento, risultanti dall'analisi numerica sono esposti nella seguente tabella:

FA PGA	FA SA1	FA SA2	FA SA3	FA SA4	FA SI1	FA SI2	FA SI3	HSM	H0408	H0711	H0515
1.7	1.68	1.82	1.75	1.81	1.81	1.81	1.81	610.95	364.60	135.73	543.72

RSL 6 → Dalla pk 5+290 alla pk 5+525

Come indicato nella DGR 476/2021, i 7 accelerogrammi di input resi disponibili dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli regionale, tema “Sismica - Microzonazione Sismica” sono stati moltiplicati per il valore aref definito per il sito in esame, così identificato:

Aref	LATITUDINE	LONGITUDINE	VALORE (g)
	44°30'54.00"N	11°19'3.00"E	0.1637

Nell'impostare il calcolo di riposta sismica locale, i 7 accelerogrammi sono stati opportunamente scalati in funzione delle caratteristiche di base (A_g , T_R) relative allo stato limite in esame (SLV) rappresentativi dello scuotimento atteso sul suolo di riferimento relativo alla categoria di sottosuolo A definita nella tabella 3.2.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2018.

Di seguito viene proposto il grafico di confronto degli spettri numerici risultanti dallo studio di RSL con smorzamento 5% e degli spettri normativi normalizzati come indicato nella DGR 476/2021.

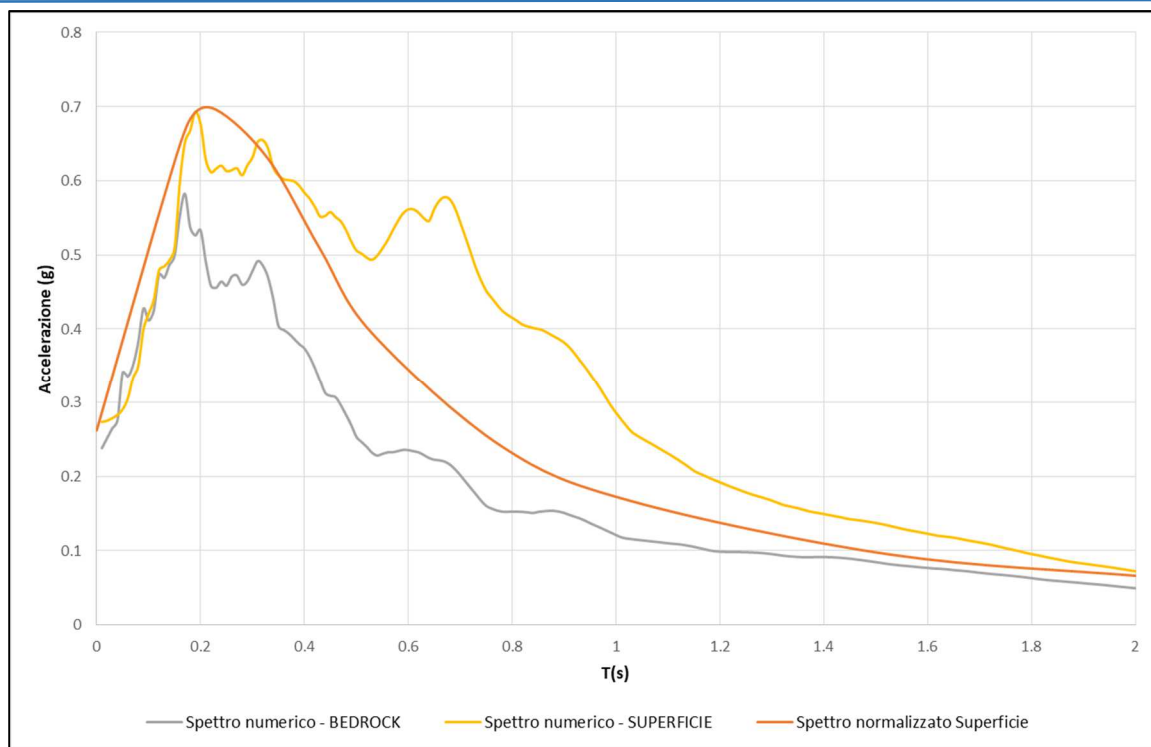


Figura 8-6 – Confronto spettri numerici

I fattori di amplificazione ed i parametri di scuotimento, risultanti dall'analisi numerica sono esposti nella seguente tabella:

FA PGA	FA SA1	FA SA2	FA SA3	FA SA4	FA SI1	FA SI2	FA SI3	HSM	H0408	H0711	H0515
1.2	1.31	2.23	2.54	2.49	1.46	2.52	2.52	448.72	445.90	197.13	747.77

9. VERIFICHE NUMERICHE LIQUEFACIBILITÀ

L'analisi della liquefacibilità dei sedimenti, se sottoposti a sollecitazioni cicliche indotte da terremoti è di fondamentale importanza per gli aspetti di progettazione geotecnica antisismica. In particolare, occorre valutare, nel modo più adeguato possibile, le effettive condizioni di suscettibilità, le condizioni di innesco e il rischio sito specifico di tale fenomeno.

Con il termine “liquefazione” si indicano vari fenomeni fisici (mobilità ciclica, liquefazione ciclica, fluidificazione) osservati durante terremoti significativi (generalmente, $M > 5.5$) nei depositi e nei pendii sabbiosi saturi; in questi sedimenti, le condizioni “non drenate” durante il sisma possono indurre un incremento e un accumulo delle pressioni interstiziali, che a loro volta possono provocare una drastica caduta della resistenza al taglio e quindi una perdita di capacità portante del terreno. Il meccanismo di liquefazione dei sedimenti è governato da molti fattori che si possono ricondurre principalmente:

- alle caratteristiche dell'impulso sismico (forma, durata dello scuotimento, ecc.) e la sua energia (magnitudo, accelerazioni, ecc.);
- alle caratteristiche tessiturali e meccaniche dei sedimenti (fuso granulometrico, densità relativa, coesione, limiti di consistenza, ecc.);
- alla presenza di falda superficiale e alle condizioni di confinamento dello strato liquefacibile (non sono riportati casi in letteratura di liquefazione in strati granulari profondi oltre 15-20 metri).

La differenza fra i diversi fenomeni dipende dalle tensioni di taglio mobilizzate per l'equilibrio in condizioni statiche e dalla resistenza al taglio residua dopo il terremoto.

In condizioni di sisma, vi possono anche essere effetti di “riordino” dei sedimenti, con possibilità di cedimenti significativi che possono coinvolgere sia i depositi granulari, sia i sedimenti fini poco coesivi.

Nell'ultimo decennio, sono state elaborate procedure di stima delle potenziali deformazioni post-sisma, provocate da perdite di resistenza, anche nei sedimenti fini (limi e argille a comportamento “non drenato”). Quest'ultimo fenomeno è noto con il termine “cyclic softening” (Idriss & Boulanger, 2004 e 2008).

Fenomeni di liquefazione si sono chiaramente manifestati con gli eventi sismici emiliani del maggio 2012, tuttavia non si sono riscontrati fenomeni più critici riconducibili a fluidificazione (con perdita della capacità portante del terreno dei sedimenti al di sotto delle costruzioni) e neppure scorrimenti significativi nelle scarpate degli argini; anche i cedimenti rilevati degli edifici sono risultati complessivamente limitati e per lo più uniformi al di sotto delle costruzioni. Per ulteriori aspetti teorici, si rimanda alla vasta letteratura scientifica ed in particolare ai rapporti tecnici elaborati a seguito del sisma emiliano del maggio 2012 (consultabili anche online nel sito del SGSS).

Nel presente studio la valutazione della suscettibilità alla liquefazione dei terreni è stata eseguita a seguito degli studi di RSL, mediante la stima del parametro I_L (Indice di Liquefazione) per ciascuna indagine sismica di superficie realizzata.

Attraverso la definizione del parametro I_L è possibile definire le seguenti classi di pericolosità (Sonmez, 2003):

$I_L = 0 \rightarrow$ *non liquefacibile*

$0 < I_L \leq 2 \rightarrow$ *potenziale basso*

$2 < I_L \leq 5 \rightarrow$ *potenziale moderato*

$5 < I_L \leq 15 \rightarrow$ *potenziale alto*

$I_L > 15 \rightarrow$ *potenziale molto alto*

L'indice di liquefazione, I_L , è definito dalla seguente relazione:

$$I_L = \int_0^{z_{crit}} F(z) \cdot w(z) \cdot dz$$

Dove

$$w(z) = \frac{200}{z_{crit}} \cdot \left(1 - \frac{z}{z_{crit}} \right)$$

z_{crit} è la profondità critica, ovvero la profondità massima entro la quale può verificarsi la liquefazione, che di norma si assuma pari a 20 m.

La variabile $F(z)$ vale (Sonmez, 2003):

$$F(z) = 0$$

$$\text{per } F_L \geq 1.2$$

$$F(z) = 2 \cdot 10^{-6} \cdot \exp(-18.427 \cdot F_L) \quad \text{per } 1.2 > F_L \geq 0.95$$

$$F(z) = 1 - F_L \quad \text{per } F_L \leq 0.95$$

In allegato 21 si propone la perimetrazione delle aree indagate con i valori della pericolosità locale espressa come indice di liquefazione.

9.1 RISULTATI E COMMENTI SULLE AREE DI INTERVENTO

Nel presente paragrafo vengono riassunti gli esiti delle verifiche alla liquefazione mediante la stima del parametro IL (Indice di Liquefazione) per ciascuna tratta identificata precedentemente.

Tratta da pk a pk	IL
Da pk 0+000 a pk 0+140	0
Dalla pk 0+140 alla pk 1+050	0
Dalla pk 1+050 alla pk 1+670	0
Dalla pk 1+670 alla pk 1+890	0
Dalla pk 1+890 alla pk 5+290	0
Dalla pk 5+290 alla pk 5+525	0

A valle dei risultati conseguiti, lungo le tratte prese in considerazione, non sono state riscontrate particolari situazioni di criticità, con i valori di IL sempre pari a zero e classificati come terreni “Non liquefacibili” (Sonmez, 2003).

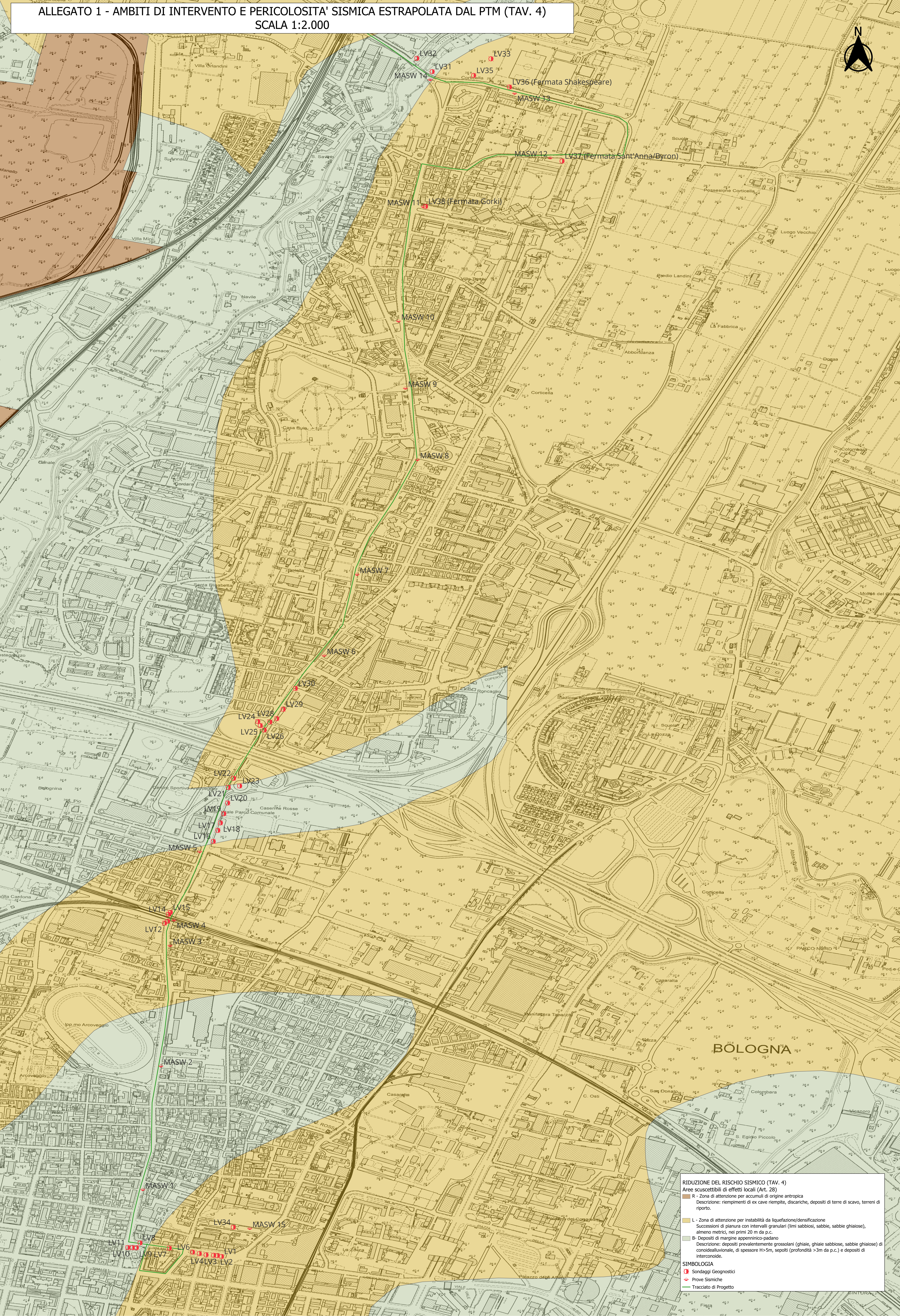
È pertanto possibile escludere la valutazione degli effetti sismici in termini di cedimenti permanenti post-sismici (DGR 476/2021 – Allegato A3).

10. ELABORATI E CARTE DI MICROZONAZIONE SISMICA A CORREDO DELLO STUDIO

A corredo del presente studio, sono state elaborate le Carte di microzonazione sismica, redatte alla scala 1:5.000, in cui sono raffigurate le amplificazioni stimate e le zone suscettibili di instabilità, per i settori di territorio in esame.

Più precisamente, la cartografia in merito alla Microzonazione sismica di Livello 3, redatta con le indicazioni del DGR 564/2021 risulta costituita dai seguenti elaborati:

- Allegato 1 - Ambiti di intervento e pericolosità sismica estrapolata dal PTM (Tav. 4)
- Allegato 2 - Planimetria ubicazione indagini
- Allegato 3 - Sondaggi geognostici - stratigrafie, attrezzatura installata, prove in sito, documentazione fotografica
- Allegato 4 - Certificati prove di laboratorio
- Allegato 5 – Indagini sismiche
- Allegato 6 - Carta delle velocità delle onde di taglio S (v/S) - DGR 564/2021
- Allegato 7 - Frequenze naturali f_0 del sottosuolo
- Allegato 8 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA PGA) - DGR 564/2021
- Allegato 9 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA SA1 0,1-0,5 s) - DGR 564-2021
- Allegato 10 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA SA2 0,4-0,8 s) - DGR 564-2021
- Allegato 11 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA SA3 0,7-1,1 s) - DGR 564-2021
- Allegato 12 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA SA4 0,5-1,5 s) - DGR 564-2021
- Allegato 13 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA SI1 0,1-0,5 s)
- Allegato 14 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA SI2 0,5-1,0 s)
- Allegato 15 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (FA SI3 0,5-1,5 s)
- Allegato 16 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (H_{SM}) - DGR 564-2021
- Allegato 17 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (H_{0408}) - DGR 564-2021
- Allegato 18 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (H_{0711}) - DGR 564-2021
- Allegato 19 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (H_{0515}) - DGR 564-2021
- Allegato 20 - Carta di pericolosità locale – aree suscettibili alla liquefazione - DGR 564-2021



RIDUZIONE DEL RISCHIO SISMICO (TAV. 4)
Aree suscettibili di effetti locali (Art. 28)

R - Zona di attenzione per accumuli di origine antropica
Descrizione: riempimenti di ex cave riempite, discariche, depositi di terre di scavo, terreni di riporto.

L - Zona di attenzione per instabilità da liquefazione/densificazione
Successioni di pianura con intervalli granulari (limi sabbiosi, sabbie, sabbie ghiaiose), almeno metrici, nei primi 20 m da p.c.

B - Depositi di margine appennino-padano
Descrizione: depositi prevalentemente grossolani (ghiaie, ghiaie sabbiose, sabbie ghiaiose) di conoidelluvionale, di spessore H>5m, sepolti (profondità >3m da p.c.) e depositi di interconoidale.

SIMBOLOGIA

Sondaggi Geognostici
 Prove Sismiche
 Tracciato di Progetto



SIMBOLOGIA
● Sondaggi Geognostici
— Prove Sismiche
— Tracciato di Progetto



ECOCANTIERI S.r.l.
SERVIZI GEOTECNICI E GEOAMBIENTALI

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO 1_ COLONNE STRATIGRAFICHE

Committente: Comune di Bologna


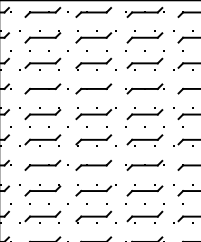
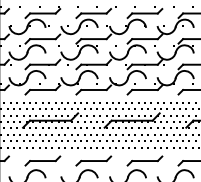

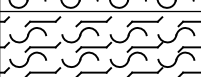

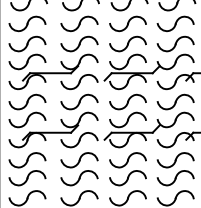
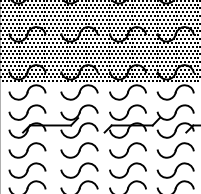
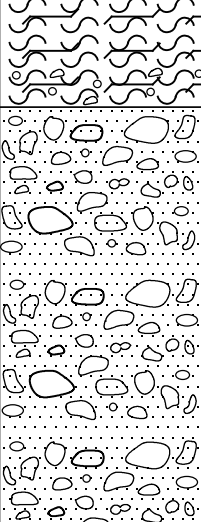

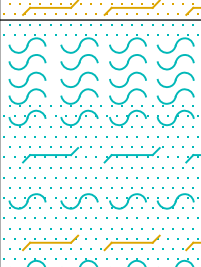
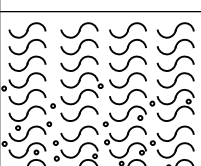
**Cantiere: Sondaggi preliminari Archeologici e Geologici per
progettazione Linea Verde Tranvia**



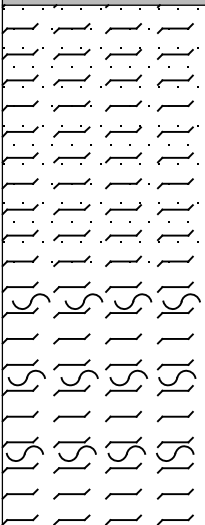

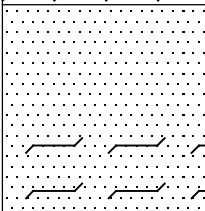
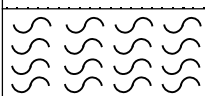
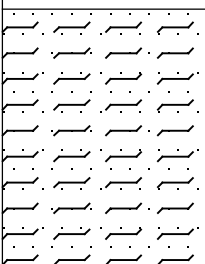
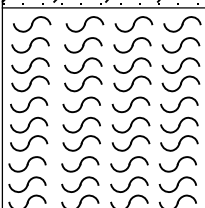
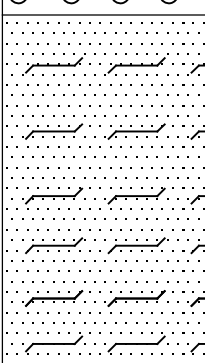
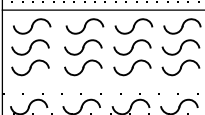
Oggetto: Indagini geognostiche


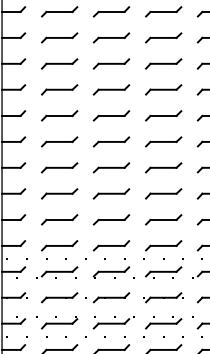
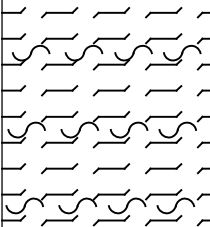


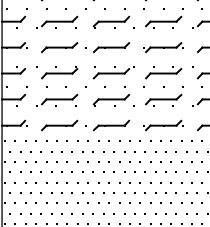
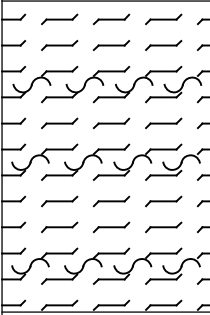
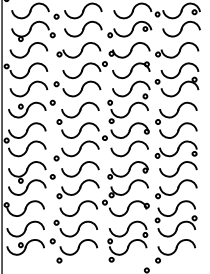
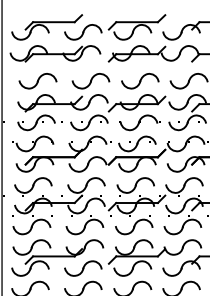
CIG: 9923964A28


CUP: F31D21000020001


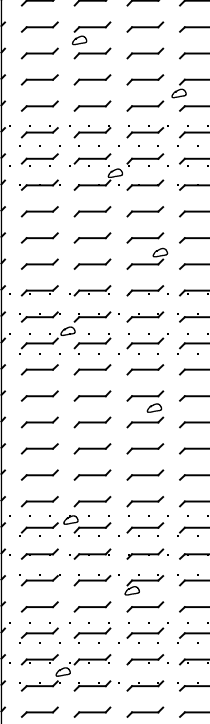
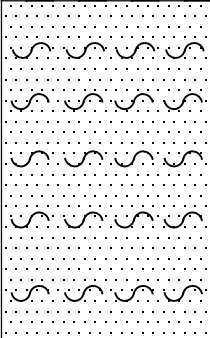
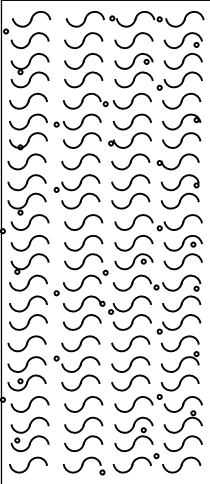

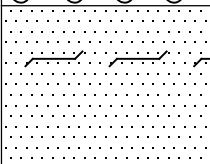
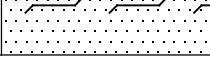




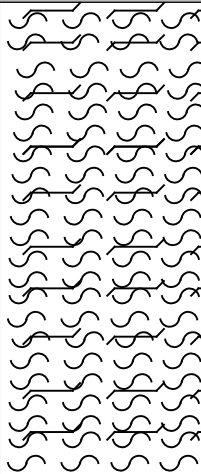
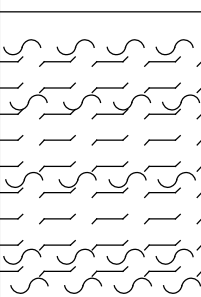
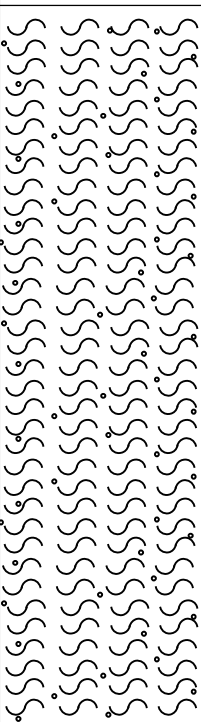
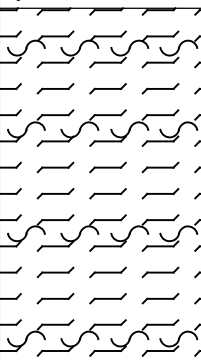
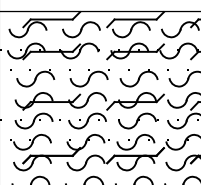
SONDAGGIO N.		DATA:		25-26/09/2023		<div><div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>								
LV01		SONDA:		JOY3S										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino		
						26/09		13.10						
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
											P.P. kg/cm2		T.V. kg/cm2	
00,80mt							Riporto							
							Limo debolmente sabbioso							
04,00mt							Limo argilloso con componente sabbiosa con un livello di sabbia debolmente limosa tra 5.30 mt e 6.00 mt							
06,40mt							Argilla con rarissimi calcinelli e un livello di sabbia tra 7.40 e 7.50 mt							
08,00mt							Limo argilloso							
09,00mt							Limo sabbioso							
09,50mt							Argilla a tratti limosa con un livello di sabbia argillosa tra 12.30 e 13.50 mt							
15,00mt							Argilla a tratti limosa con presenza di ciottolini tra 16.00 e 16.50 mt							
16,50mt							Ghiaia in matrice sabbiosa con livelli prevalentemente sabbiosi							
22,30mt							Sabbia marroncina con livelli limosi e argillosi di colore grigiastro							
23,80mt							Da sabbia grigio/azzurra fine debolmente limosa a sabbia atratti limosa e a tratti argillosa con un livello di argilla tra 24.00 e 24.50 mt							
27,30mt							Argilla con forte presenza di calcinelli da 28.10 mt fino a fondo foro							
30,00mt							FINE SONDAGGIO 30 mt							


SONDAGGIO N.		DATA:		25/09/2023		<div><div></div><div><div>ecocantieri</div><div>S.r.l.</div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>									
LV02		SONDA:		Beretta T46											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Del Freo Emanuele Dott.Geol. Davide Campana Sig. Saddiqui			
						17/10		4.81							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,50mt							Riporto								
04,70mt					LV2C1 Rim. 3.0-3.5 mt		Limo che varia da sabbioso a debolmente argilloso							3,00mt	
05,60mt							Sabbia che diventa limosa								
06,00mt							Argilla								
07,10mt							Limo debolmente sabbioso								
08,00mt							Argilla								
09,50mt							Sabbia debolmente limosa								
10,00mt							Argilla che tende al sabbioso								
							FINE SONDAGGIO 10 mt								


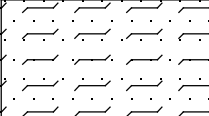
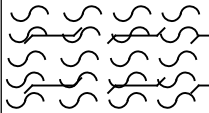
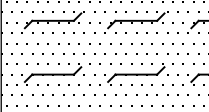
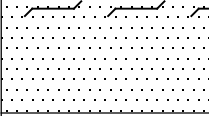
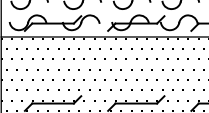
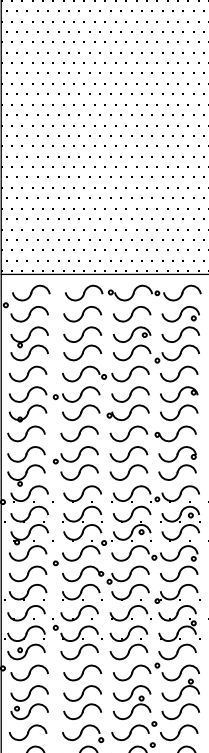
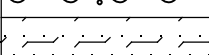
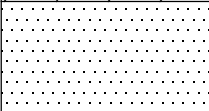
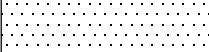
SONDAGGIO N.		DATA:		26/09/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>							
LV03		SONDA:		Beretta T46									
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO									
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:		
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Del Freo Emanuele Dott.Geol. Davide Campana Sig. Saddiqui	
						26/09		4.93					
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA			PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.				P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2		
02,00mt							Riporto						
							Limo che tende al sabbioso						
03,50mt							Limo argilloso						
04,50mt			LV3C1 EXTRA Rim. 4.5-4.9 mt	Argilla con intercalazioni limose									
05,00mt				Passaggio da limo sabbioso a sabbia									
06,00mt							Limo anche argilloso						
07,30mt							Argilla con calcinelli						
08,50mt							Argilla molto limosa con anche rare componenti sabbiose						
10,00mt							FINE SONDAGGIO 10 mt						



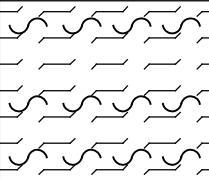
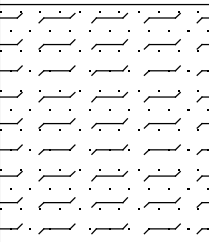
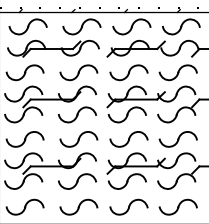
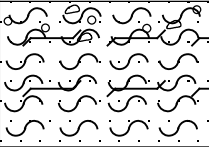
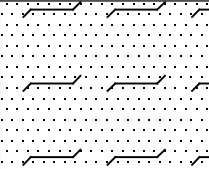
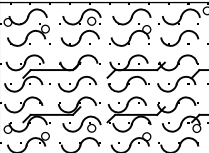


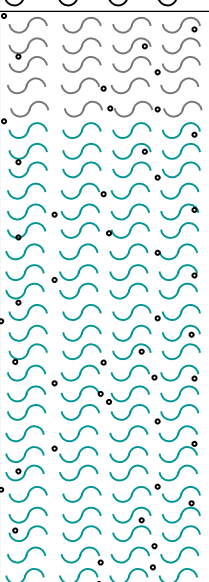
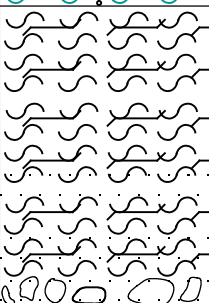
SONDAGGIO N.		DATA:		26/09/2023		<div><div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399</div><div>- Fax 051 3370627</div><div>- e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div></div>										
LV04		SONDA:		Beretta T46												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Del Freo Emanuele Dott.Geol. Davide Campana Sig. Saddiqui				
						26/09		5.10								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2			
02,00mt							Riporto									
02,80mt							Limo sabbioso con ciottoli centimetrici									
04,60mt							Limo argilloso marrone/grigio scuro									
06,20mt							Argilla sabbiosa che passa a sabbia argillosa									
07,50mt							Argilla con sporadici calcinelli									
10,00mt							Argilla limosa e limo argilloso con intercalazioni e livelli sabbiosi									
							FINE SONDAGGIO 10 mt									


SONDAGGIO N.		DATA:		27/09/2023		<div><div></div><div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div></div> <div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>								
LV05		SONDA:		Beretta T46										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Del Freo Emanuele Dott.Geol. Davide Campana Sig. Saddiqui		
						17/10		5.73						
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
01,50mt							Riporto							
04,50mt							Limo a tratti sabbioso, con anche piccoli clasti							
05,10mt							Limo molto sabbioso							
06,50mt							Sabbia Argillosa							
08,50mt							Argilla con calcinelli							
09,10mt							Argilla limosa							
10,00mt							Sabbia debolmente limosa							
							FINE SONDAGGIO 10 mt							


SONDAGGIO N.		DATA:		02/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>								
LV06		SONDA:		Beretta T46										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Del Freo Emanuele Dott.Geol. Davide Campana Sig. Saddiqui		
						02/10		5.35						
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2		
01,50mt							Riporto							
03,50mt							Argilla limosa							
04,70mt							Limo tendente all'argilloso							
07,70mt							Argilla con presenza di calcinelli e fustoli							
09,20mt							Limo argilloso							
10,00mt							Argilla limosa con componente sabbiosa				FINE SONDAGGIO 10 mt			



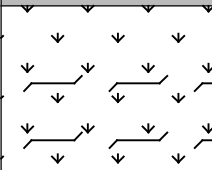
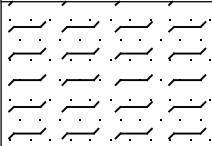
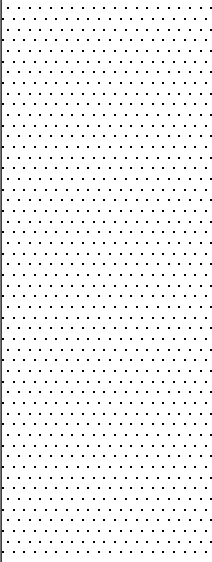
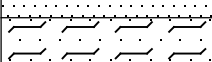
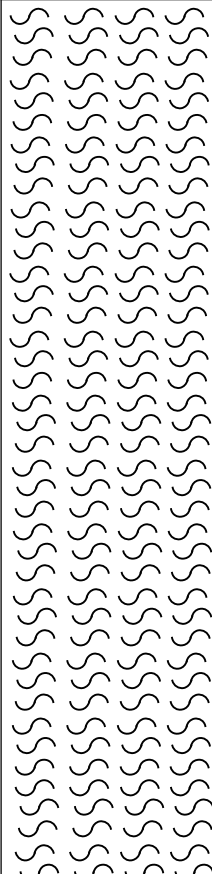
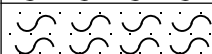
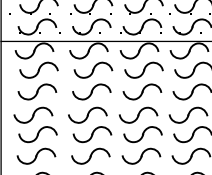

SONDAGGIO N.		DATA:		03/10/2023		<div><div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL -Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>									
LV07		SONDA:		Beretta T46											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Del Freo Emanuele Dott.Geol. Davide Campana Sig. Saddiqui			
				03/10		5.42									
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
		TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2		T.V. kg/cm2		
01,50mt					Riporto										
02,30mt					Limo										
03,00mt					Limo sabbioso										
					Sabbia limosa con livelli con maggiore o minore componente limosa										
06,05mt 06,20mt					LV7C1 Rim. 4.0-4.5 mt										
07,00mt					Argilla con intercalazioni limose										
					Ghiaia grossolana in matrice argilloso/limosa										
					Limo sabbioso con livelli più sabbiosi e livelli argillosi, tra 9.90 e 10.00 mt livello di argilla										
10,00mt					FINE SONDAGGIO 10 mt										


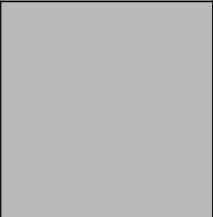
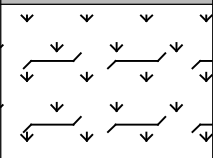
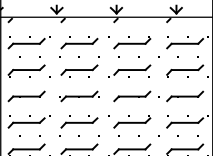
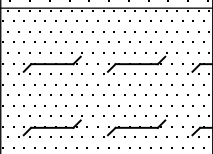
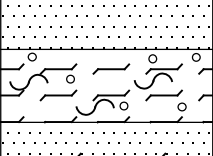
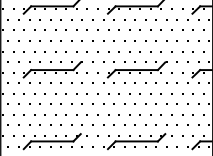
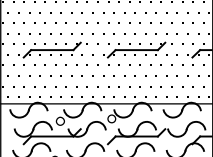
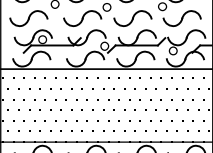
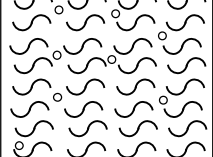
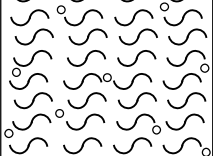

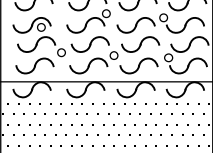
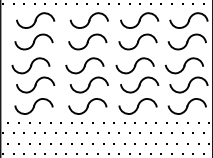
SONDAGGIO N.		DATA:		04/10/2023		<div><div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>								
LV08		SONDA:		Beretta T46										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:										RILIEVO FALDA		PROF. FORO
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data	prof.	10mt	10mt	127mm				
						04/10	5.38							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO NUM. PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2		
						Riporto								
03,00mt														
03,50mt						Limo sabbioso con componente argillosa (tra 3.4 e 3.5 mt mattoni)								
04,00mt				<div><div></div><div>LV8C1 Rim. 3.6-4.0 mt</div></div>		Argille con deboli intercalazioni limose								
						Sabbie più o meno limose (a tratti solo sabbie)								
05,00mt						Argille limose								
05,20mt						Sabbie con un livello limoso tra 5.5 e 5.7 mt								
06,70mt						Argilla con calcinelli con due livelli sabbiosi tra 7.00-7.10 mt e tra 7.90-8.00 mt								
08,80mt						Limo sabbioso								
09,00mt						Sabbia con un livello di argilla a 9.90 mt								
10,00mt						FINE SONDAGGIO 10 mt								


SONDAGGIO N.		DATA:		28/9/2023		<div><div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA– AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>								
LV09		SONDA:		JOY3S										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	20mt	20mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino		
						17/10		11.26						
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,50mt							Riporto							
04,00mt							Limo argilloso							
06,00mt							Limo tendente al sabbioso							
07,80mt							Argilla che tende ad essere leggermente limosa							
09,00mt							Argilla limosa con componente sabbiosa con presenza di ciottolini tra 7.80 e 8.20							
10,40mt							Sabbia limosa							
11,70mt							Argilla con intercalazioni limose e debolmente sabbiose con calcinelli centimetrici							
12,00mt							Sabbia con ciottoli						12,00mt	
12,75mt							Argilla limosa							
17,50mt							Argilla da scura a grigio/azzurra, presenza di calcinelli e fustoli carboniosi							
20,00mt							Argilla con intercalazioni limose e livelli sabbiosi da 19.50 diventa ghiaia in matrice sabbiosa							
							FINE SONDAGGIO 20 mt							


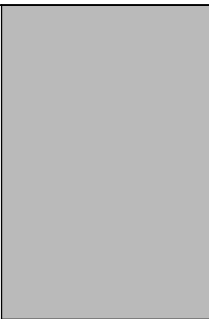
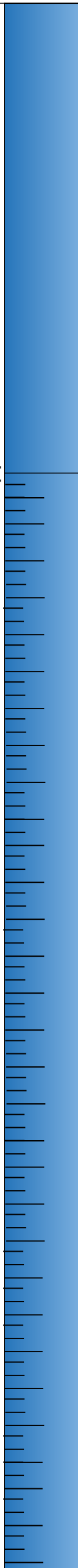
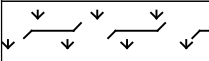
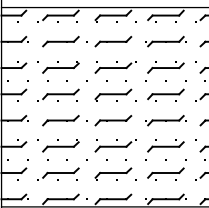
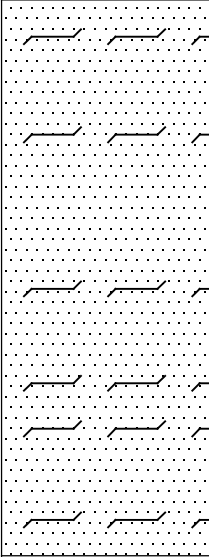
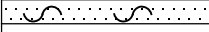
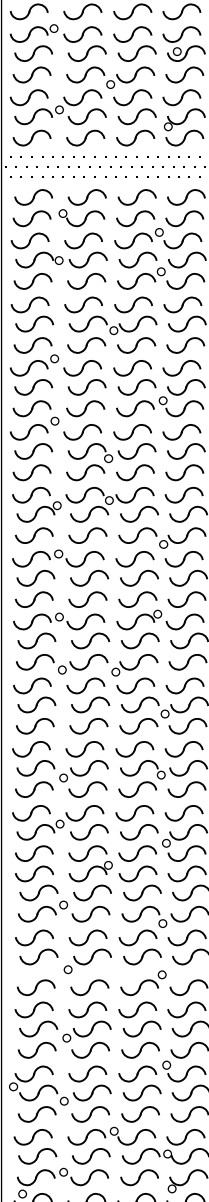
SONDAGGIO N.		DATA:		28/9/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>											
LV10		SONDA:		JOY3S													
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO													
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:						
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	20mt	20mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino					
				28/09		8.91											
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO			
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2				
02,00mt					Riporto												
					Limo debolmente argilloso												
04,30mt					Sabbia												
04,90mt					Limo sabbioso												
05,60mt					Limo argilloso												
06,70mt					Argilla con calcinelli con intercalazioni limose che aumentano verso la fine. Livello di ghiaietto tra 8.50 e 8.60 mt												
08,60mt					Limo che tende all'argilloso												
09,10mt					Limo sabbioso												
11,00mt					Argilla con intercalazioni limose												
12,10mt					Argilla limosa												
					Argilla da scura a grigio/azzurra, presenza di calcinelli												
16,00mt					Argilla con intercalazioni limose e livelli sabbiosi												
18,50mt					Limo sabbioso fine												
19,00mt					Ghiaia in matrice sabbiosa												
20,00mt					FINE SONDAGGIO 20 mt												


SONDAGGIO N.		DATA:		27/09/2023		<div><div></div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div><small>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</small></div></div>									
LV11		SONDA:		JOY3S											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino			
						27/09		8.04							
QUOTA DA p.d.c.	LITOLOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
		TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3" cieco per DH		
					Riporto										
01,50mt					Limo										
03,00mt					Sabbia a tratti debolmente limosa										
05,60mt					Da limo sabbioso a sabbia limosa										
07,00mt					Argilla limosa e sabbiosa										
07,70mt					Sabbia fine a tratti limosa										
08,40mt					Ghiaia in matrice sabbiosa con un livello rosso mattone a 11.20 mt										
12,00mt					Argilla con calcinelli e rare intercalazioni limose e sabbiose										
15,00mt					Argilla con intercalazioni limose e sabbiose										
19,20mt					Limo sabbioso con ciottoli										
20,20mt					Ghiaia in matrice sabbiosa										
22,60mt					Limo debolmente argilloso										
23,00mt					Argilla grigio/azzurra con a tratti calcinelli e fustoli carboniosi, con intercalazioni limose e sabbiose										
26,40mt					Sabbia che tende al limoso										
28,80mt					Argilla da scura a grisio/azzurra con calcinelli										
30,00mt					FINE SONDAGGIO 30 mt										


SONDAGGIO N.		DATA:		18/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>Tel 051 5873399</div></div><div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>- Fax 051 3370627</div></div><div><div>- e-mail</div><div>info@ecocantieri.com</div></div></div></div>										
LV12		SONDA:		Beretta T46												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino				
						23/10		3.78								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"		
01,30mt						Riporto										
02,00mt						Terreno limoso										
02,60mt						Limo tendente al sabbioso										
05,00mt						Sabbia							3,00mt			
05,20mt						Limo sabbioso										
						Argilla										
08,80mt						Argilla sabbiosa										
09,20mt						Argilla										
10,00mt						FINE SONDAGGIO 10 mt										



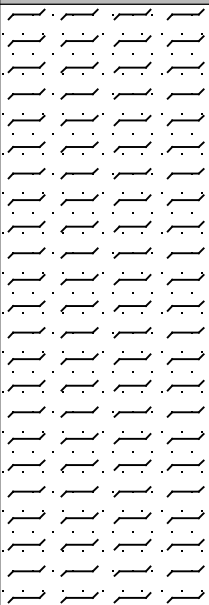
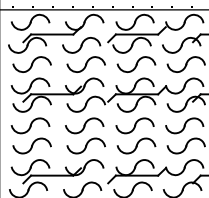
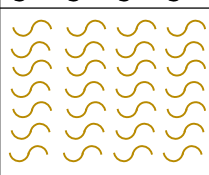

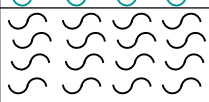
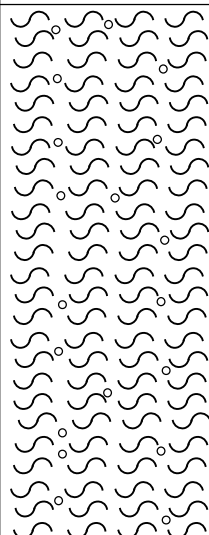
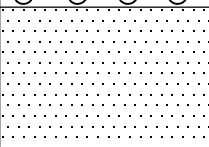

SONDAGGIO N.		DATA:		19/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div></div>										
LV13		SONDA:		Beretta T46												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino				
						19/10		3.92								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2			
00,90mt							Riporto									
01,60mt							Terreno limoso									
02,20mt							Limo sabbioso									
03,00mt							Sabbia con debole componente limosa									
03,30mt							Limo tendente all'argilloso con calcinelli e fustoli carboniosi									
							Sabbia limosa									
04,50mt							Argilla limosa con fustoli carboniosi									
05,00mt							Sabbia									
05,30mt							Argilla con presenza di fustoli carboniosi con la presenza di un livello organico nero a 6.80 mt									
07,60mt							Argilla intercalata con sabbia									
09,10mt							Limo sabbioso con inclusi (clasti millimetrici)									
09,50mt							Sabbia con componente debolmente limosa									
10,00mt							FINE SONDAGGIO 10 mt									



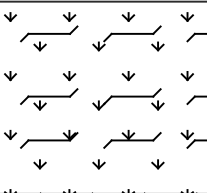
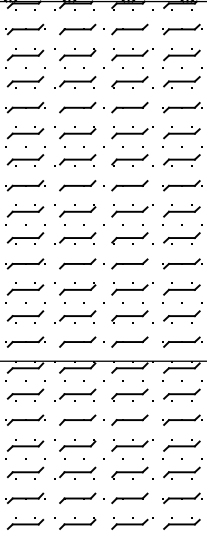
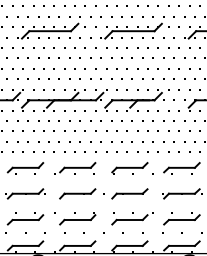
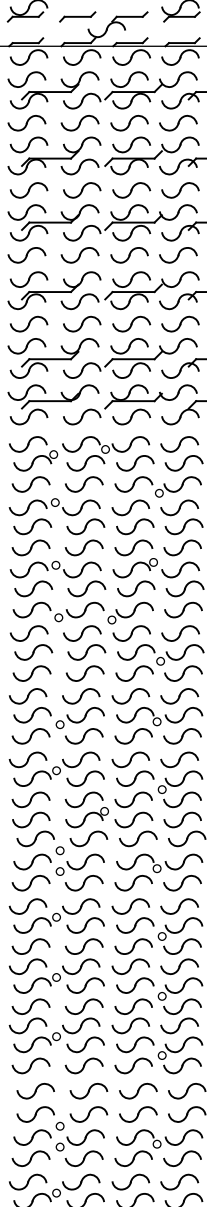
SONDAGGIO N.		DATA:		19/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>										
LV14		SONDA:		Beretta T46												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino				
						19/10		3.85								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2			
01,00mt					Riporto											
					Terreno limoso											
02,00mt					Limo tendente sabbioso											
					Sabbia con componente limoso/argillosa											
02,60mt					Argilla con calcinelli											
05,50mt					FINE SONDAGGIO 10 mt											
10,00mt																


SONDAGGIO N.		DATA:		19/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>									
LV15		SONDA:		Beretta T46											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino			
						23/10		3.04							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
01,30mt							Riporto							3,00mt	
01,60mt								Terreno limoso							
02,40mt					LV15C1 Rim. 2.0-2.4 mt	Limo tendente al sabbioso									
						Sabbia con componente limosa									
04,70mt 04,80mt						Sabbia argillosa									
						Argilla con presenza di calcinelli e fustoli carboniosi con un livello di sabbia tra 5.45 e 5.60 mt									
10,00mt							FINE SONDAGGIO 10 mt								



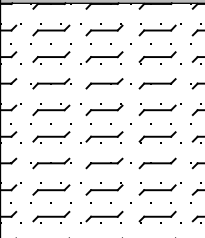

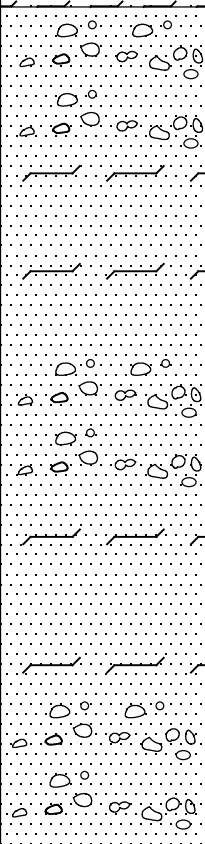
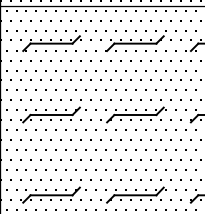
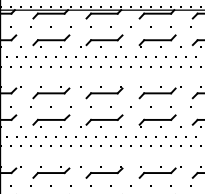
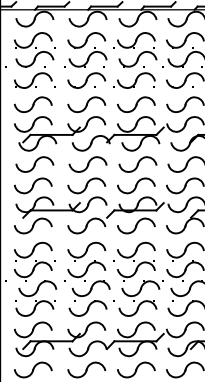
SONDAGGIO N.		DATA:		05/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL -Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>									
LV16		SONDA:		JOY3S											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino			
						05/10		7.22							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2		
02,00mt							Riporto								
03,00mt							Limo sabbioso								
05,00mt							Limo argilloso								
06,00mt							Argilla con intercalazioni limose								
08,60mt							Argilla con sporadiche intercalazioni limose e sabbia. presenza di calcinelli								
09,40mt							Sabbia								
09,65mt							Argilla sabbiosa								
10,00mt							Limo sabbioso								
FINE SONDAGGIO 10 mt															


SONDAGGIO N.		DATA:		05/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL -Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>								
LV17	SONDA:		JOY3S											
	TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:		RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)		data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino				
				17/10		7.08								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
00,70mt							Riporto							
02,20mt							Terreno limoso riportato							
03,20mt							Sabbia limosa							
05,00mt							Limo che tende all'argilloso							
08,10mt							Argilla con calcinelli							
08,50mt							Sabbia							
09,00mt							Argilla							
09,40mt							Sabbia limosa							
09,70mt							Argilla limosa con rari calcinelli							
10,00mt							Sabbia							
												FINE SONDAGGIO 10 mt		


SONDAGGIO N.		DATA:		04/10/2023		<div><div></div><div><div>ecocantieri</div><div>S.r.l.</div></div><div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>									
LV18		SONDA:		JOY3S											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI: Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data	prof.	10mt	10mt	127mm					
						04/10	7.28								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2			
02,00mt							Riporto								
04,50mt							Limo sabbioso								
05,30mt							Argilla limosa								
06,00mt							Argilla marroncina								
06,30mt							Argilla azzurrognola								
06,70mt							Argilla con materiale organico								
08,90mt							Argilla con calcinelli e fustoli carboniosi								
09,50mt							Sabbia								
10,00mt							Argilla con calcinelli e fustoli carboniosi								
FINE SONDAGGIO 10 mt															



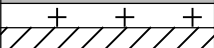
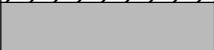

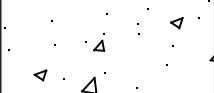
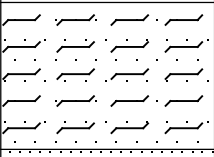
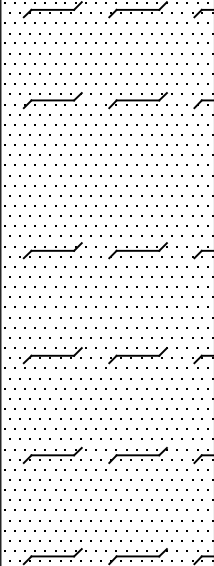
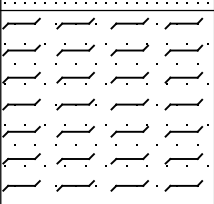
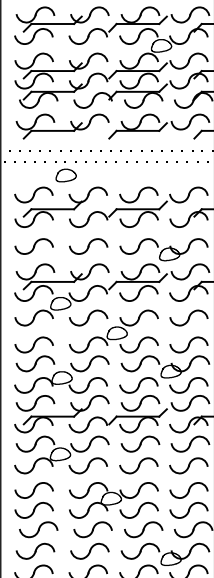
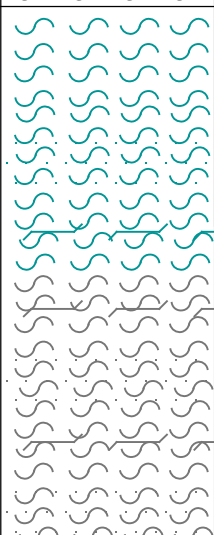
SONDAGGIO N.		DATA:		04/10/2023		<div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>								
LV19		SONDA:		JOY3S										
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO										
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:			
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino		
				04/10		7.15								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2		
00,80mt						Riporto								
01,60mt						Terreno limoso riportato								
03,10mt						Limo sabbioso								
04,90mt 05,10mt						Limo sabbioso e sabbia limosa								
10,00mt						Limo argilloso Argilla inizialmente con intercalazioni limose e successivamente con presenza di calcinelli								
								FINE SONDAGGIO 10 mt						

SONDAGGIO N.		DATA:		02-03/10/2023		<div><div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA—AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL -Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>									
LV20		SONDA:		JOY3S											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	30mt	30mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino			
						03/10		16.30							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3" cieco per DH	
00,50mt							Riporto								
							Limo tendente al sabbioso								
03,00mt							Limo sabbioso debolmente argilloso								
04,00mt							Argilla con intercalazioni limose								
06,00mt							Argilla con a tratti deboli intercalazioni limose presenza di calcinelli e fustoli carboniosi. A tratti livelli con componente sabbiosa								
18,30mt							Sabbia con ciottoli								
20,00mt							Argilla								
20,20mt							Ghiaia in matrice variabile da sabbiosa a limosa								
26,10mt							Argilla con ciottoli								
26,40mt							Sabbia con ciottoli centimetrici								
27,60mt							Limo sabbioso								
28,00mt							Argilla con intercalazioni limose								
29,00mt							Sabbia limosa								
30,00mt							FINE SONDAGGIO 30 mt								



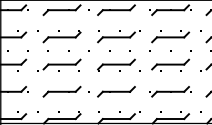
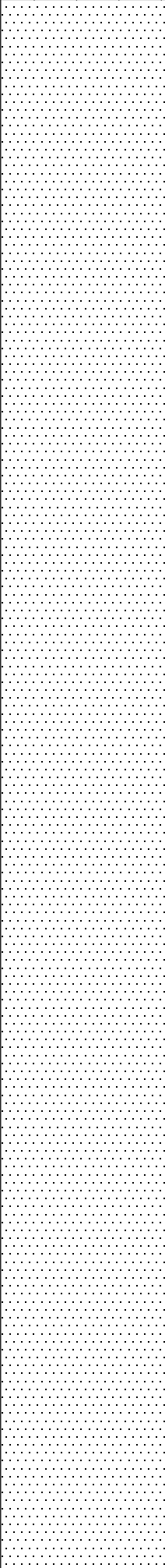
SONDAGGIO N.		DATA:		11/10/2023		<div><div></div><div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div></div> <div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>											
LV21		SONDA:		Beretta T46													
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO													
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:						
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino					
						11/10		5.46									
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO				
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2				
02,00mt							Riporto										
03,00mt					LV21C1 Rim. 2.5-2.8 mt		Limo sabbioso										
							Sabbia con leggera componente limosa e presenza di ciottoli sparsi										
06,50mt							Sabbia limosa										
07,40mt							Limo sabbioso con livelli solo sabbiosi e livello organico nero a 8.10 mt										
08,20mt							Argilla con lievissime intercalazioni limose e sabbiose										
10,00mt							FINE SONDAGGIO 10 mt										

SONDAGGIO N.		DATA:		30/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA–AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399</div><div>- Fax 051 3370627</div><div>- e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>												
LV22		SONDA:		Beretta T46														
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO														
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:							
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Geol. Renato Rijillo Dott.Geol. Davide Campana						
				30/10		5.80												
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO				
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2					
02,30mt								Riporto										
03,30mt								Limo sabbioso										
04,70mt 04,90mt								Sabbia con componente limosa										
05,30mt								Limo argilloso										
								Sabbia con debole componente limosa										
06,90mt								Argilla da limosa a solo argilla										
10,00mt								Argilla con sporadiche intercalazioni limose e talvolta sabbiose										
								FINE SONDAGGIO 10 mt										


SONDAGGIO N.		DATA:	06/10/2023		<div>  <div> ECOCANTIERI S.r.l. </div> <div> ecocantieri.com </div> <div> GEOLOGIA – AMBIENTE </div> <div> <div> <div>ECOCANTIERI SRL</div> <div> Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) </div> <div> Tel 051 5873399 </div> </div> <div> <div>- Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div> <div> - Fax 051 3370627 </div> <div> - e-mail info@ecocantieri.com </div> </div> </div> </div>																	
LV23		SONDA:	Beretta T46																			
		TIPO PERF.:	CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO																			
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:			RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:		Dott. Del Freo Emanuele Dott.Geol. Davide Campana Sig. Saddiqui										
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)			data		prof.	10mt	10mt	127mm												
					17/10		5.76															
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO										
		TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"										
02,00mt					Riporto																	
10,00mt					Sabbia con sporadica presenza di ciottoli centimetrici tra 8.50 e 10.00 mt							3,00mt										

SONDAGGIO N.		DATA:		31/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div></div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA–AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>										
LV24		SONDA:		Beretta T46												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Dott. Geol. Renato Rijillo Dott.Geol. Davide Campana				
						31/10		6.88								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO			
											P.P. kg/cm2		T.V. kg/cm2			
00,40mt							Riporto									
00,50mt							Trovante arenitico									
00,60mt							Asfalto									
01,20mt							Riporto									
01,60mt							Cemento									
02,20mt							Limo sabbioso									
04,60mt							Sabbia con componente limosa									
05,40mt							Limo molto sabbioso									
07,80mt							Argilla da limosa a solo argilla con presenza di inclusi. livello di sabbia da 6.00 a 6.10 mt									
10,00mt							Argilla da azzurra/grigia passa a grigio topo, con intercalazioni limose talvolta sabbiose									
							FINE SONDAGGIO 10 mt									

SONDAGGIO N.		DATA:		31/10/2023		<div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div></div>									
--------------	--	-------	--	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--


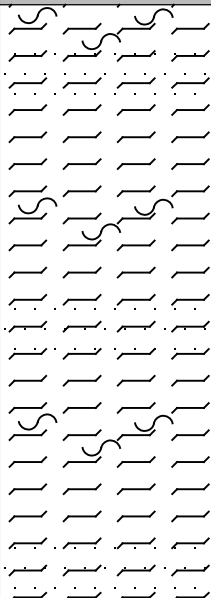
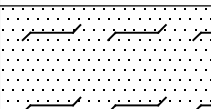

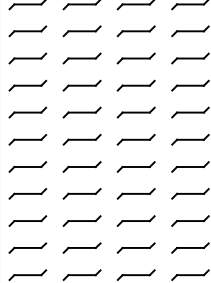
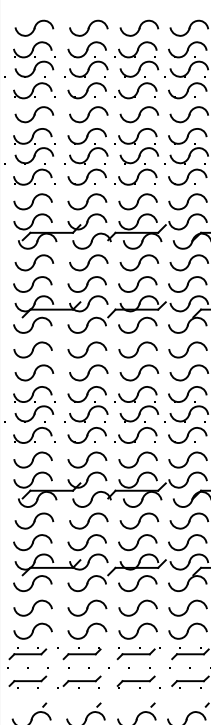
SONDAGGIO N.		DATA:		11/10/2023		<div><div></div><div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div></div> <div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>Tel 051 5873399</div></div> <div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>- Fax 051 3370627</div></div> <div><div>- e-mail</div><div>info@ecocantieri.com</div></div>									
LV26		SONDA:		Beretta T46											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino			
						17/10		6.69							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO	
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
01,30mt						Riporto									
01,80mt						Limo sabbioso									
10,00mt						Sabbia									
						LV26C1 Rim. 3.0-3.5 mt								3,00mt	


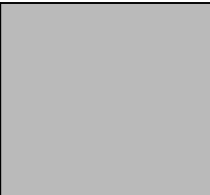
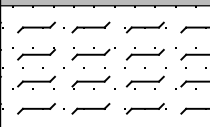
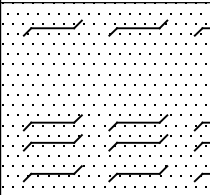
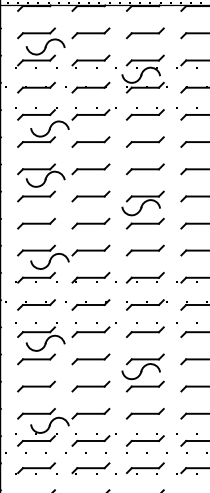
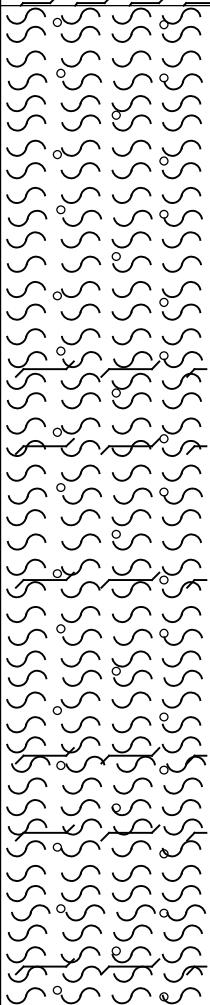
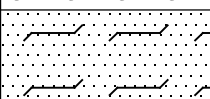
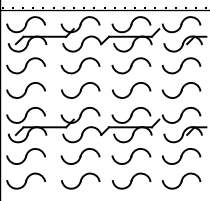
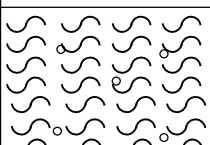
SONDAGGIO N.		DATA:		11/10/2023		<div><div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></</div></div></div></div></div>					
--------------	--	-------	--	------------	--	--	--	--	--	--	--

SONDAGGIO N.		DATA:		09/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div></div> <div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>Tel 051 5873399</div></div> <div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>- Fax 051 3370627</div></div> <div><div>- e-mail info@ecocantieri.com</div></div>										
LV28		SONDA:		JOY3S												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino				
						09/10		7.32								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2		
02,50mt							Riporto									
06,00mt							Sabbia fine									
09,00mt							Sabbia tendente al limoso a presenza sporadica di ciotoletti									
10,00mt							Argilla con rarissime intercalazioni limose									
							FINE SONDAGGIO 10 mt									

SONDAGGIO N.		DATA:		09-10/10/2023		<div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div>					
--------------	--	-------	--	---------------	--	--	--	--	--	--	--


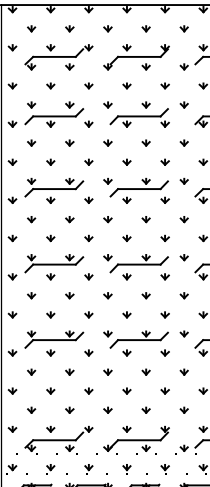
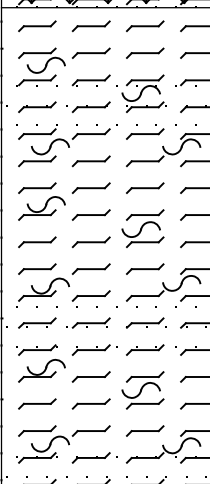
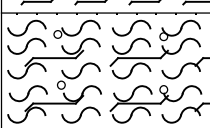
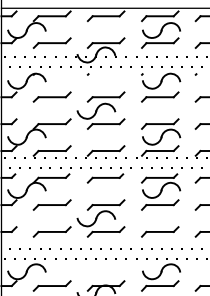
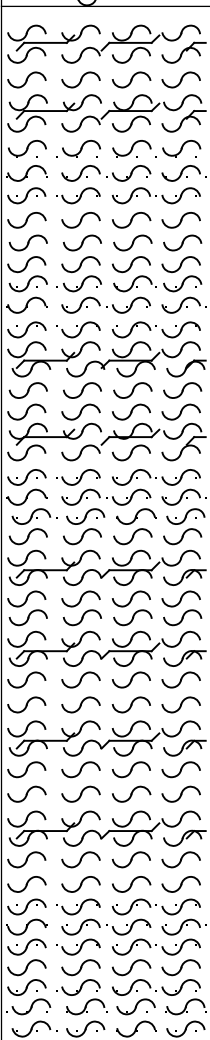
SONDAGGIO N.		DATA:		12/10/2023		<div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><</div></div></div>					
--------------	--	-------	--	------------	--	--	--	--	--	--	--


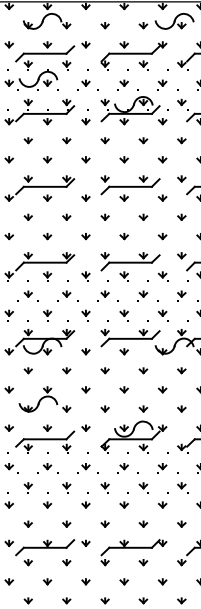

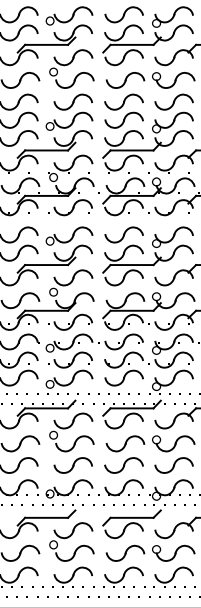
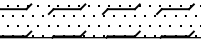
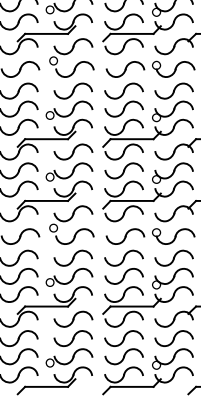
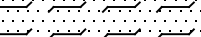
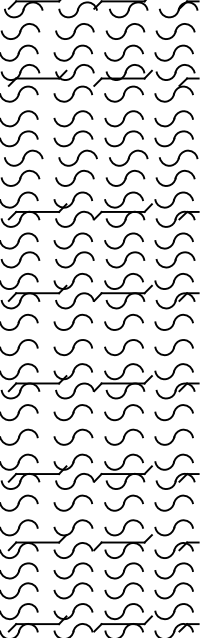
SONDAGGIO N.		DATA:		06/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA–AMBIENTE</div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>Tel 051 5873399</div><div>- Fax 051 3370627</div><div>- e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div></div>												
LV31		SONDA:		JOY3S														
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO														
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:							
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino						
						06/10		4.50										
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO				
				TIPO NUM. PROF.								P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2					
02,00mt						Riporto												
04,50mt						Limo con deboli intercalazioni sabbiose e argillose												
05,00mt						Sabbia limosa												
05,50mt						Argilla limosa con calcinelli												
06,70mt						Limo												
09,70mt 10,00mt						Argilla con sporadiche intercalazioni limose e sabbiose e presenza di calcinelli. Presenza di un livello di limo sabbioso tra 9.30 e 9.60 mt												
						Sabbia debolmente limosa												
						FINE SONDAGGIO 10 mt												


SONDAGGIO N.		DATA:		13/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>											
LV32		SONDA:		Beretta T46													
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO													
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:						
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino					
		17/10		4.48													
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO			
				TIPO NUM. PROF.								P.P. kg/cm2		T.V. kg/cm2		Tubo 3"	
00,80mt						Riporto con asfalto a 20/30 cm e ghiaia molto grande											
01,30mt						Limo sabbioso											
02,10mt						Sabbia limosa											
04,10mt				LV32C1 Rim. 3.00-3.50mt		Limo argilloso con intercalazioni sabbiose								3,00mt			
08,20mt						Argilla con intercalazioni limose e calcinelli											
08,60mt						Sabbia limosa											
09,40mt						Argilla a tratti limosa											
10,00mt						Argilla azzurrognola con calcinelli e fustoli carboniosi											
						FINE SONDAGGIO 10 mt											



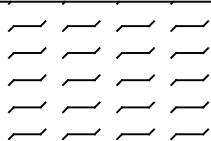
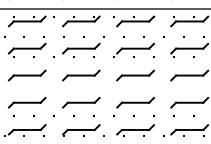
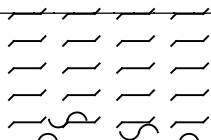
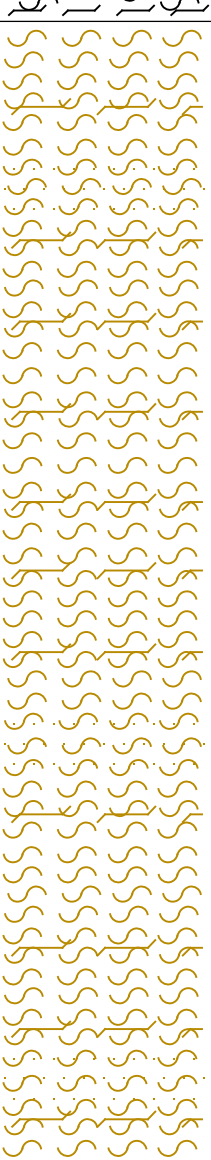
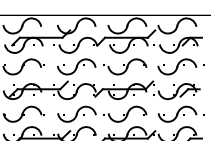
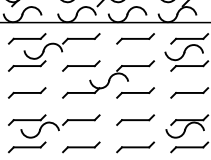
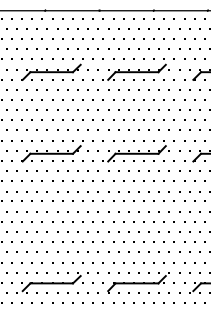
SONDAGGIO N.		DATA:		10-11/10/2023		<div><div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div>									
--------------	--	-------	--	---------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

SONDAGGIO N.		DATA:		31/10/2023-01/11/2023		<div><div><div></div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL -Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>										
LV34		SONDA:		Beretta T46												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	20mt	20mt	127mm	Dott. Geol. Renato Rijillo Dott.Geol. Davide Campana				
				03/11		11.85										
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"		
00,80mt							Riporto									
01,60mt							Limo sabbioso									
02,30mt							Sabbia									
02,80mt							Argilla limosa con calcinelli									
03,50mt							Sabbia a tratti debolmente limosa									
04,00mt							Limo sabbioso									
05,00mt							Limo argilloso con componente sabbiosa, con inclusi									
05,50mt							Sabbia limosa con argilla									
05,80mt							Argilla azzurro/grigia									
06,00mt							Sabbia									
07,10mt							Argilla con intercalazioni limose e sabbiose									
07,50mt							Limo argilloso con componente sabbiosa									
08,60mt							Argilla con calcinelli e un livello di limo argilloso tra 8.00 e 8.40 mt									
09,10mt							Limo argilloso che passa ad argilla									
12,40mt							Sabbia limosa con livelli più argillosi									
15,00mt							Argilla che da più scura passa a più chiara con abbondante presenza di calcinelli e un livello di sabbia a 14.80 mt									
15,90mt							Passaggio da argilla a argilla limosa con livelli sabbiosi									
16,30mt							Sabbia grossolana con ciottoli									
16,60mt							Argilla scura									
20,00mt							Ghiaia in matrice sabbiosa									
FINE SONDAGGIO 20 mt																

SONDAGGIO N.		DATA:		06/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI</div><div>S.r.l.</div></div><div><div>ecocantieri.com</div><div>GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div><div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>Tel 051 5873399</div></div><div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>- Fax 051 3370627</div></div><div><div>- e-mail</div><div>info@ecocantieri.com</div></div></div>									
LV35		SONDA:		Beretta T46											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino			
						17/10		5.28							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.					P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"		
02,00mt						Terreno limoso tendente al sabbioso									
04,00mt						Limo con componente argillosa e intercalazioni sabbiose									
04,50mt						Argilla con intercalazioni limose e calcinelli e fustoli carboniosi									
05,70mt						Limo argilloso con livelli sabbiosi									
10,00mt						Argilla con livelli sabbiosi e livelli limosi									
FINE SONDAGGIO 10 mt															

SONDAGGIO N.		DATA:		06/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div></div></div> <div><div>ECOCANTIERI SRL</div><div>Tel 051 5873399</div></div> <div><div>-Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO)</div><div>- Fax 051 3370627</div></div> <div><div>- e-mail info@ecocantieri.com</div></div>										
LV36		SONDA:		Beretta T46												
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO												
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:					
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino				
						17/10		4.58								
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA						PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
				TIPO	NUM.	PROF.							P.P. kg/cm2	T.V. kg/cm2	Tubo 3"	
02,50mt					Terreno limoso sabbioso con componente argillosa								3,00mt			
	05,00mt 05,20mt					Argilla che passa da più a meno limose. Presenza di calcinelli e intercalazioni sabbiose										
					Limo sabbioso											
06,90mt 07,10mt						Argilla conintercalazioni limose e presenza di calcinelli										
					Limo sabbioso											
10,00mt					Argilla limosa											
	FINE SONDAGGIO 10 mt															

SONDAGGIO N.		DATA:		16/10/2023		<div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL - Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div>									
LV37		SONDA:		Beretta T46											
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO											
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:				
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino			
						17/10		4.95							
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA				PROVE IN SITO		PIEZOMETRO		
											P.P. kg/cm2		T.V. kg/cm2		Tubo 3"
00,50mt						Asfalto da 0.00 a 0.10 mt e Riporto									
	00,90mt					Sabbia con componente limosa									
02,80mt						Limo con a tratti componenti argillose									
	03,80mt					Limo molto argilloso con sporadici livelli sabbiosi, presenza di calcinelli e fustoli carboniosi									
04,70mt						Sabbia con componente limosa									
05,90mt 06,00mt						Argilla con calcinelli									
06,60mt						Sabbia molto debolmente limosa									
06,90mt 07,10mt						Limo sabbioso									
07,50mt						Sabbia									
08,00mt						Argilla limosa									
						Argilla con intercalazioni limose e sabbiose									
							Sabbia molto debolmente limosa								
						Argilla azzurra con rarissimi livelli sabbiosi, presenza di calcinelli e fustoli carboniosi. livello organico nero a 8.15 mt									
	10,00mt					FINE SONDAGGIO 10 mt									

SONDAGGIO N.		DATA:		12/10/2023		<div><div></div><div><div>ECOCANTIERI S.r.l.</div><div>ecocantieri.com GEOLOGIA – AMBIENTE</div><div>ECOCANTIERI SRL -Via Col di Lana 15 40131 Bologna (BO) Tel 051 5873399 - Fax 051 3370627 - e-mail info@ecocantieri.com</div></div></div>											
LV38		SONDA:		Beretta T46													
		TIPO PERF.:		CAROTAGGIO ROTAZIONE A SECCO													
COMMITTENTE:		SITO D'INDAGINE:				RILIEVO FALDA		PROF. FORO	PROF. ALES.	DIAM. ALES.	OPERATORI:						
COMUNE DI BOLOGNA		Bologna (BO)				data		prof.	10mt	10mt	127mm	Sig. Asero Angelo Dott.Geol. Davide Campana Sig.Michele Solarino					
						17/10		7.62									
QUOTA DA p.d.c.		LITOLOGIA		CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA					PROVE IN SITO		PIEZOMETRO			
				TIPO	NUM.	PROF.						P.P. kg/cm2		T.V. kg/cm2		Tubo 3''	
00,90mt							Riporto										
01,50mt							Limo										
02,10mt							Limo a tratti sabbioso										
02,70mt							Limo tendente all'argilla										
07,40mt							Argilla marroncina a tratti limosa e con sporadiche intercalazioni sabbiose							3,00mt			
08,00mt							Argilla con componente limosa e sabbiosa										
08,60mt							Limo argilloso										
10,00mt							Sabbia con componente limosa										
FINE SONDAGGIO 10 mt																	



ECOCANTIERI S.r.l.
SERVIZI GEOTECNICI E GEOAMBIENTALI

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO 2_ ELABORAZIONE PROVE LE FRANC

Committente: Comune di Bologna

**Cantiere: Sondaggi preliminari Archeologici e Geologici per
progettazione Linea Verde Tranvia**

Oggetto: Indagini geognostiche

CIG: 9923964A28

CUP: F31D21000020001



PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV2**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **3.00** a **3.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **3.60**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **3.50**

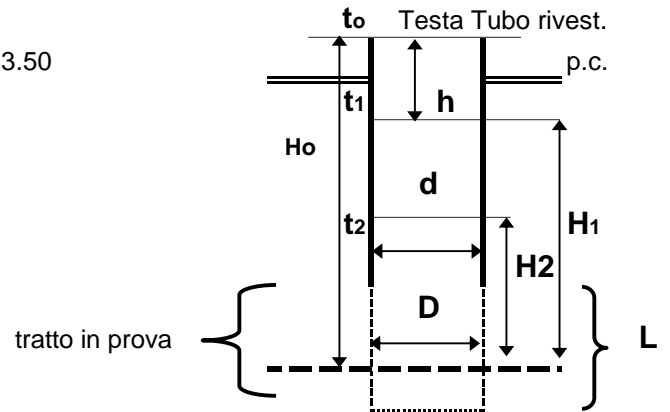
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **4.80**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

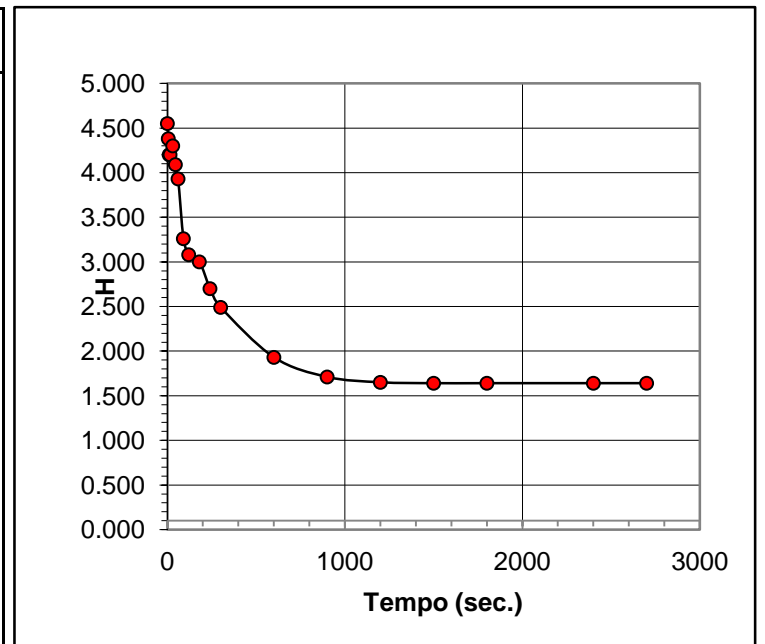
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	-0.250	4.550			
5	-0.300	4.380	5	4.290	6.35E-05
10	-0.420	4.200	5	4.200	6.87E-05
15	-0.600	4.200	5	4.250	0.00E+00
30	-0.500	4.300	15	4.195	-1.27E-05
45	-0.710	4.090	15	4.010	2.80E-05
60	-0.870	3.930	15	3.595	2.38E-05
90	-1.540	3.260	30	3.170	5.64E-05
120	-1.720	3.080	30	3.040	1.58E-05
180	-1.800	3.000	60	2.850	3.75E-06
240	-2.100	2.700	60	2.595	1.54E-05
300	-2.310	2.490	60	2.210	1.27E-05
600	-2.870	1.930	300	1.820	8.22E-06
900	-3.090	1.710	300	1.680	3.50E-06
1200	-3.150	1.650	300	1.645	9.74E-07
1500	-3.160	1.640	300	1.640	1.63E-07
1800	-3.160	1.640	300	1.640	0.00E+00
2400	-3.160	1.640	600	1.640	0.00E+00
2700	-3.160	1.640	300	0.820	0.00E+00



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 1.60E-05 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 2.27E-07 m/sec

media sul tratto ad abbassamento uniforme

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV5**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **4.00** a **4.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **4.50**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **4.00**

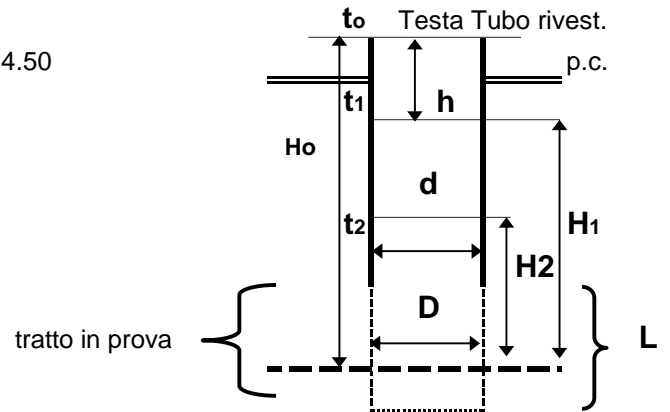
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **5.73**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

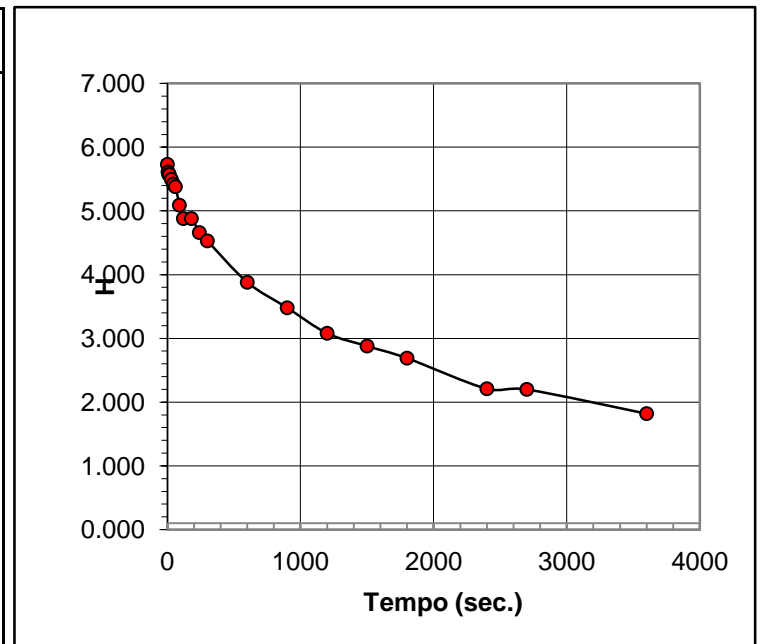
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	5.730			
5	-0.080	5.610	5	5.590	3.44E-05
10	-0.120	5.570	5	5.570	1.15E-05
15	-0.160	5.570	5	5.533	0.00E+00
30	-0.235	5.495	15	5.458	7.34E-06
45	-0.310	5.420	15	5.400	7.42E-06
60	-0.350	5.380	15	5.235	4.08E-06
90	-0.450	5.090	30	4.985	1.55E-05
120	-0.640	4.880	30	4.880	1.15E-05
180	-0.850	4.880	60	4.770	0.00E+00
240	-1.070	4.660	60	4.595	6.39E-06
300	-1.200	4.530	60	4.205	4.13E-06
600	-1.850	3.880	300	3.680	4.72E-06
900	-2.250	3.480	300	3.280	3.26E-06
1200	-2.650	3.080	300	2.980	3.58E-06
1500	-2.850	2.880	300	2.785	1.92E-06
1800	-3.040	2.690	300	2.450	2.07E-06
2400	-3.520	2.210	600	2.205	2.91E-06
2700	-3.530	2.200	300	2.010	1.33E-07
3600	-3.910	1.820	900	0.910	3.72E-06



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 6.56E-06 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 2.15E-06 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV7**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **2.40** a **3.00**

TEMPO DI PROVA minuti **105.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **3.00**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **2.40**

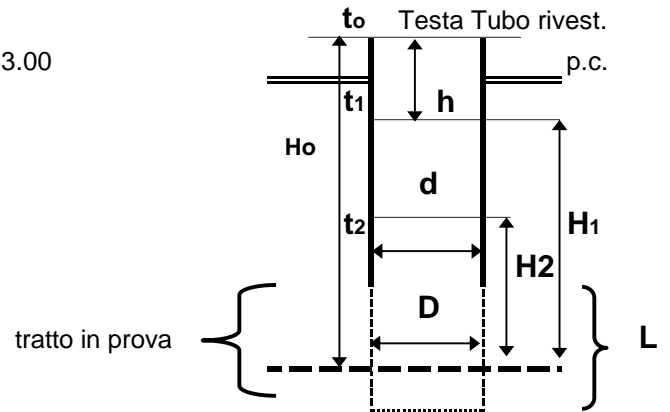
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **5.73**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.60**

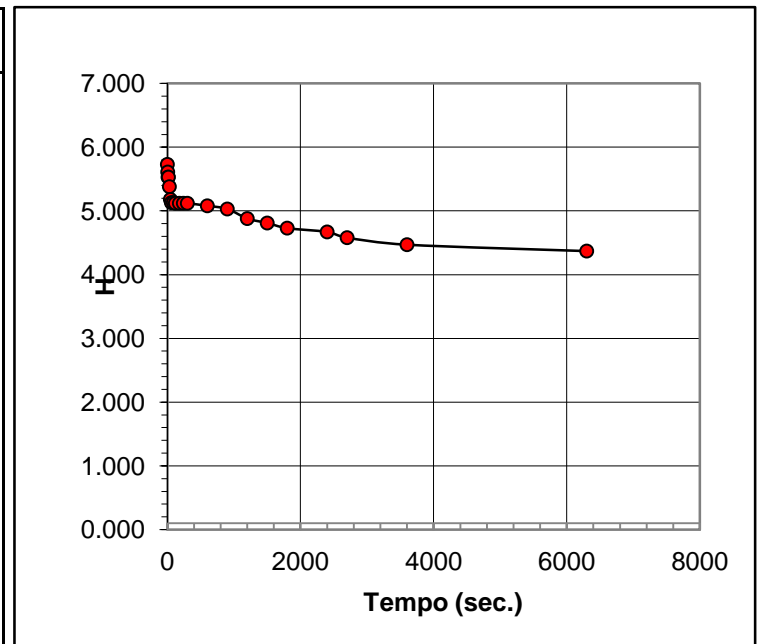
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	5.730			
5	-0.080	5.610	5	5.570	3.45E-05
10	-0.120	5.530	5	5.530	2.32E-05
15	-0.200	5.530	5	5.455	0.00E+00
30	-0.350	5.380	15	5.280	1.52E-05
45	-0.550	5.180	15	5.155	2.07E-05
60	-0.600	5.130	15	5.130	5.21E-06
90	-0.600	5.130	30	5.125	0.00E+00
120	-0.600	5.120	30	5.120	5.22E-07
180	-0.610	5.120	60	5.120	0.00E+00
240	-0.610	5.120	60	5.120	0.00E+00
300	-0.610	5.120	60	5.100	0.00E+00
600	-0.650	5.080	300	5.055	2.11E-07
900	-0.700	5.030	300	4.955	2.69E-07
1200	-0.850	4.880	300	4.845	8.27E-07
1500	-0.920	4.810	300	4.770	3.92E-07
1800	-1.000	4.730	300	4.700	4.55E-07
2400	-1.060	4.670	600	4.625	1.73E-07
2700	-1.150	4.580	300	4.525	5.31E-07
3600	-1.260	4.470	900	4.420	2.22E-07
6300	-1.360	4.370	2700	2.185	1.36E-07



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 5.68E-06 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 3.88E-07 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV8**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **2.40** a **3.00**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **3.00**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **2.40**

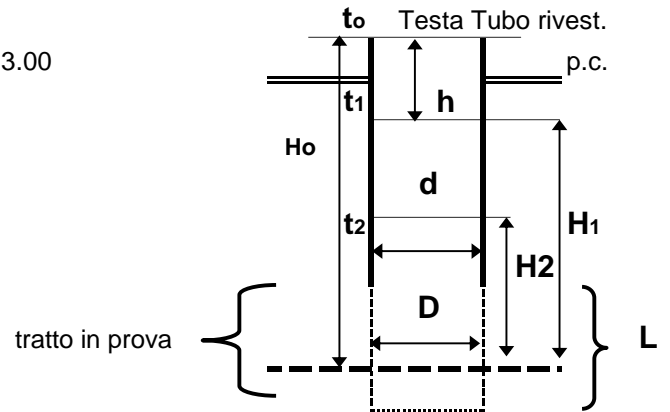
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **7.00**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.60**

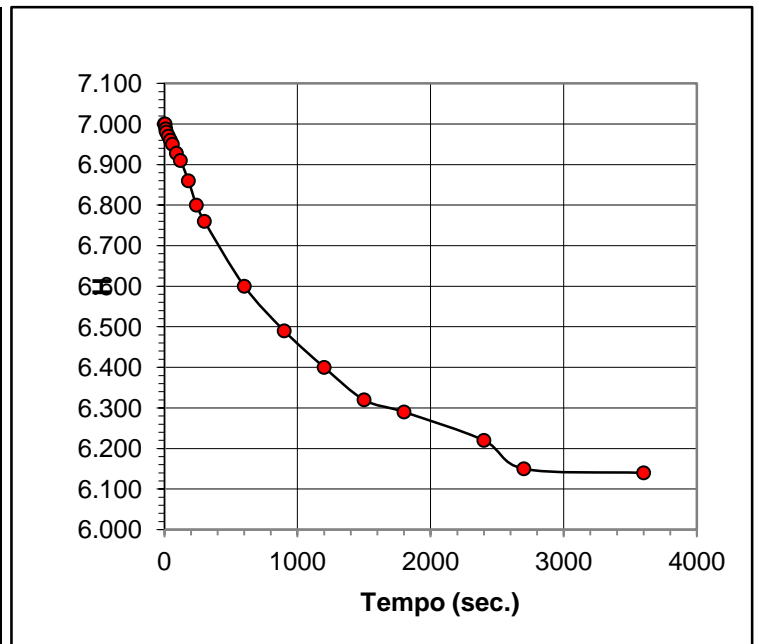
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	7.000			
5	0.000	7.000	5	6.994	0.00E+00
10	-0.012	6.988	5	6.984	2.75E-06
15	-0.020	6.980	5	6.975	1.84E-06
30	-0.030	6.970	15	6.965	7.67E-07
45	-0.040	6.960	15	6.955	7.68E-07
60	-0.050	6.950	15	6.939	7.70E-07
90	-0.072	6.928	30	6.919	8.49E-07
120	-0.090	6.910	30	6.885	6.98E-07
180	-0.140	6.860	60	6.830	9.78E-07
240	-0.200	6.800	60	6.780	1.18E-06
300	-0.240	6.760	60	6.680	8.00E-07
600	-0.400	6.600	300	6.545	6.53E-07
900	-0.510	6.490	300	6.445	4.56E-07
1200	-0.600	6.400	300	6.360	3.78E-07
1500	-0.680	6.320	300	6.305	3.39E-07
1800	-0.710	6.290	300	6.255	1.28E-07
2400	-0.780	6.220	600	6.185	1.51E-07
2700	-0.850	6.150	300	6.145	3.04E-07
3600	-0.860	6.140	900	3.070	2.90E-08



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 7.28E-07 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 1.67E-07 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV17**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **2.50** a **3.00**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **3.00**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **2.50**

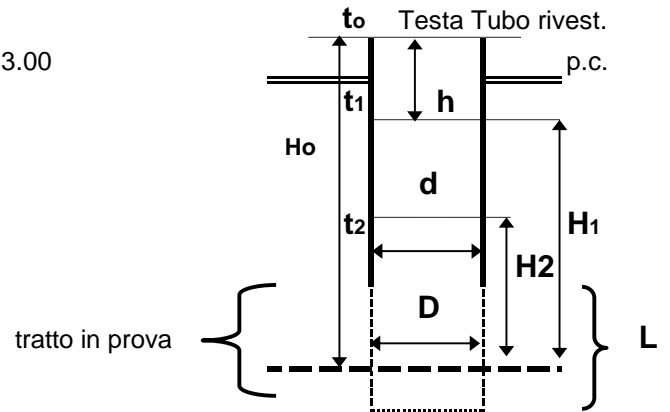
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **7.08**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.60**

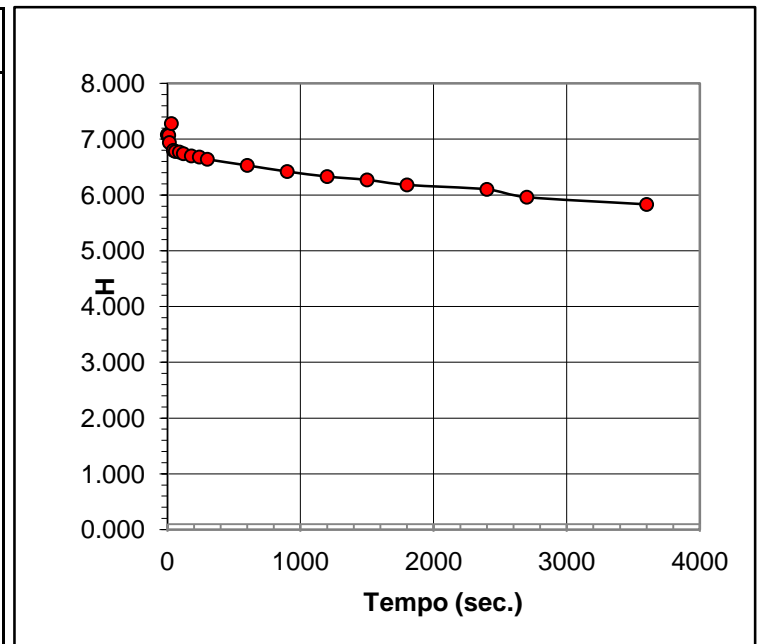
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	7.080			
5	0.000	7.080	5	7.074	0.00E+00
10	-0.012	7.068	5	7.004	2.75E-06
15	-0.140	6.940	5	7.110	2.88E-05
30	0.200	7.280	15	7.040	-2.58E-05
45	-0.280	6.800	15	6.790	3.78E-05
60	-0.300	6.780	15	6.775	1.58E-06
90	-0.310	6.770	30	6.755	3.95E-07
120	-0.340	6.740	30	6.720	1.19E-06
180	-0.380	6.700	60	6.690	7.98E-07
240	-0.400	6.680	60	6.660	4.01E-07
300	-0.440	6.640	60	6.585	8.11E-07
600	-0.550	6.530	300	6.475	4.54E-07
900	-0.660	6.420	300	6.375	4.61E-07
1200	-0.750	6.330	300	6.300	3.82E-07
1500	-0.810	6.270	300	6.225	2.57E-07
1800	-0.900	6.180	300	6.140	3.91E-07
2400	-0.980	6.100	600	6.030	1.77E-07
2700	-1.120	5.960	300	5.895	6.34E-07
3600	-1.250	5.830	900	2.915	3.97E-07



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 2.73E-06 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 4.03E-07 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV20**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **2.50** a **3.00**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **3.00**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **2.50**

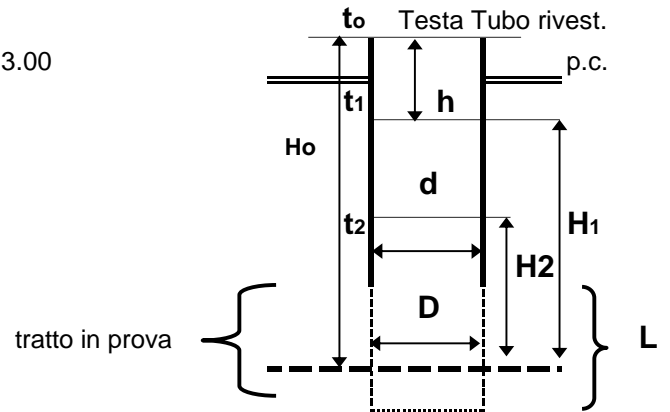
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **16.30**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

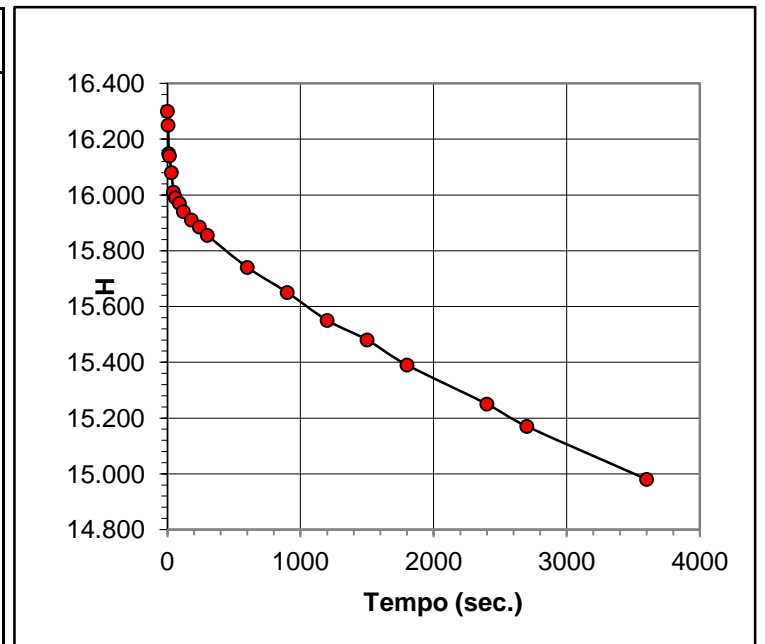
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	16.300			
5	-0.050	16.250	5	16.199	4.95E-06
10	-0.152	16.148	5	16.144	1.01E-05
15	-0.160	16.140	5	16.110	7.96E-07
30	-0.220	16.080	15	16.045	2.00E-06
45	-0.290	16.010	15	16.000	2.34E-06
60	-0.310	15.990	15	15.980	6.68E-07
90	-0.330	15.970	30	15.955	3.35E-07
120	-0.360	15.940	30	15.925	5.03E-07
180	-0.390	15.910	60	15.898	2.52E-07
240	-0.415	15.885	60	15.870	2.10E-07
300	-0.445	15.855	60	15.798	2.54E-07
600	-0.560	15.740	300	15.695	1.96E-07
900	-0.650	15.650	300	15.600	1.54E-07
1200	-0.750	15.550	300	15.515	1.72E-07
1500	-0.820	15.480	300	15.435	1.21E-07
1800	-0.910	15.390	300	15.320	1.57E-07
2400	-1.050	15.250	600	15.210	1.23E-07
2700	-1.130	15.170	300	15.075	1.42E-07
3600	-1.320	14.980	900	7.490	2.26E-07



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 1.25E-06 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 1.56E-07 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV20**

PROVA n°: **2**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **7.00** a **7.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **7.50**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **7.00**

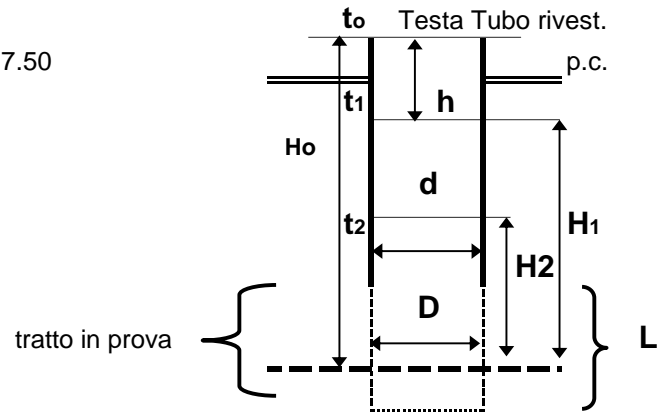
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **16.30**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

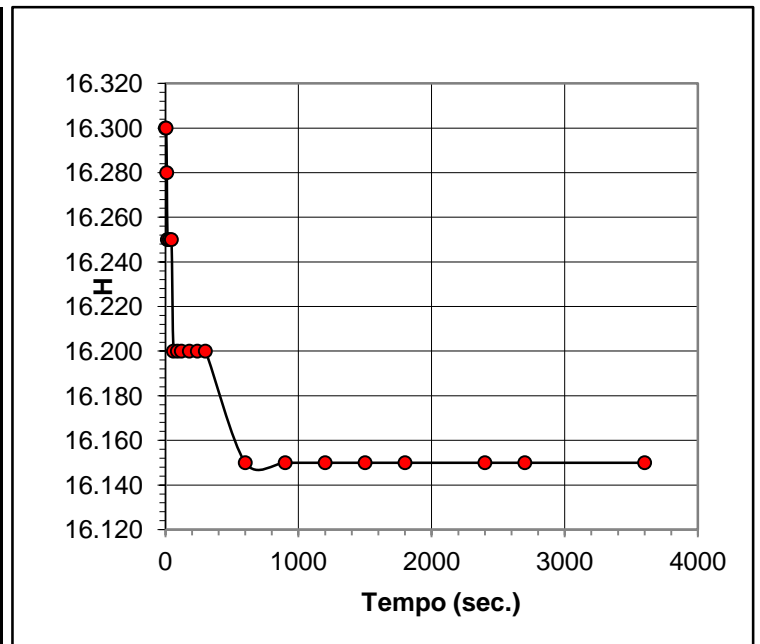
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	16.300			
5	0.000	16.300	5	16.290	0.00E+00
10	-0.020	16.280	5	16.265	1.97E-06
15	-0.050	16.250	5	16.250	2.96E-06
30	-0.050	16.250	15	16.250	0.00E+00
45	-0.050	16.250	15	16.225	0.00E+00
60	-0.100	16.200	15	16.200	1.65E-06
90	-0.100	16.200	30	16.200	0.00E+00
120	-0.100	16.200	30	16.200	0.00E+00
180	-0.100	16.200	60	16.200	0.00E+00
240	-0.100	16.200	60	16.200	0.00E+00
300	-0.100	16.200	60	16.175	0.00E+00
600	-0.150	16.150	300	16.150	8.27E-08
900	-0.150	16.150	300	16.150	0.00E+00
1200	-0.150	16.150	300	16.150	0.00E+00
1500	-0.150	16.150	300	16.150	0.00E+00
1800	-0.150	16.150	300	16.150	0.00E+00
2400	-0.150	16.150	600	16.150	0.00E+00
2700	-0.150	16.150	300	16.150	0.00E+00
3600	-0.150	16.150	900	8.075	0.00E+00



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 3.51E-07 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 1.03E-08 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV23**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **4.00** a **4.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **4.50**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **4.00**

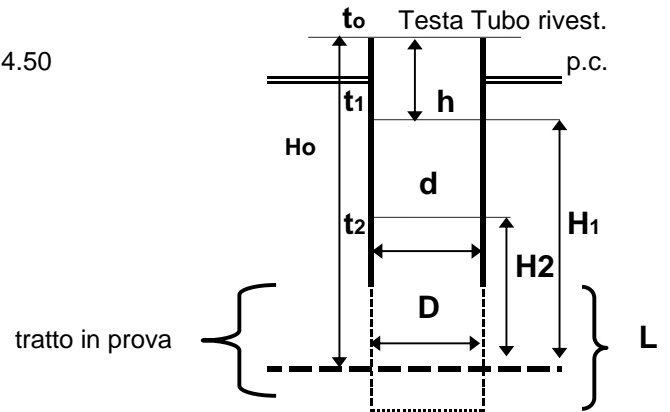
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **5.76**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

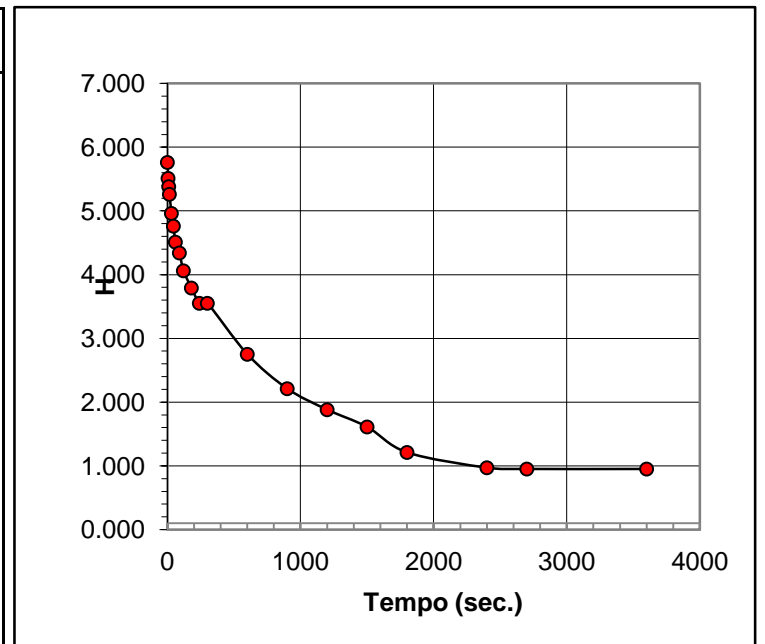
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	5.760			
5	-0.250	5.510	5	5.445	7.36E-05
10	-0.380	5.380	5	5.320	3.92E-05
15	-0.500	5.260	5	5.110	3.76E-05
30	-0.800	4.960	15	4.860	3.30E-05
45	-1.000	4.760	15	4.635	2.30E-05
60	-1.250	4.510	15	4.425	3.02E-05
90	-1.380	4.340	30	4.200	1.08E-05
120	-1.420	4.060	30	3.925	1.91E-05
180	-1.700	3.790	60	3.670	9.82E-06
240	-1.970	3.550	60	3.550	9.03E-06
300	-2.210	3.550	60	3.150	0.00E+00
600	-3.010	2.750	300	2.480	8.61E-06
900	-3.550	2.210	300	2.045	7.05E-06
1200	-3.880	1.880	300	1.745	5.05E-06
1500	-4.150	1.610	300	1.410	5.11E-06
1800	-4.550	1.210	300	1.090	9.80E-06
2400	-4.790	0.970	600	0.960	3.34E-06
2700	-4.810	0.950	300	0.950	5.62E-07
3600	-4.810	0.950	900	0.475	0.00E+00



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 1.71E-05 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 3.43E-06 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV26**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **4.00** a **4.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **4.50**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **4.00**

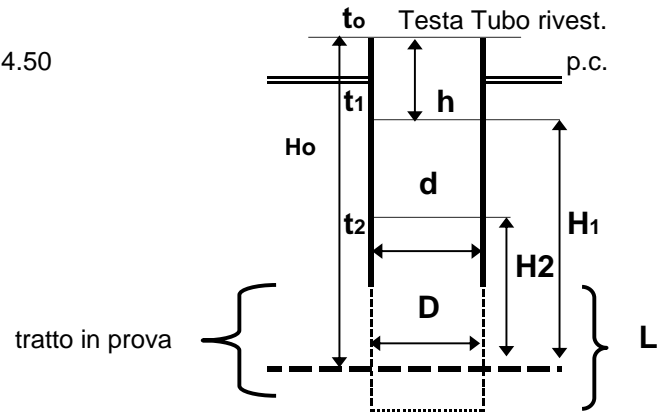
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **6.69**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

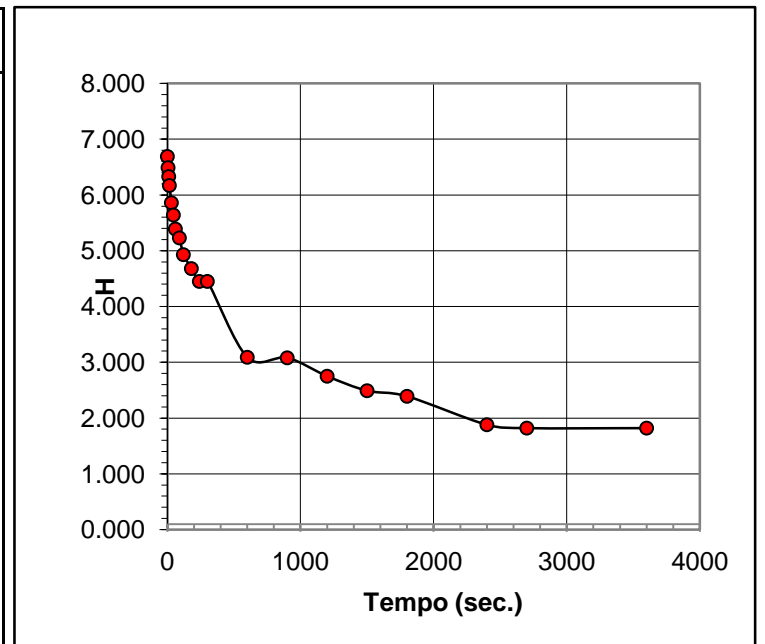
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	6.690			
5	-0.200	6.490	5	6.410	5.00E-05
10	-0.360	6.330	5	6.250	4.10E-05
15	-0.520	6.170	5	6.015	4.26E-05
30	-0.830	5.860	15	5.750	2.88E-05
45	-1.050	5.640	15	5.515	2.13E-05
60	-1.300	5.390	15	5.310	2.51E-05
90	-1.410	5.230	30	5.080	8.41E-06
120	-1.460	4.930	30	4.805	1.67E-05
180	-1.760	4.680	60	4.565	7.31E-06
240	-2.010	4.450	60	4.450	6.90E-06
300	-2.240	4.450	60	3.770	0.00E+00
600	-3.600	3.090	300	3.085	1.18E-05
900	-3.610	3.080	300	2.915	9.16E-08
1200	-3.940	2.750	300	2.620	3.36E-06
1500	-4.200	2.490	300	2.440	2.85E-06
1800	-4.300	2.390	300	2.135	1.25E-06
2400	-4.810	1.880	600	1.850	3.68E-06
2700	-4.870	1.820	300	1.820	8.80E-07
3600	-4.870	1.820	900	0.910	0.00E+00



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 1.43E-05 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 1.52E-06 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV29**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **4.00** a **4.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **4.50**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **4.00**

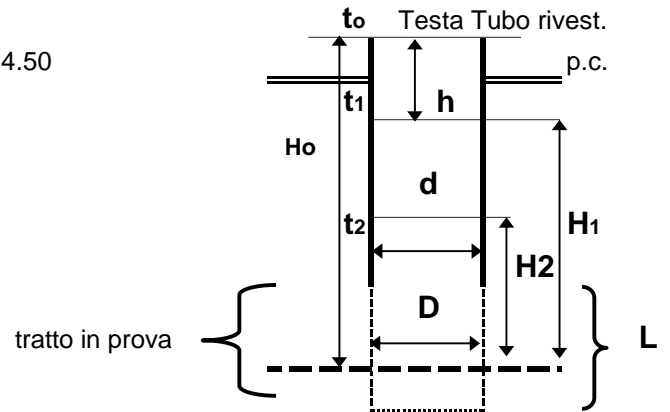
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **16.21**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

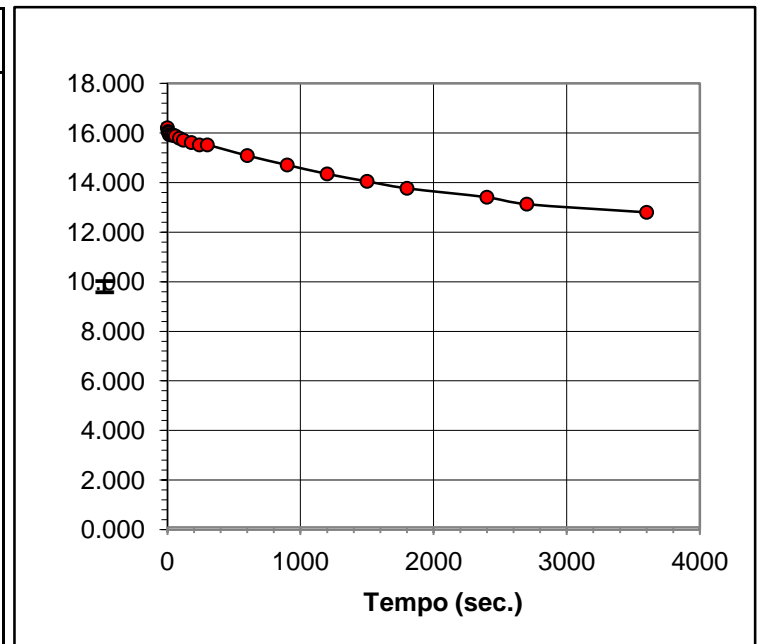
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	16.210			
5	-0.150	16.060	5	16.035	1.50E-05
10	-0.200	16.010	5	15.970	5.02E-06
15	-0.280	15.930	5	15.925	8.05E-06
30	-0.290	15.920	15	15.915	3.36E-07
45	-0.300	15.910	15	15.895	3.36E-07
60	-0.330	15.880	15	15.835	1.01E-06
90	-0.380	15.790	30	15.750	1.53E-06
120	-0.420	15.710	30	15.663	1.36E-06
180	-0.500	15.615	60	15.568	8.15E-07
240	-0.595	15.520	60	15.520	8.17E-07
300	-0.690	15.520	60	15.305	0.00E+00
600	-1.120	15.090	300	14.900	7.71E-07
900	-1.500	14.710	300	14.530	6.98E-07
1200	-1.860	14.350	300	14.200	6.77E-07
1500	-2.160	14.050	300	13.910	5.76E-07
1800	-2.440	13.770	300	13.590	5.50E-07
2400	-2.800	13.410	600	13.270	3.62E-07
2700	-3.080	13.130	300	12.965	5.77E-07
3600	-3.410	12.800	900	6.400	4.59E-07



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 2.05E-06 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 5.05E-07 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV32**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **4.00** a **4.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **4.50**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.50**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **4.00**

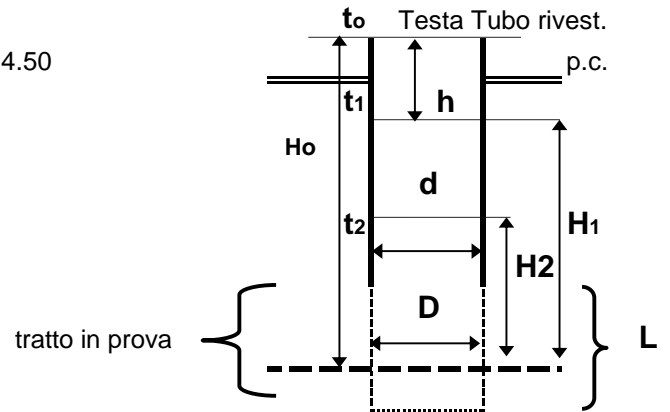
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **4.48**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.50**

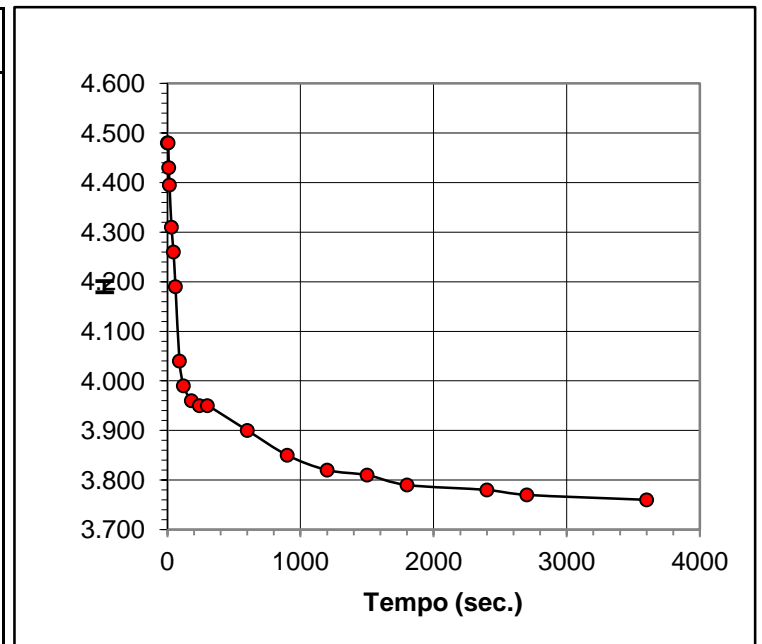
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	4.480			
5	0.000	4.480	5	4.455	0.00E+00
10	-0.050	4.430	5	4.413	1.82E-05
15	-0.085	4.395	5	4.353	1.29E-05
30	-0.170	4.310	15	4.285	1.06E-05
45	-0.220	4.260	15	4.225	6.32E-06
60	-0.290	4.190	15	4.115	9.09E-06
90	-0.330	4.040	30	4.015	9.98E-06
120	-0.440	3.990	30	3.975	3.36E-06
180	-0.490	3.960	60	3.955	1.01E-06
240	-0.520	3.950	60	3.950	3.38E-07
300	-0.530	3.950	60	3.925	0.00E+00
600	-0.580	3.900	300	3.875	3.45E-07
900	-0.630	3.850	300	3.835	3.48E-07
1200	-0.660	3.820	300	3.815	2.10E-07
1500	-0.670	3.810	300	3.800	7.03E-08
1800	-0.690	3.790	300	3.785	1.41E-07
2400	-0.700	3.780	600	3.775	3.54E-08
2700	-0.710	3.770	300	3.765	7.09E-08
3600	-0.720	3.760	900	1.880	4.74E-08



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 3.84E-06 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 7.37E-08 m/sec

media LV

PROVA DI PERMEABILITÀ "LEFRANC"

PROVA PER IMMISSIONE A CARICO VARIABILE

COMMITTENTE: **Comune di Bologna**

CANTIERE: **Linea Verde**

SONDAGGIO n°: **LV33**

PROVA n°: **1**

LUNGHEZZA RIVESTIMENTO

TRATTO IN PROVA m da p.c. da **3.70** a **4.50**

TEMPO DI PROVA minuti **60.00**

PROFONDITÀ FONDO FORO m da p.c. **4.50**

ALTEZZA T.T. RIVESTIMENTO m da p.c. **0.80**

PROFONDITÀ RIVESTIMENTO m da p.c. **3.70**

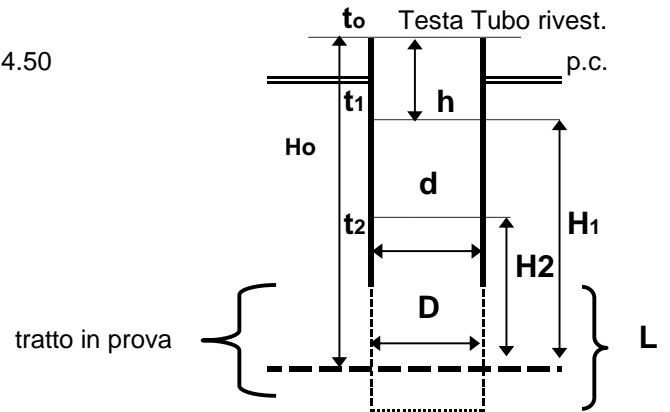
LIVELLO DELLA FALDA H m da p.c. **8.08**

LUNGHEZZA TASCA L m **0.80**

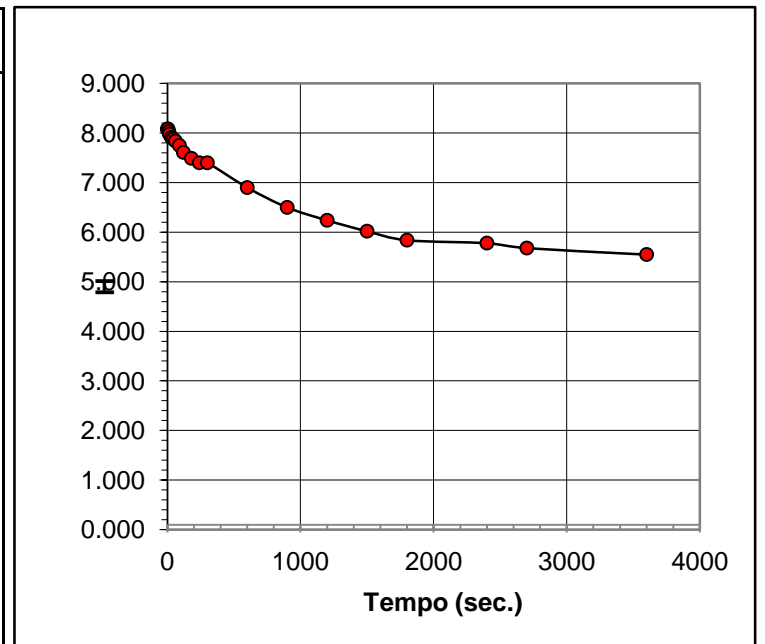
DIAMETRO TASCA D m **0.101**

DIAMETRO RIVESTIMENTO d m **0.127**

AREA SEZ. TRASVERSALE d m **0.008**



t (sec)	Livello da T.T. (m)	H m	dela T (sec)	Hm (m)	K m/sec
0	0.000	8.080			
5	0.000	8.080	5	8.055	0.00E+00
10	-0.050	8.030	5	8.005	1.00E-05
15	-0.100	7.980	5	7.945	1.01E-05
30	-0.170	7.910	15	7.895	4.74E-06
45	-0.200	7.880	15	7.860	2.04E-06
60	-0.240	7.840	15	7.795	2.74E-06
90	-0.800	7.750	30	7.680	3.13E-06
120	-0.330	7.610	30	7.550	4.95E-06
180	-0.470	7.490	60	7.445	2.15E-06
240	-0.590	7.400	60	7.400	1.62E-06
300	-0.680	7.400	60	7.150	0.00E+00
600	-1.180	6.900	300	6.700	1.99E-06
900	-1.580	6.500	300	6.370	1.68E-06
1200	-1.840	6.240	300	6.130	1.13E-06
1500	-2.060	6.020	300	5.930	9.91E-07
1800	-2.240	5.840	300	5.810	8.27E-07
2400	-2.300	5.780	600	5.730	1.40E-07
2700	-2.400	5.680	300	5.615	4.76E-07
3600	-2.530	5.550	900	2.775	4.17E-07



C= 1 (Coefficiente di Forma)

K = 2.59E-06 m/sec

media sull'intero intervallo

K = 5.70E-07 m/sec

media LV



ECOCANTIERI S.r.l.
SERVIZI GEOTECNICI E GEOAMBIENTALI

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO 3_ CERTIFICATI ANALISI DI LABORATORIO GEOTECNICO

Committente: Comune di Bologna

**Cantiere: Sondaggi preliminari Archeologici e Geologici per
progettazione Linea Verde Tranvia**

Oggetto: Indagini geognostiche

CIG: 9923964A28

CUP: F31D21000020001



COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	23.6	%
Peso di volume	19.3	kN/m ³
Peso di volume secco	15.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.6	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	0.687	
Porosità	40.7	%
Grado di saturazione	91.9	%
Limite di liquidità	34.8	%
Limite di plasticità	19.5	%
Indice di plasticità	15.3	%
Indice di consistenza	0.73	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	17.7	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.2	%
Sabbia	21.9	%
Limo	51.1	%
Argilla	26.8	%
D 10		mm
D 50	0.010018	mm
D 60	0.018671	mm
D 90	0.123865	mm
Passante set. 10	99.8	%
Passante set. 42	98.9	%
Passante set. 200	82.1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	10.1	kPa	ϕ' 28.1 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 25.0	6562	---	---
25.0 ÷ 50.0	5015	---	---
50.0 ÷ 100.0	4695	---	---
100.0 ÷ 200.0	6042	---	---
200.0 ÷ 400.0	8979	---	---
400.0 ÷ 800.0	13657	---	---
800.0 ÷ 1600.0	22207	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	37937	---	---

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05538** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23

DATA DI EMISSIONE: 02/11/23

Inizio analisi: 12/10/23

Apertura campione: 12/10/23

Fine analisi: 13/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 23.6 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05539** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23

DATA DI EMISSIONE: 02/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 12/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 19.3 kN/m³**

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05540	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 18/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 18/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05541 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23
DATA DI EMISSIONE: 02/11/23
Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 12/10/23
Fine analisi: 17/10/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 34.8 %

Limite di plasticità 19.5 %

Indice di plasticità 15.3 %

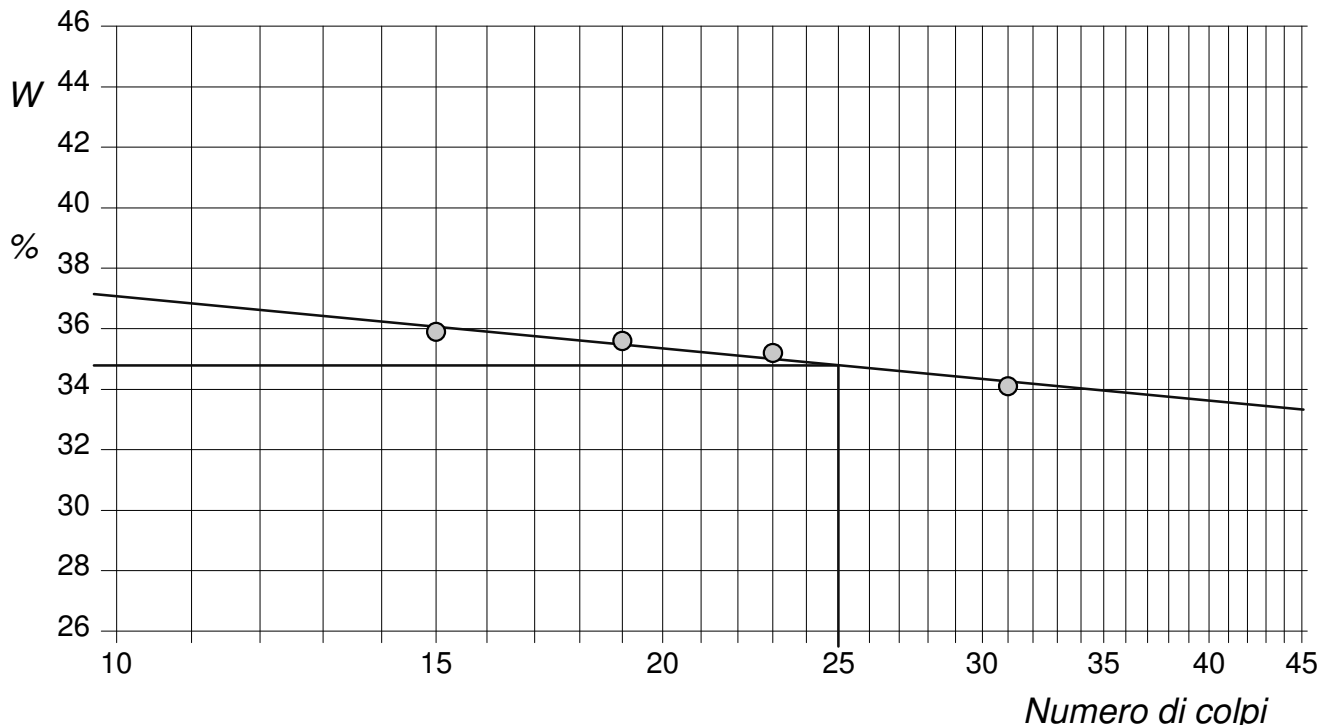
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	15	19	23	31		Umidità (%)	19.5	19.5
Umidità (%)	35.9	35.6	35.2	34.1		Umidità media	19.5	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05542	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 30/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 02/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.00-3.50	
<u>LIMITE DI RITIRO</u>			

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 99 %

Limite di ritiro = 17.7 %

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05543 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23

DATA DI EMISSIONE: 02/11/23

Inizio analisi: 13/10/23

Apertura campione: 12/10/23

Fine analisi: 18/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

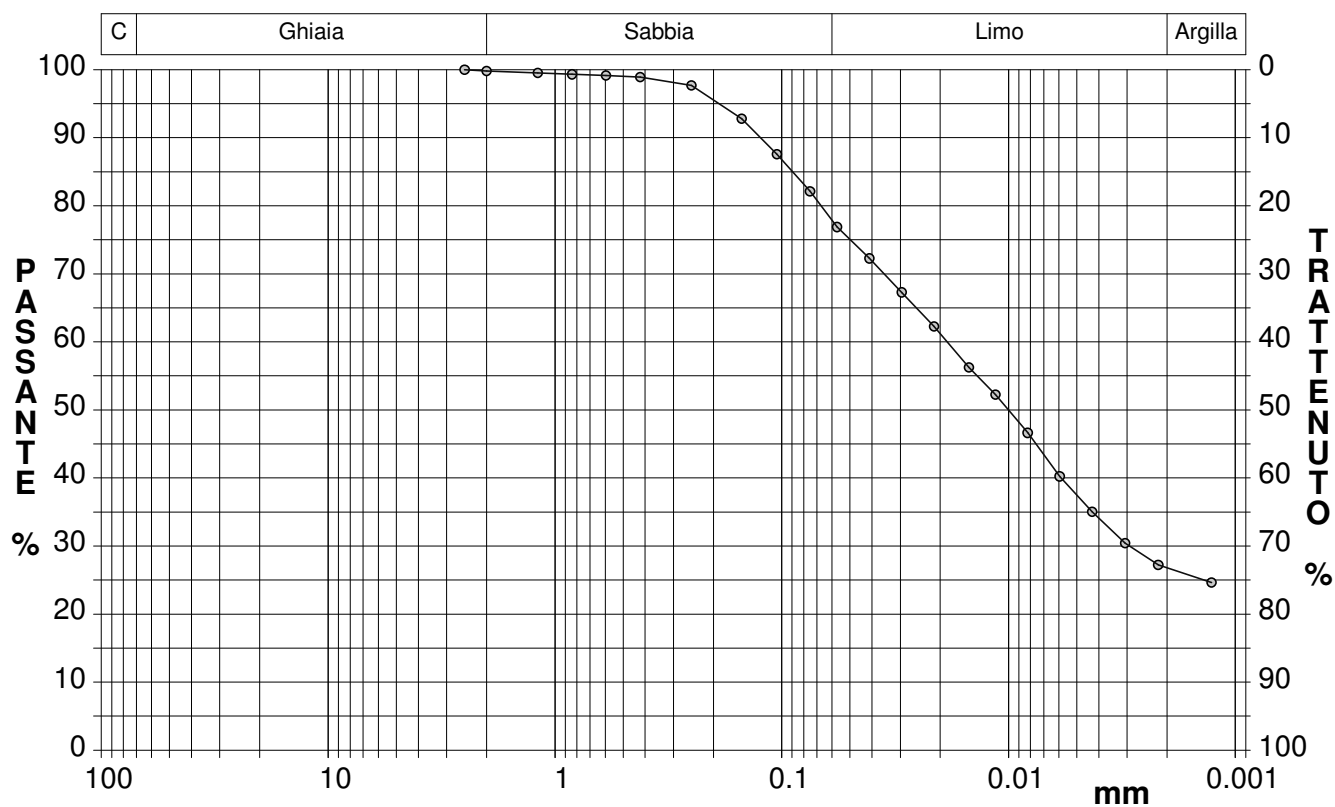
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.8 %	D10	---	mm
Sabbia	21.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98.9 %	D30	0.00293	mm
Limo	51.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	82.1 %	D50	0.01002	mm
Argilla	26.8 %			D60	0.01867	mm
				D90	0.12387	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2.5000	100.00	0.4200	98.90	0.0569	76.87	0.0114	52.25	0.0022	27.22
2.0000	99.81	0.2500	97.69	0.0410	72.27	0.0082	46.64	0.0013	24.62
1.1900	99.51	0.1500	92.81	0.0296	67.26	0.0059	40.23		
0.8410	99.32	0.1050	87.57	0.0213	62.26	0.0043	35.03		
0.5950	99.15	0.0750	82.11	0.0150	56.25	0.0031	30.42		

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05544 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23
DATA DI EMISSIONE: 02/11/23
Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 12/10/23
Fine analisi: 31/10/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV2
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 19.35
Umidità (%) 24.4
Peso specifico 2.68

Altezza provino (cm) 2.00
Diametro provino (cm) 5.05
Sezione provino (cm²) 20.01
Volume provino (cm³) 40.01

Volume dei vuoti (cm³) 16.35
Indice dei vuoti 0.69
Porosità (%) 40.85
Saturazione (%) 94.7

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

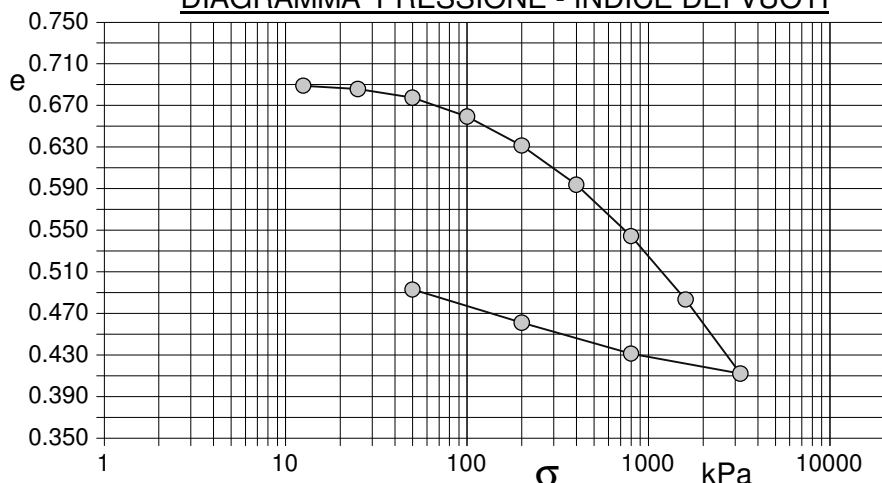
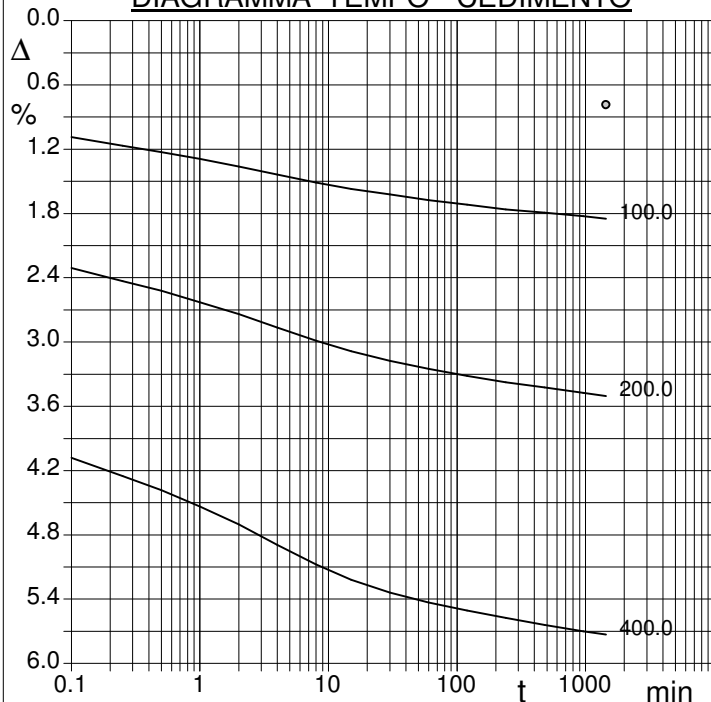


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	1.9	0.689	
25.0	5.7	0.686	0.011
50.0	15.7	0.677	0.028
100.0	37.0	0.659	0.060
200.0	70.1	0.631	0.093
400.0	114.6	0.594	0.125
800.0	173.2	0.544	0.165
1600.0	245.3	0.483	0.202
3200.0	329.6	0.412	0.237
800.0	306.8	0.431	
200.0	271.6	0.461	
50.0	233.8	0.493	

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05544	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 16/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 31/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV2	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	15.7	0.00	37.0	0.00	70.1		
0.10	21.7	0.10	46.2	0.10	81.6		
0.25	23.4	0.25	48.6	0.25	85.0		
0.50	24.5	0.50	50.5	0.50	87.7		
1.00	25.8	1.00	52.6	1.00	90.7		
2.00	27.3	2.00	54.8	2.00	94.1		
4.00	28.7	4.00	57.3	4.00	97.9		
8.00	30.2	8.00	59.7	8.00	101.6		
15.00	31.4	15.00	61.7	15.00	104.4		
30.00	32.5	30.00	63.5	30.00	106.8		
60.00	33.5	60.00	65.0	60.00	108.6		
120.00	34.4	120.00	66.3	120.00	110.1		
240.00	35.2	240.00	67.5	240.00	111.5		
480.00	35.9	480.00	68.5	480.00	112.8		
960.00	36.5	960.00	69.5	960.00	114.0		
1440.00	37.0	1440.00	70.1	1440.00	114.6		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05545 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23

DATA DI EMISSIONE: 02/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 12/10/23

Fine analisi: 25/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	24.6 25.3	23.8 22.0	24.1 23.2
Peso di volume (kN/m³):	19.0	19.6	18.9
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

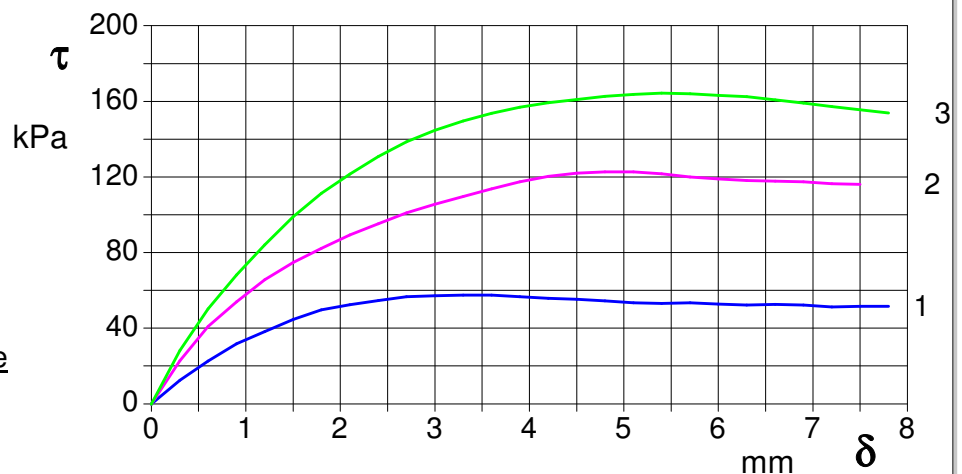
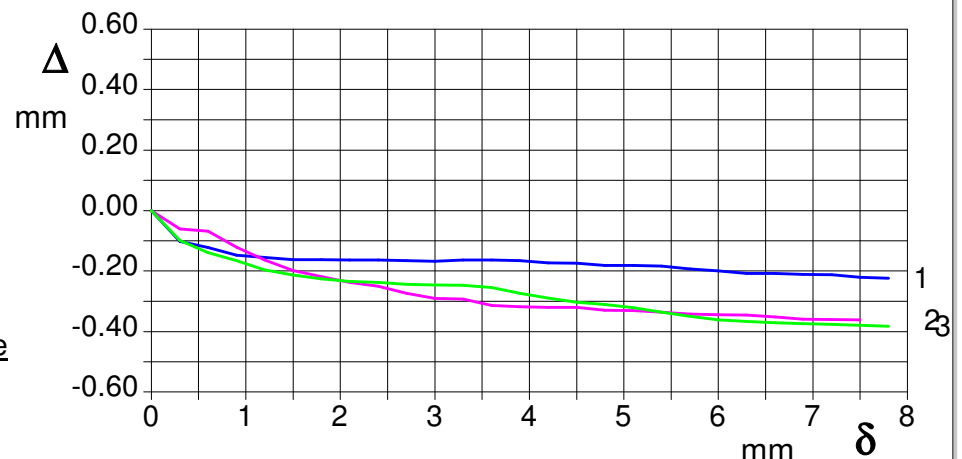


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05545	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 23/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 25/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23

DATA DI EMISSIONE: 02/11/23

Inizio analisi: 23/10/23

Apertura campione: 12/10/23

Fine analisi: 25/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV2

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	58	123	164
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.60 -0.16	4.80 -0.33	5.40 -0.34
Umidità iniziale e umidità finale (%):	24.6 25.3	23.8 22.0	24.1 23.2
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.0 19.6	19.6 20.1	18.9 19.8
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	91.1 99.0	96.0 98.7	89.4 97.9

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 10.1 kPa
Angolo di attrito interno: 28.1 °

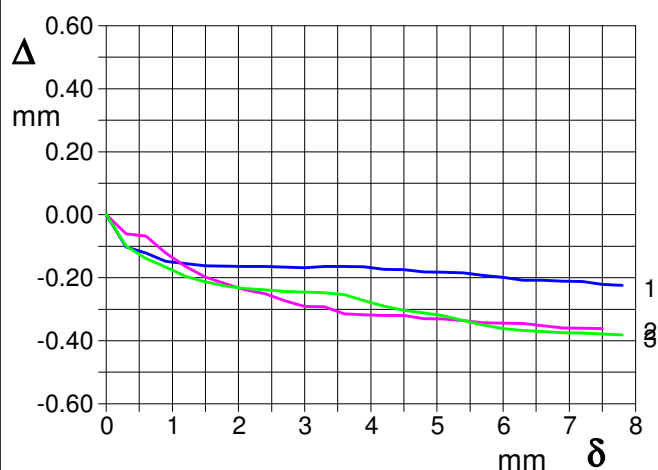
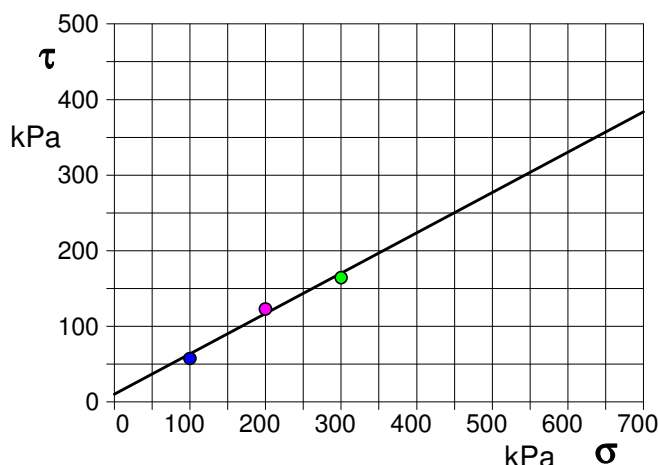
Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

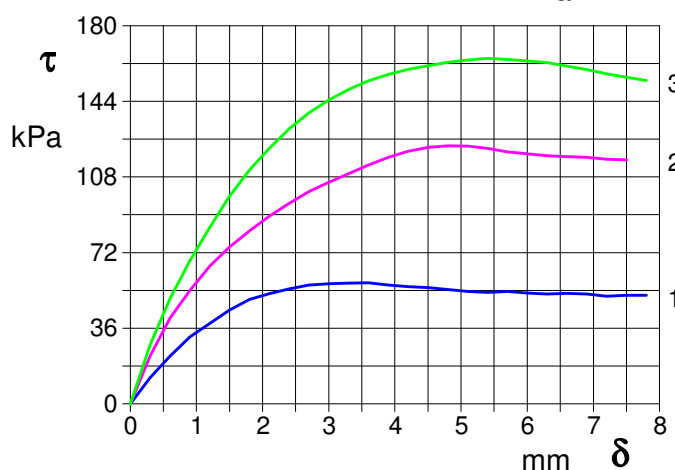


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla sabbioso di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee e di rare tracce puntiformi nerastre

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.20-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	18.7	%
Peso di volume	19.0	kN/m ³
Peso di volume secco	16.0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.9	kN/m ³
Peso specifico	2.69	
Indice dei vuoti	0.648	
Porosità	39.3	%
Grado di saturazione	77.5	%
Limite di liquidità	36.9	%
Limite di plasticità	21.5	%
Indice di plasticità	15.4	%
Indice di consistenza	1.18	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	15.3	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.6	%
Sabbia	31.3	%
Limo	39.1	%
Argilla	29.0	%
D 10		mm
D 50	0.018754	mm
D 60	0.035751	mm
D 90	0.213357	mm
Passante set. 10	99.4	%
Passante set. 42	95.6	%
Passante set. 200	71.0	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	m/sec
----------------	-------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_u \text{ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	13.8	kPa	ϕ'	32.0	°
c' Res		kPa	ϕ' Res		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	$^\circ$
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	$^\circ$
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	$^\circ$
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	$^\circ$

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05546	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 12/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 13/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV5 CAMPIONE: C1 PROFONDITA': m 3.20-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 18.7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05547	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 20/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 20/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.20-3.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata

Peso di volume allo stato naturale = 19.0 kN/m³

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

Direttore
Marco Ferrante

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05548	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 17/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 17/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.20-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.69** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.69**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 24.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05549 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23
DATA DI EMISSIONE: 02/11/23
Inizio analisi: 16/10/23
Apertura campione: 12/10/23
Fine analisi: 17/10/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.20-3.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 36.9 %

Limite di plasticità 21.5 %

Indice di plasticità 15.4 %

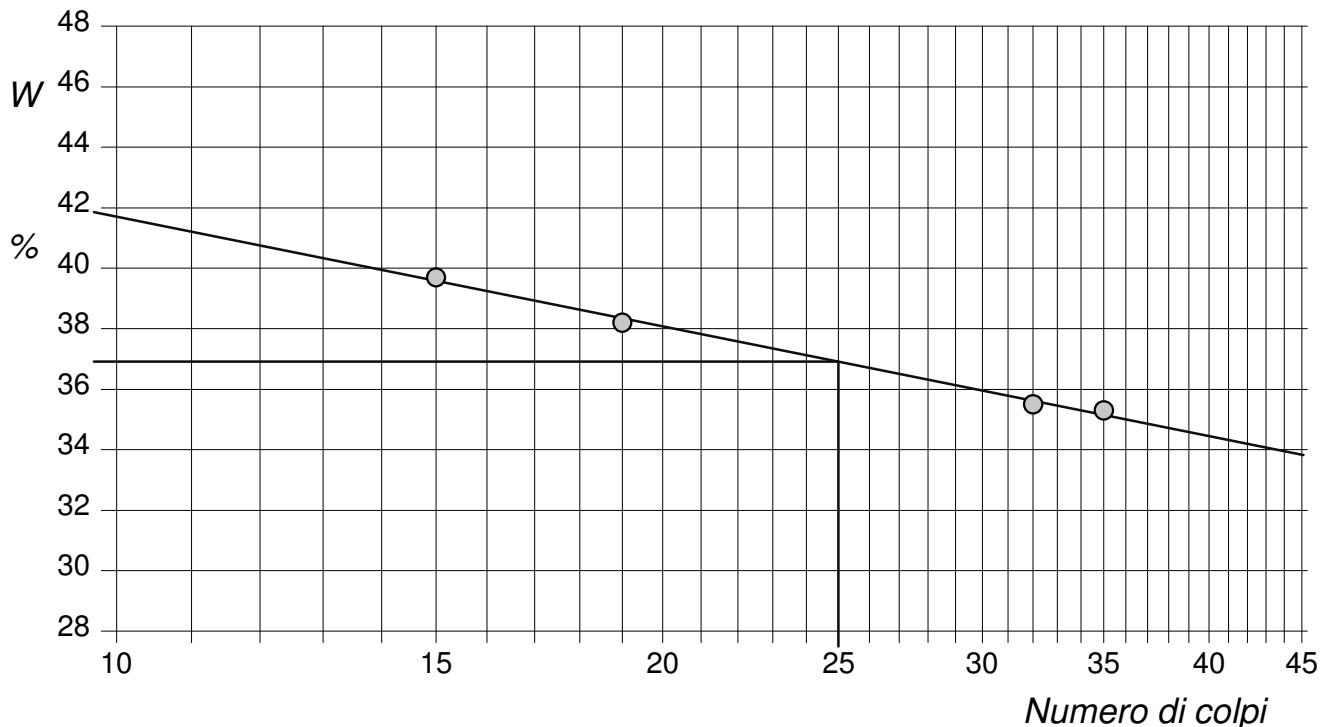
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	15	19	32	35		Umidità (%)	21.6	21.3
Umidità (%)	39.7	38.2	35.5	35.3		Umidità media	21.5	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05550	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 30/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 02/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV5	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m 3.20-3.50	
<u>LIMITE DI RITIRO</u>			

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 96 %

Limite di ritiro = 15.3 %

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

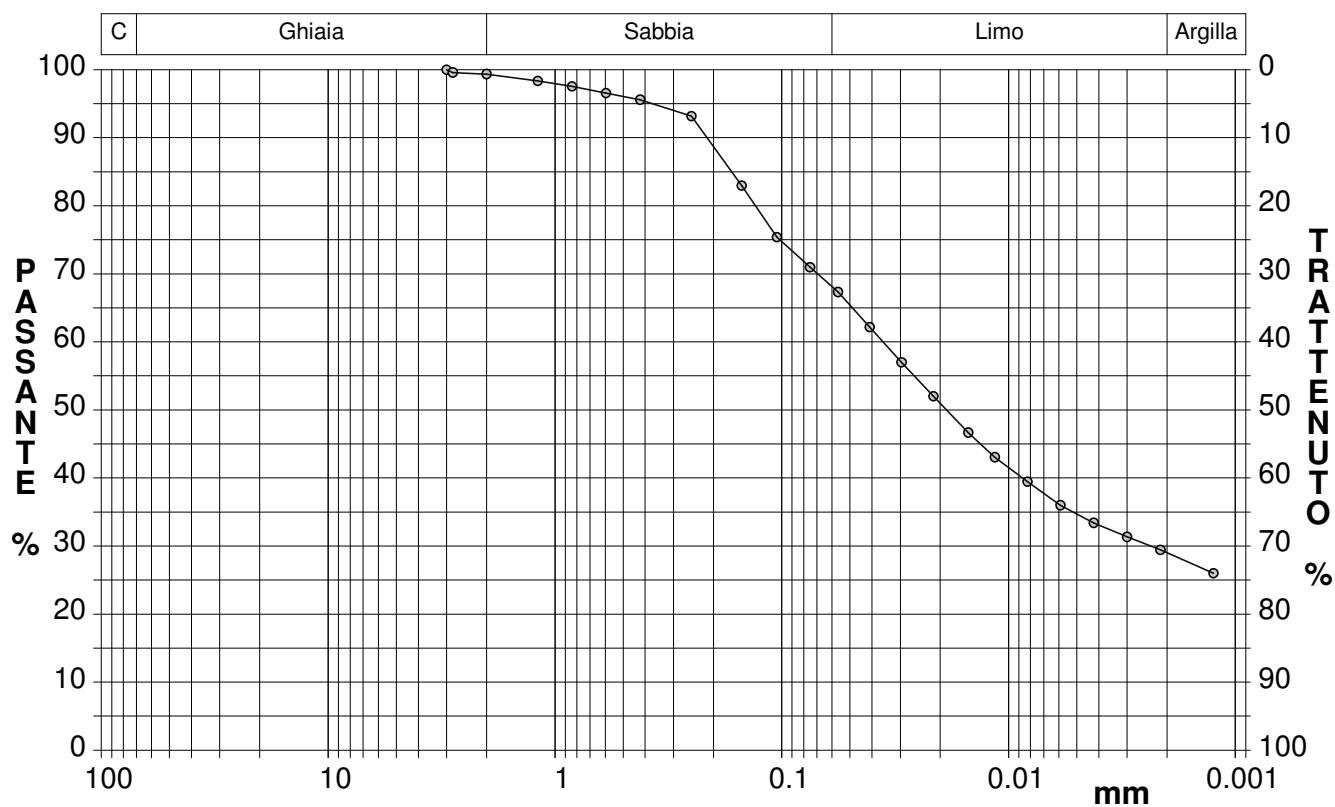
CERTIFICATO DI PROVA N°: 05551 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23
DATA DI EMISSIONE: 02/11/23
Inizio analisi: 13/10/23
Apertura campione: 12/10/23
Fine analisi: 18/10/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV5
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 3.20-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.4 %	D10	---	mm
Sabbia	31.3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95.6 %	D30	0.00236	mm
Limo	39.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	71.0 %	D50	0.01875	mm
Argilla	29.0 %			D60	0.03575	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.21336 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
3.0000	100.00	0.5950	96.57	0.0750	70.97	0.0150	46.67	0.0030	31.34
2.8200	99.59	0.4200	95.60	0.0565	67.34	0.0115	43.05	0.0021	29.45
2.0000	99.36	0.2500	93.17	0.0409	62.17	0.0082	39.44	0.0012	26.00
1.1900	98.35	0.1500	82.94	0.0296	57.00	0.0059	35.99		
0.8410	97.52	0.1050	75.38	0.0214	52.01	0.0042	33.41		

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05552 Pagina 1/2

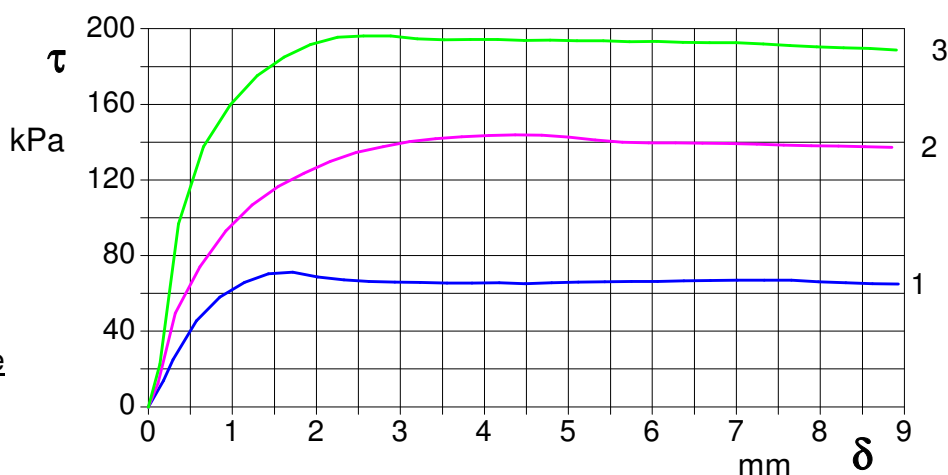
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23
DATA DI EMISSIONE: 02/11/23
Inizio analisi: 20/10/23
Apertura campione: 12/10/23
Fine analisi: 23/10/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV5
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 3.20-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

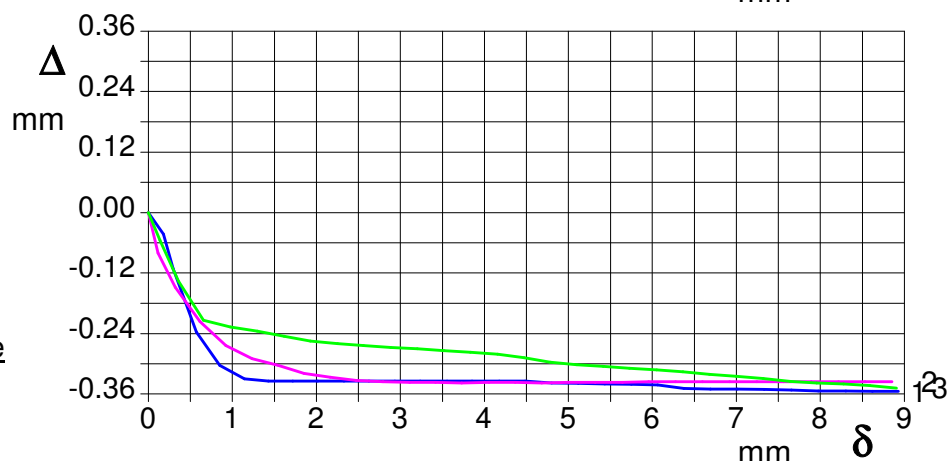
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	18.3 22.9	18.2 21.9	18.9 20.9
Peso di volume (kN/m³):	18.8	18.9	19.2
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05552	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 02/11/23	Inizio analisi: 20/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23		Apertura campione: 12/10/23	Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.20-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 323 del 09/10/23

DATA DI EMISSIONE: 02/11/23

Inizio analisi: 20/10/23

Apertura campione: 12/10/23

Fine analisi: 23/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV5

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.20-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	71	144	196
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.72 -0.33	4.37 -0.34	2.56 -0.26
Umidità iniziale e umidità finale (%):	18.3 22.9	18.2 21.9	18.9 20.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.8 20.0	18.9 20.1	19.2 20.4
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	74.9 99.2	75.6 98.9	80.2 99.6

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 13.8 kPa
Angolo di attrito interno: 32.0 °

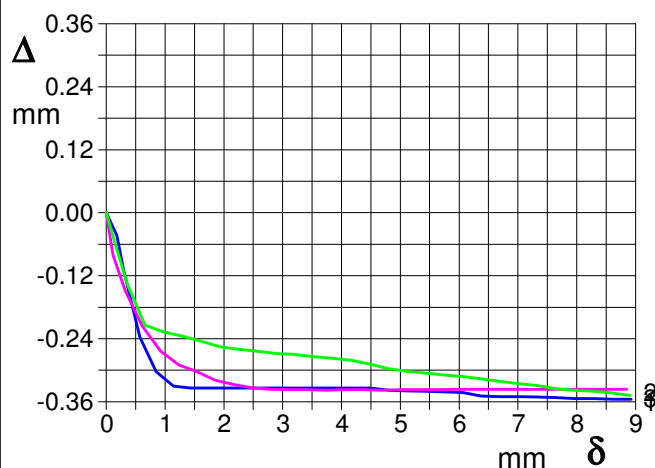
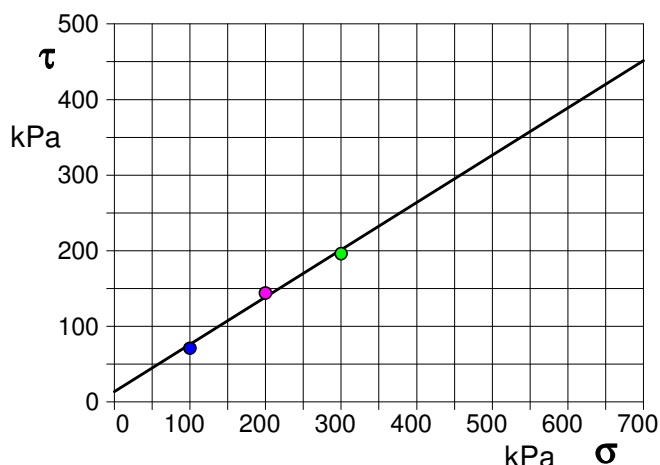
Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

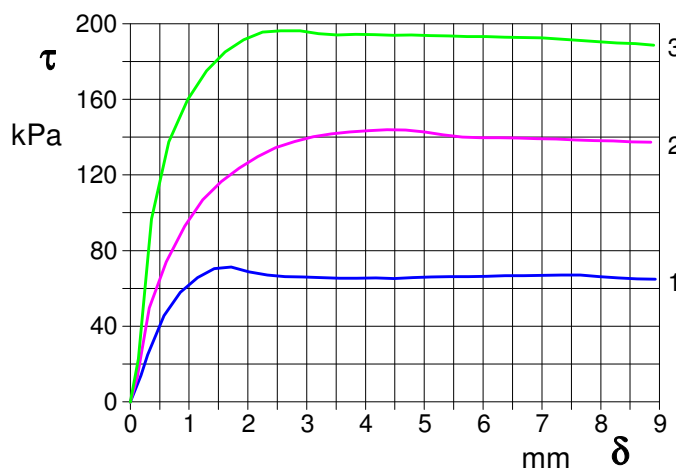


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con sabbia e argilla di colore marrone con presenza di ossidazioni ocracee, concrezioni biancastre e di rare tracce puntiformi nerastre

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19.8	%
Peso di volume		kN/m ³
Peso di volume secco		kN/m ³
Peso di volume saturo		kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità	25.6	%
Limite di plasticità	18.8	%
Indice di plasticità	6.8	%
Indice di consistenza	0.86	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	13.2	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.2	%
Sabbia	35.0	%
Limo	39.8	%
Argilla	25.0	%
D 10		mm
D 50	0.020811	mm
D 60	0.042184	mm
D 90	0.138745	mm
Passante set. 10	99.8	%
Passante set. 42	99.4	%
Passante set. 200	68.3	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_u \text{ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Limo con sabbia e argilla di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06216** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 27/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19.8 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con sabbia e argilla di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06217** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 31/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 31/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con sabbia e argilla di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06218 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV7

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 25.6 %

Limite di plasticità 18.8 %

Indice di plasticità 6.8 %

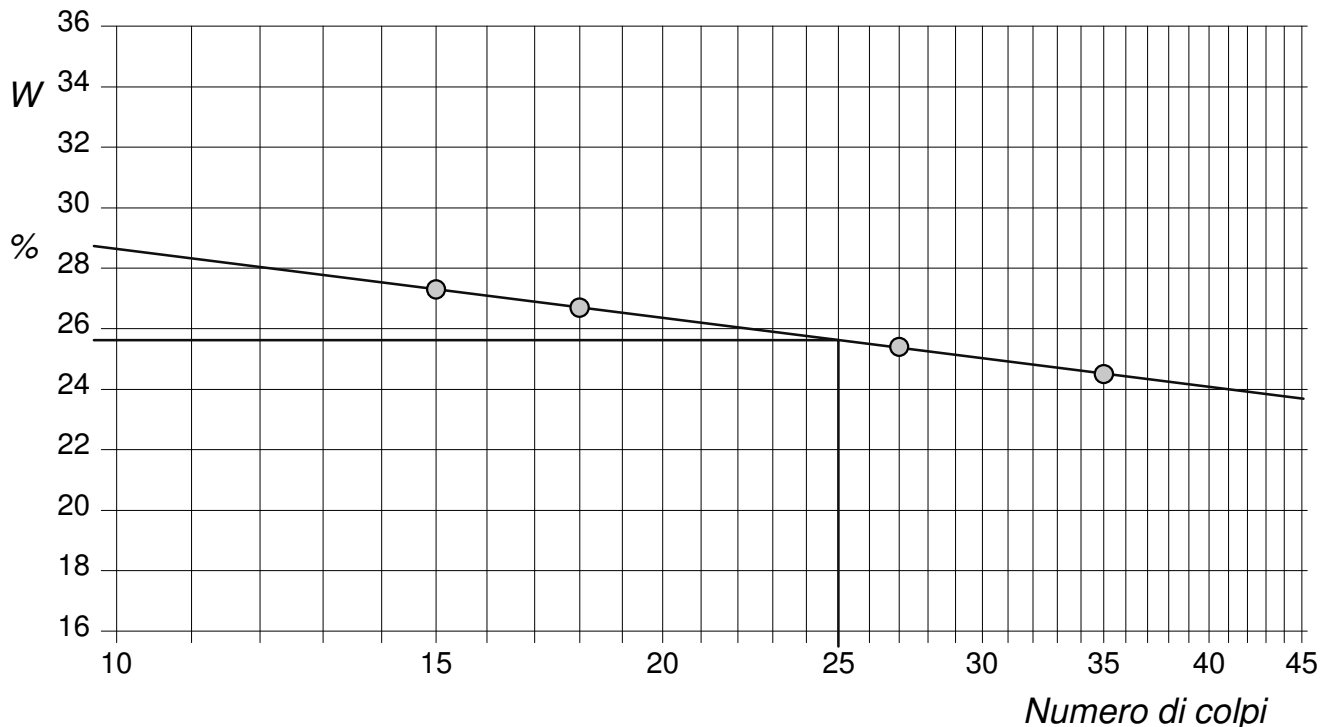
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITÀ'

LIMITE DI PLASTICITÀ'

Numero di colpi	15	18	27	35		Umidità (%)	18.9	18.7
Umidità (%)	27.3	26.7	25.4	24.5		Umidità media	18.8	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con sabbia e argilla di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06219	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 20/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 27/10/23	Fine analisi: 21/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV7	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 99 %

Limite di ritiro = 13.2 %

Limo con sabbia e argilla di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06220 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 30/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV7

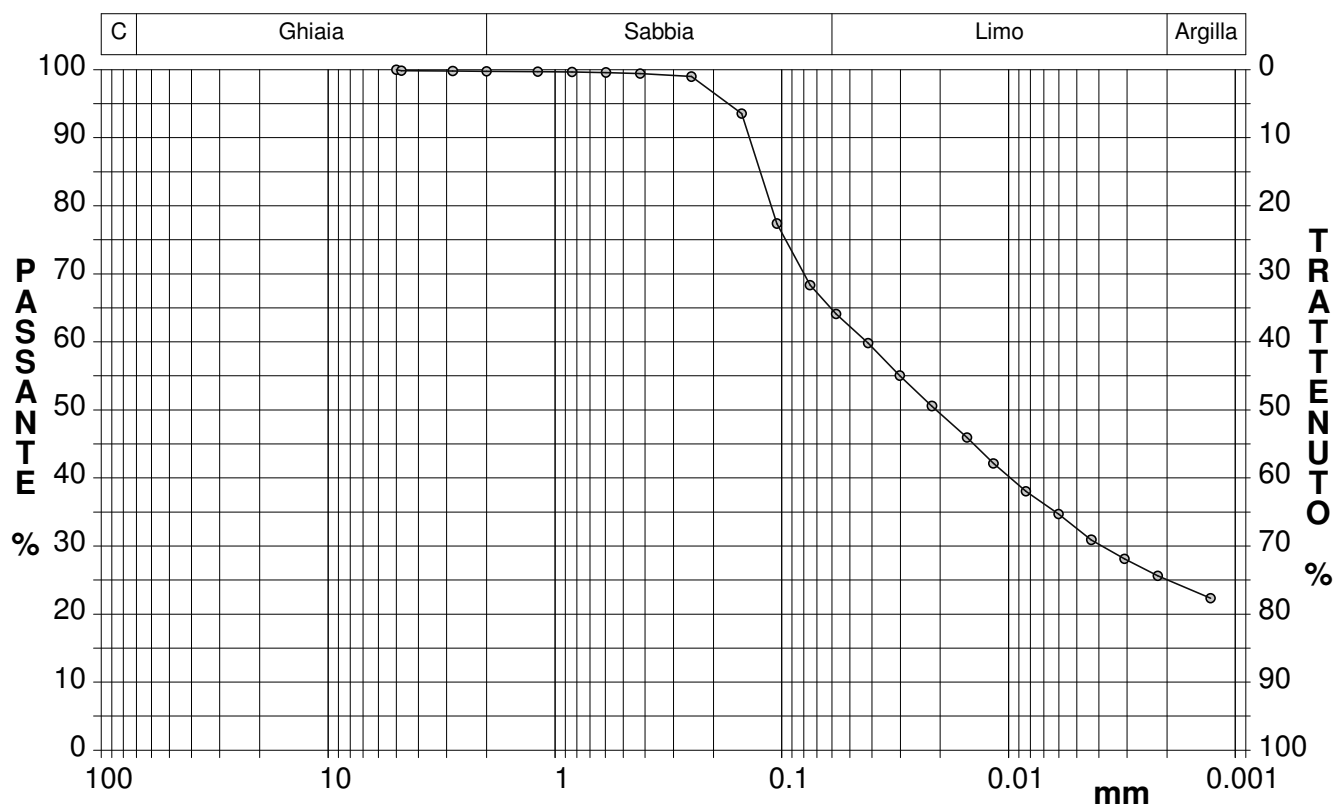
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.8 %	D10	---	mm
Sabbia	35.0 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.4 %	D30	0.00386	mm
Limo	39.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	68.3 %	D50	0.02081	mm
Argilla	25.0 %			D60	0.04218	mm
				D90	0.13874	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
5.0000	100.00	0.8410	99.66	0.1050	77.39	0.0218	50.58	0.0043	30.92
4.7500	99.85	0.5950	99.59	0.0750	68.35	0.0152	45.95	0.0031	28.11
2.8200	99.80	0.4200	99.43	0.0576	64.13	0.0117	42.15	0.0022	25.63
2.0000	99.76	0.2500	98.98	0.0416	59.83	0.0084	38.02	0.0013	22.33
1.1900	99.71	0.1500	93.53	0.0301	55.04	0.0060	34.72		

Limo con sabbia e argilla di colore marrone-grigiastro

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	29.3	%
Peso di volume	18.9	kN/m ³
Peso di volume secco	14.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.0	kN/m ³
Peso specifico	2.69	
Indice dei vuoti	0.806	
Porosità	44.6	%
Grado di saturazione	97.9	%
Limite di liquidità	41.0	%
Limite di plasticità	21.7	%
Indice di plasticità	19.3	%
Indice di consistenza	0.61	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	14.8	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	28.2	%
Limo	40.5	%
Argilla	31.3	%
D 10		mm
D 50	0.009800	mm
D 60	0.024739	mm
D 90	0.259588	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	93.4	%
Passante set. 200	74.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	8.7	kPa	ϕ' 27.8 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 25.0	4621	---	---
25.0 ÷ 50.0	3121	---	---
50.0 ÷ 100.0	3222	---	---
100.0 ÷ 200.0	3990	---	---
200.0 ÷ 400.0	6060	---	---
400.0 ÷ 800.0	10168	---	---
800.0 ÷ 1600.0	18935	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	36134	---	---

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06221** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 02/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 29.3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06222** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 16/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 18.9 kN/m³**

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06223** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 06/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.69** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.69**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06224 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 41.0 %

Limite di plasticità 21.7 %

Indice di plasticità 19.3 %

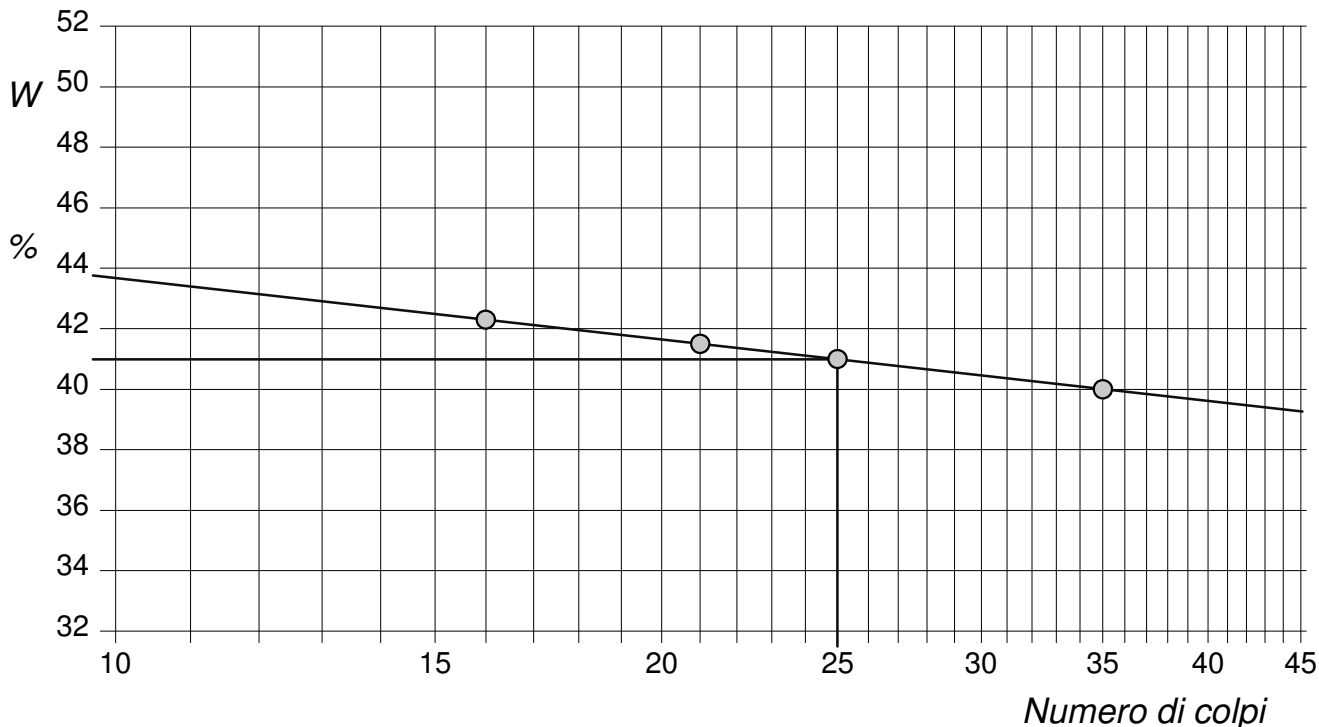
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	16	21	25	35		Umidità (%)	21.8	21.5
Umidità (%)	42.3	41.5	41.0	40.0		Umidità media	21.7	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06225	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 20/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 02/11/23	Fine analisi: 21/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.60-4.00

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 93 %

Limite di ritiro = 14.8 %

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06226 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 03/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

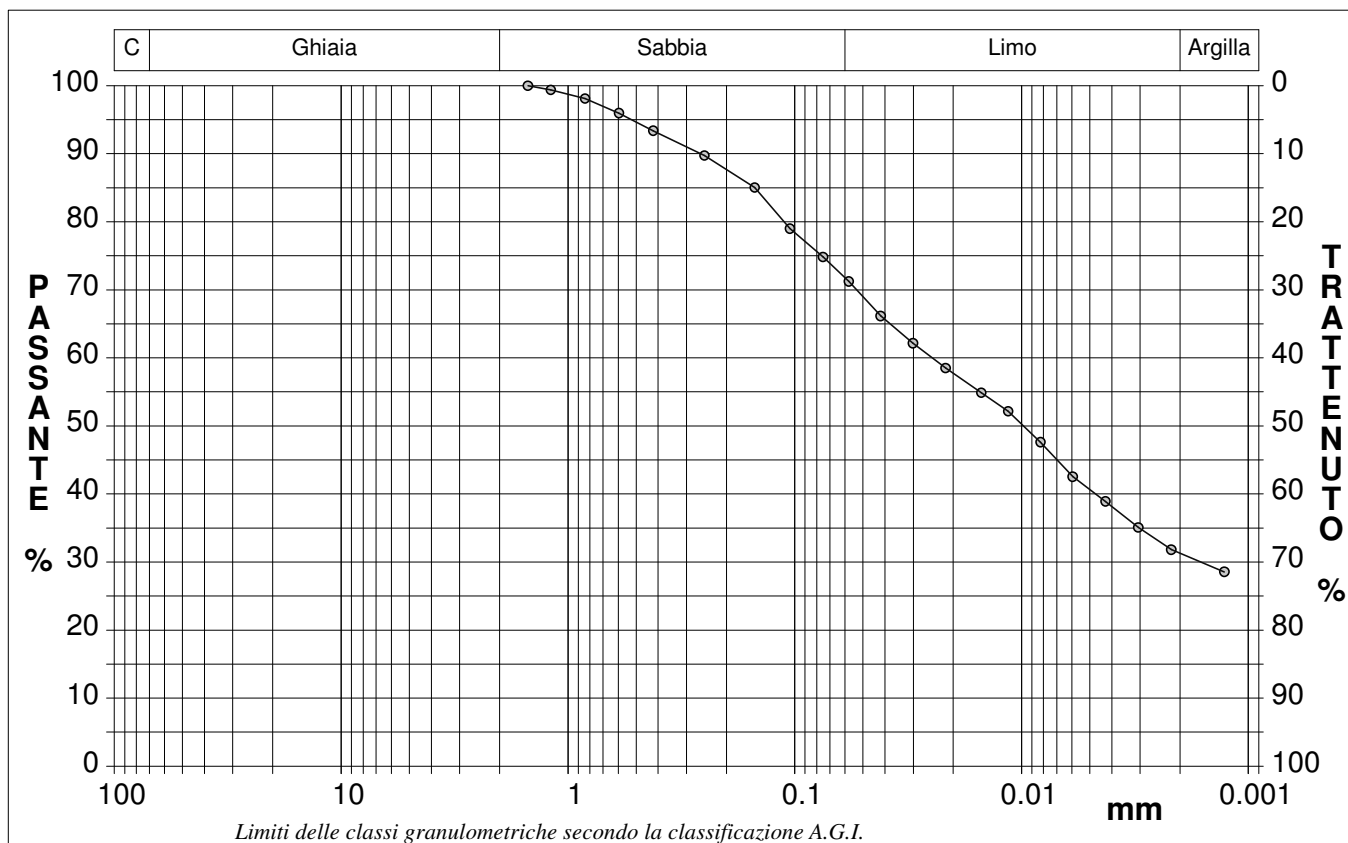
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm
Sabbia	28.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93.4 %	D30	0.00162	mm
Limo	40.5 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	74.8 %	D50	0.00980	mm
Argilla	31.3 %			D60	0.02474	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.25959 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1.5000	100.00	0.2500	89.74	0.0418	66.15	0.0083	47.62	0.0013	28.56
1.1900	99.38	0.1500	85.06	0.0301	62.15	0.0059	42.54		
0.8410	98.12	0.1050	79.00	0.0216	58.52	0.0043	38.91		
0.5950	95.96	0.0750	74.82	0.0151	54.89	0.0031	35.09		
0.4200	93.38	0.0577	71.23	0.0115	52.16	0.0022	31.82		

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06227 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 16/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 19.06
Umidità (%) 27.9
Peso specifico 2.69

Altezza provino (cm) 2.00
Diametro provino (cm) 5.05
Sezione provino (cm²) 20.01
Volume provino (cm³) 40.01

Volume dei vuoti (cm³) 17.44
Indice dei vuoti 0.77
Porosità (%) 43.59
Saturazione (%) 97.2

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

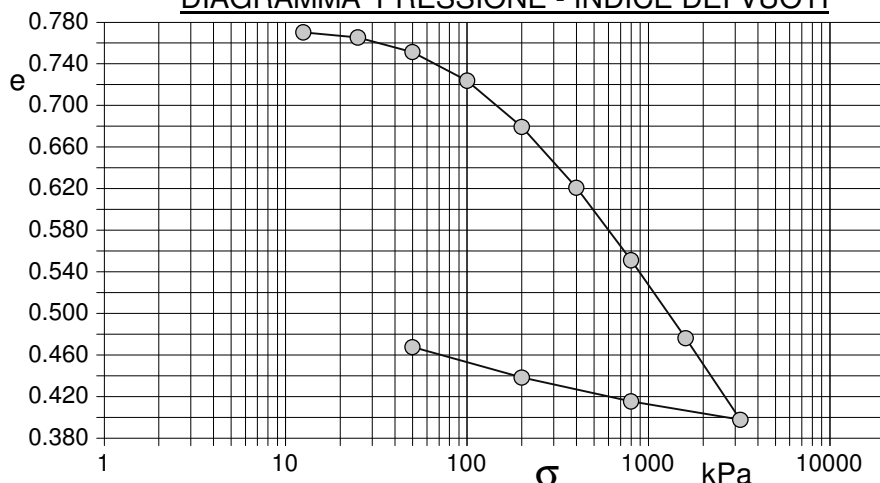
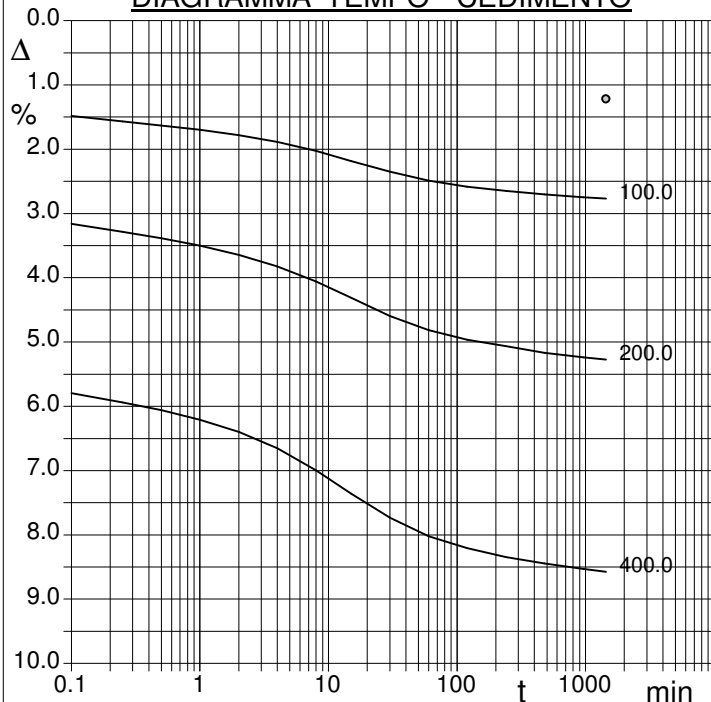


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	2.9	0.770	
25.0	8.3	0.766	0.016
50.0	24.3	0.751	0.047
100.0	55.4	0.724	0.091
200.0	105.5	0.679	0.148
400.0	171.5	0.621	0.194
800.0	250.2	0.551	0.232
1600.0	334.7	0.476	0.249
3200.0	423.2	0.398	0.261
800.0	403.3	0.415	
200.0	377.4	0.438	
50.0	344.4	0.468	

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06227	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 02/11/23	Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV8	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.60-4.00	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	24.3	0.00	55.4	0.00	105.5		
0.10	29.7	0.10	63.2	0.10	115.9		
0.25	31.3	0.25	65.7	0.25	118.8		
0.50	32.6	0.50	67.7	0.50	121.2		
1.00	33.9	1.00	70.0	1.00	124.2		
2.00	35.6	2.00	72.9	2.00	128.0		
4.00	37.7	4.00	76.5	4.00	133.0		
8.00	40.5	8.00	81.1	8.00	139.9		
15.00	43.7	15.00	86.2	15.00	147.1		
30.00	47.0	30.00	91.9	30.00	154.7		
60.00	49.8	60.00	96.3	60.00	160.4		
120.00	51.6	120.00	99.3	120.00	164.1		
240.00	53.0	240.00	101.3	240.00	166.9		
480.00	54.1	480.00	103.4	480.00	168.9		
960.00	55.0	960.00	104.8	960.00	170.7		
1440.00	55.4	1440.00	105.5	1440.00	171.5		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06228 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 16/11/23
Apertura campione: 02/11/23
Fine analisi: 20/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV8
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 3.60-4.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50.0	100.0	200.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	29.9 29.3	29.7 28.1	30.5 26.8
Peso di volume (kN/m³):	18.6	18.8	18.9
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

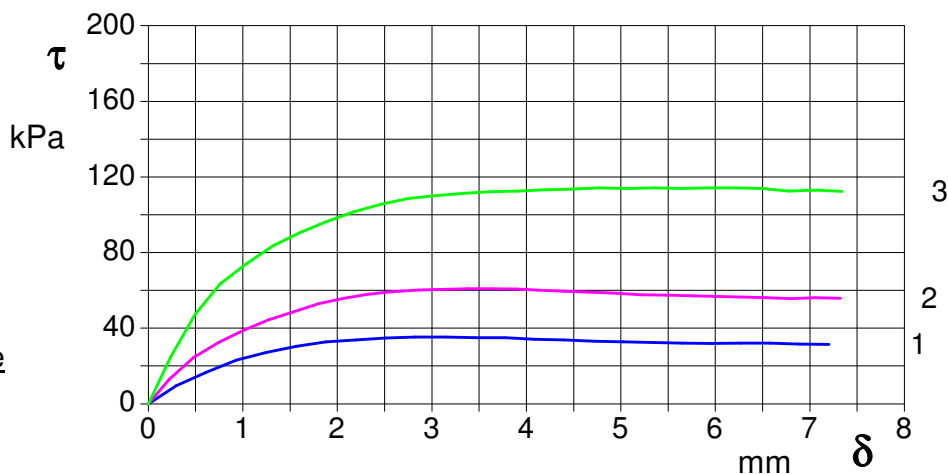
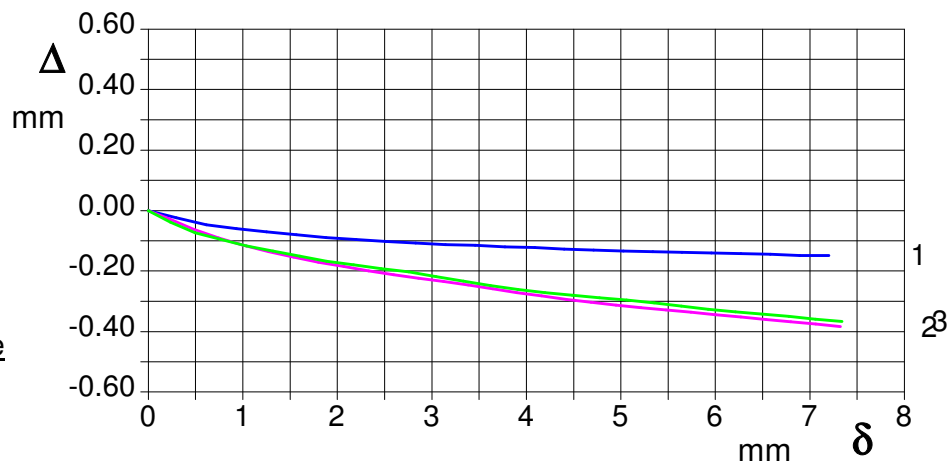


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06228	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 02/11/23	Fine analisi: 20/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 16/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 20/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV8

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.60-4.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	50	100	200
Tensione a rottura (kPa):	35	61	114
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.14 -0.11	3.64 -0.26	5.92 -0.33
Umidità iniziale e umidità finale (%):	29.9 29.3	29.7 28.1	30.5 26.8
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.6 18.8	18.8 19.2	18.9 19.4
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	95.8 97.1	97.4 99.3	99.3 99.5

DIAGRAMMA Tensione - Pressione verticale

Coesione: 8.7 kPa
Angolo di attrito interno: 27.8 °

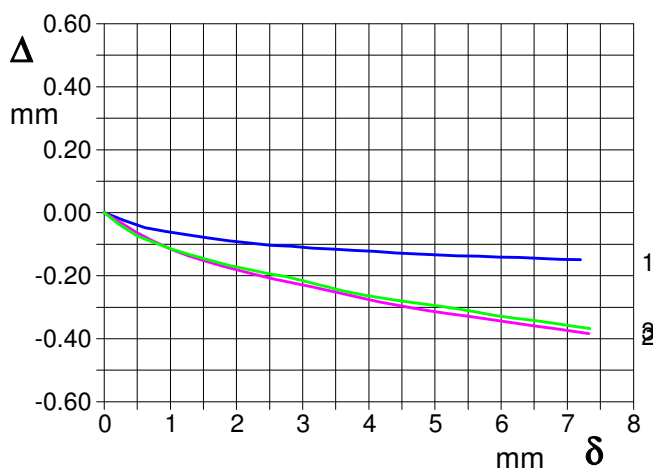
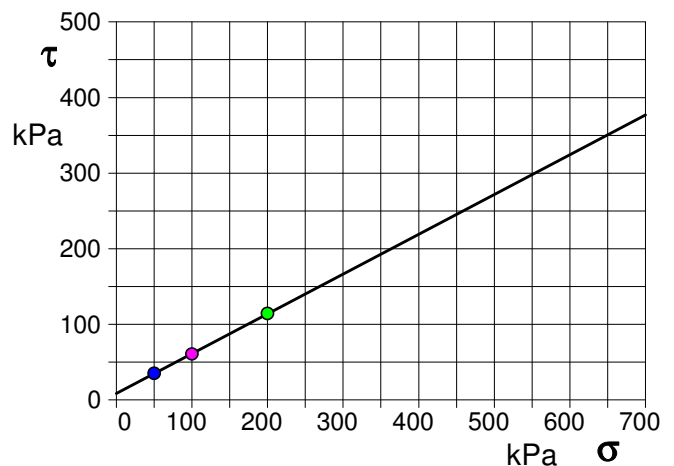
Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

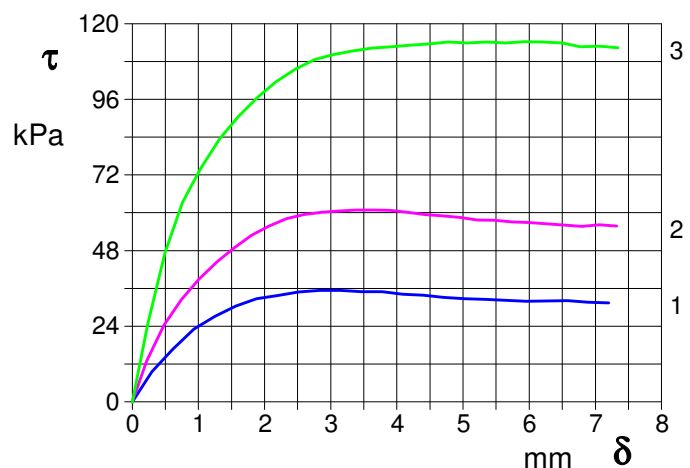


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV15

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.00-2.40

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21.8	%
Peso di volume	19.0	kN/m ³
Peso di volume secco	15.6	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.7	kN/m ³
Peso specifico	2.73	
Indice dei vuoti	0.711	
Porosità	41.5	%
Grado di saturazione	83.7	%
Limite di liquidità	36.2	%
Limite di plasticità	20.5	%
Indice di plasticità	15.7	%
Indice di consistenza	0.92	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	11.7	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.3	%
Sabbia	13.5	%
Limo	55.6	%
Argilla	30.6	%
D 10		mm
D 50	0.009687	mm
D 60	0.016007	mm
D 90	0.084398	mm
Passante set. 10	99.7	%
Passante set. 42	98.1	%
Passante set. 200	88.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	9.0	kPa	ϕ' 27.0 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
12.5 ÷ 25.0	4019	---	---
25.0 ÷ 50.0	3209	---	---
50.0 ÷ 100.0	3452	---	---
100.0 ÷ 200.0	4568	---	---
200.0 ÷ 400.0	7267	---	---
400.0 ÷ 800.0	12650	---	---
800.0 ÷ 1600.0	22877	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	41221	---	---

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06229** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 02/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV15

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.00-2.40

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21.8 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06230** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 16/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV15

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.00-2.40

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 19.0 kN/m³**

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06231	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 06/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 02/11/23	Fine analisi: 06/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV15	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.00-2.40

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.73** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.72**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 20.8 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06232 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV15

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.00-2.40

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 36.2 %

Limite di plasticità 20.5 %

Indice di plasticità 15.7 %

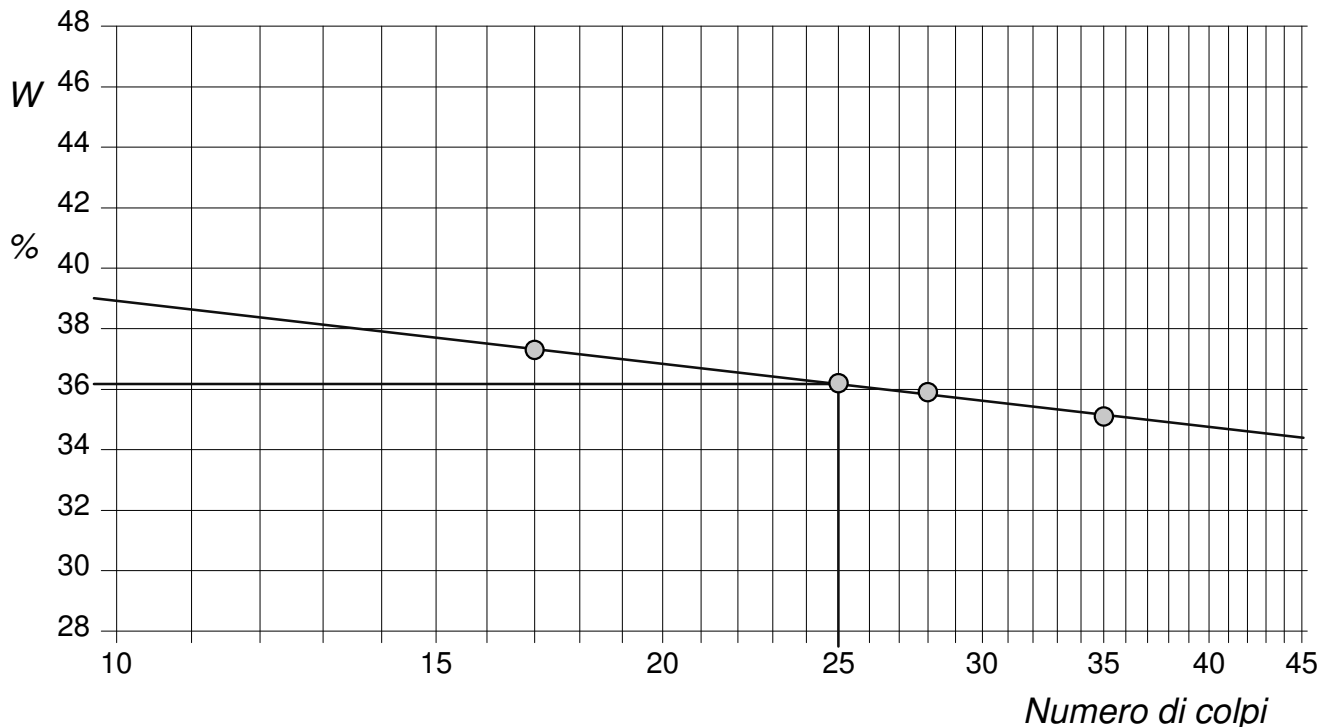
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	17	25	28	35		Umidità (%)	20.7	20.3
Umidità (%)	37.3	36.2	35.9	35.1		Umidità media	20.5	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06233	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 20/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 02/11/23	Fine analisi: 21/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV15	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.00-2.40

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 98 %

Limite di ritiro = 11.7 %

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

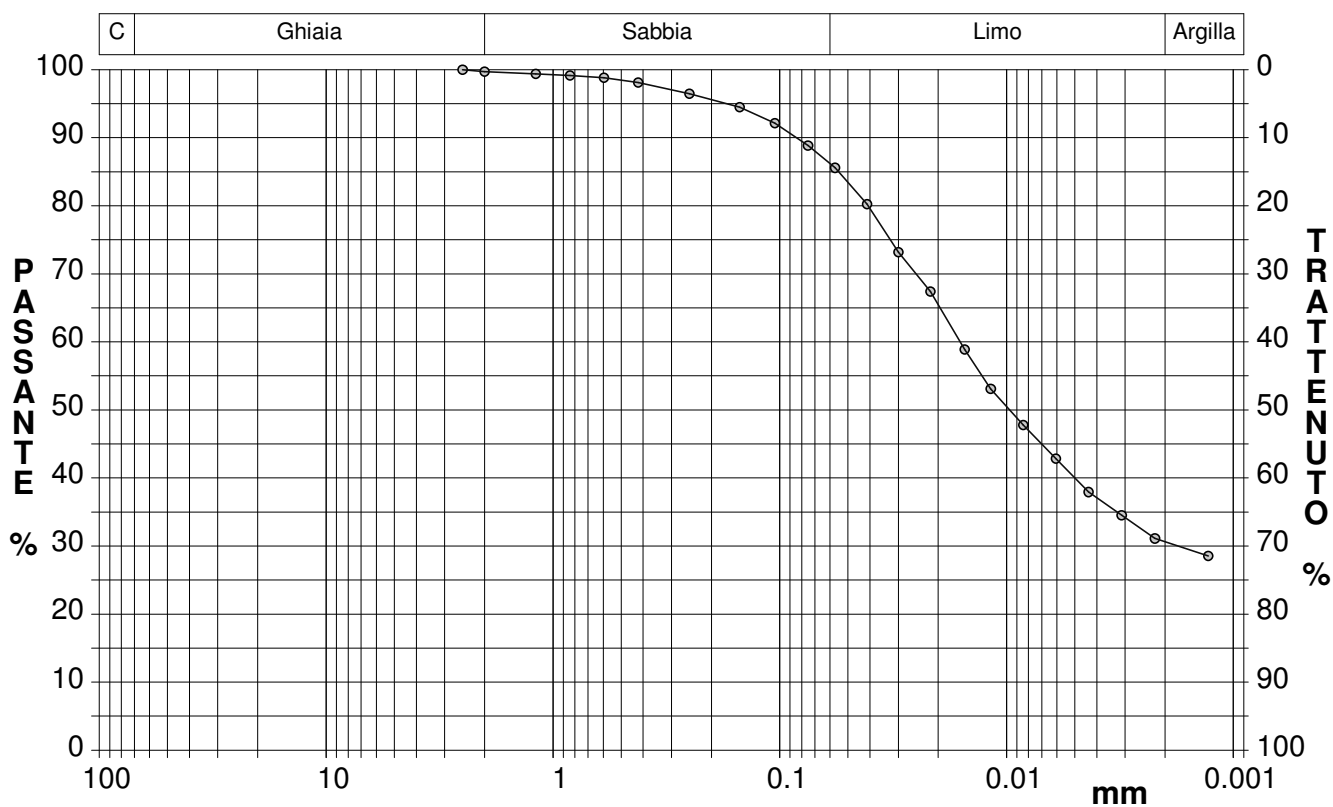
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06234 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 03/11/23
Apertura campione: 02/11/23
Fine analisi: 08/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV15
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 2.00-2.40

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.3 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.7 %	D10	---	mm
Sabbia	13.5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98.1 %	D30	0.00176	mm
Limo	55.6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	88.8 %	D50	0.00969	mm
Argilla	30.6 %			D60	0.01601	mm
				D90	0.08440	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2.5000	100.00	0.4200	98.12	0.0571	85.57	0.0117	53.11	0.0022	31.11
2.0000	99.72	0.2500	96.48	0.0412	80.23	0.0084	47.77	0.0013	28.54
1.1900	99.40	0.1500	94.49	0.0300	73.18	0.0061	42.85		
0.8410	99.14	0.1050	92.15	0.0216	67.42	0.0043	37.94		
0.5950	98.81	0.0750	88.84	0.0153	58.87	0.0031	34.52		

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06235 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 16/11/23
Apertura campione: 02/11/23
Fine analisi: 29/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV15
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 2.00-2.40

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 19.06
Umidità (%) 21.5
Peso specifico 2.73

Altezza provino (cm) 2.00
Diametro provino (cm) 7.14
Sezione provino (cm²) 40.00
Volume provino (cm³) 80.00

Volume dei vuoti (cm³) 33.06
Indice dei vuoti 0.70
Porosità (%) 41.32
Saturazione (%) 83.4

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

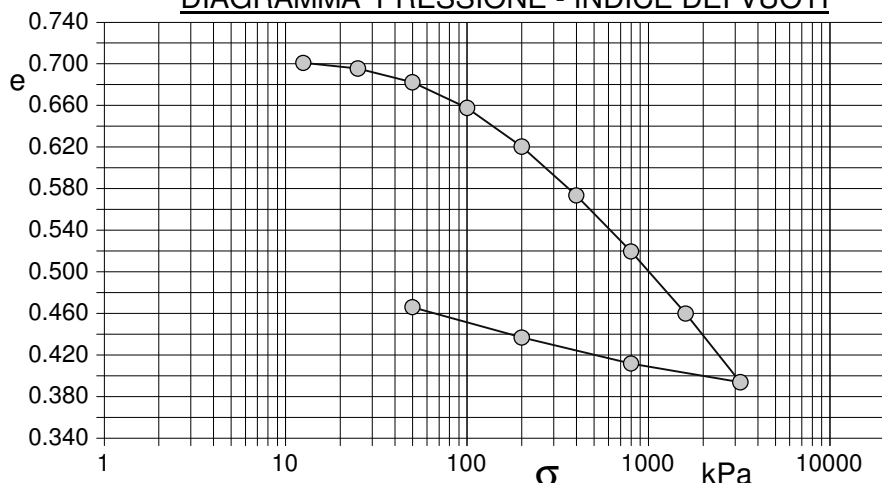
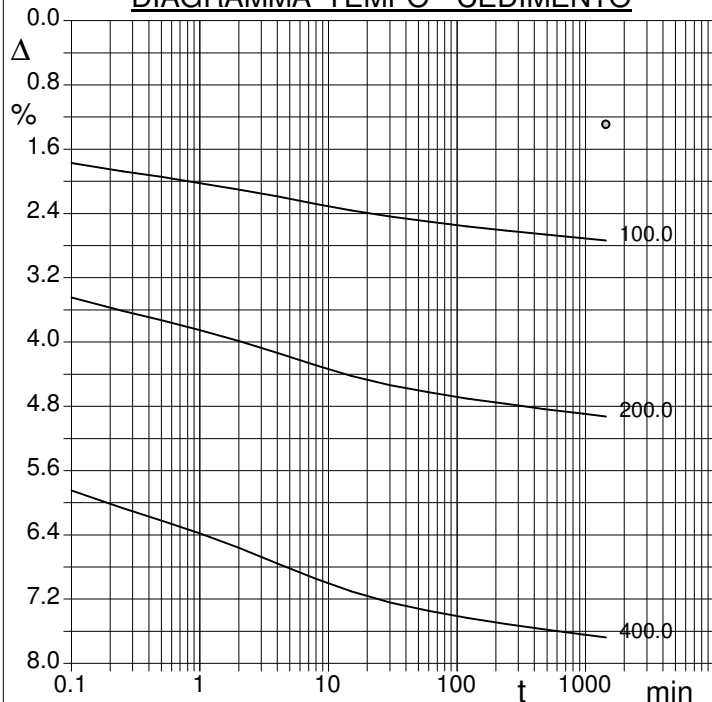


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
12.5	4.0	0.701	
25.0	10.2	0.696	0.018
50.0	25.8	0.682	0.044
100.0	54.7	0.658	0.082
200.0	98.5	0.620	0.124
400.0	153.6	0.573	0.156
800.0	216.8	0.520	0.179
1600.0	286.7	0.460	0.198
3200.0	364.4	0.394	0.220
800.0	343.2	0.412	
200.0	313.8	0.437	
50.0	279.7	0.466	

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06235	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 02/11/23	Fine analisi: 29/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV15	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.00-2.40	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	25.8	0.00	54.7	0.00	98.5		
0.10	35.4	0.10	68.9	0.10	117.0		
0.25	37.5	0.25	72.2	0.25	121.4		
0.50	38.9	0.50	74.5	0.50	124.4		
1.00	40.4	1.00	77.0	1.00	127.6		
2.00	42.0	2.00	79.7	2.00	131.2		
4.00	43.7	4.00	82.7	4.00	135.1		
8.00	45.6	8.00	85.8	8.00	139.0		
15.00	47.2	15.00	88.4	15.00	142.1		
30.00	48.8	30.00	90.7	30.00	144.8		
60.00	50.1	60.00	92.5	60.00	147.0		
120.00	51.2	120.00	94.1	120.00	148.7		
240.00	52.2	240.00	95.4	240.00	150.2		
480.00	53.2	480.00	96.7	480.00	151.5		
960.00	54.2	960.00	97.8	960.00	152.8		
1440.00	54.7	1440.00	98.5	1440.00	153.6		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06236 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 27/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV15

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.00-2.40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	21.3 23.9	22.2 22.7	22.7 21.7
Peso di volume (kN/m³):	19.1	18.8	19.1
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

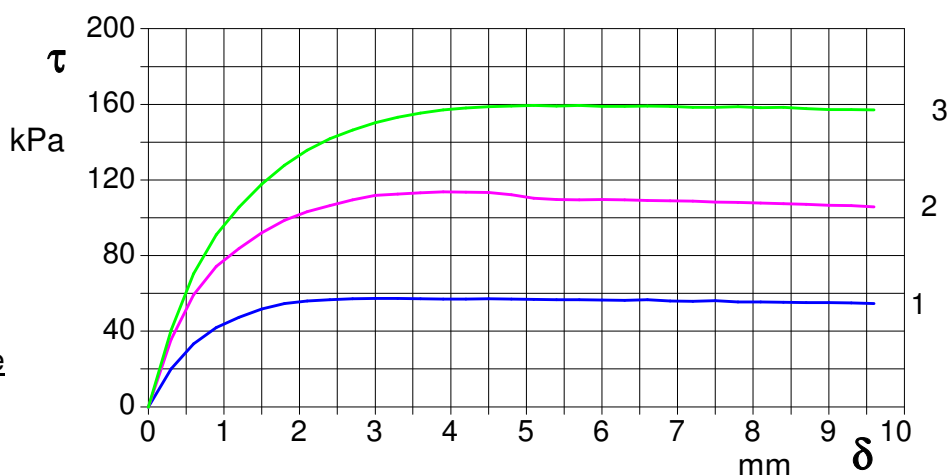
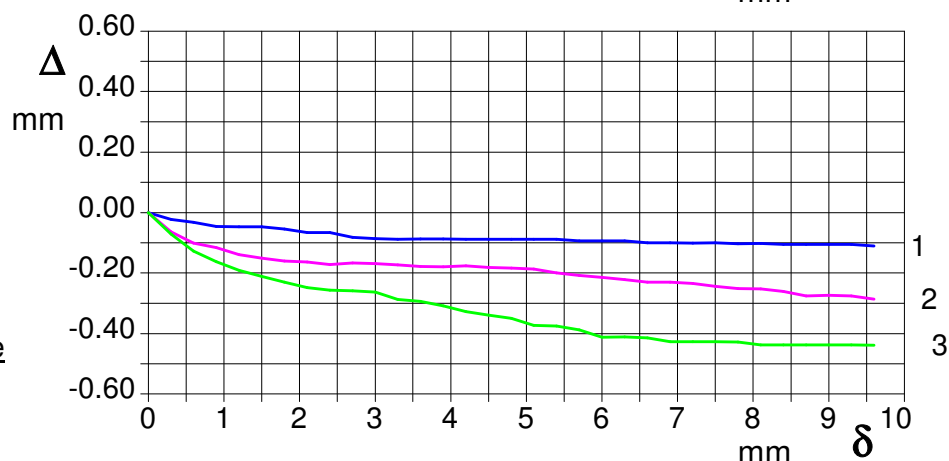


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06236	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 27/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 02/11/23	Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV15

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.00-2.40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 27/11/23

Apertura campione: 02/11/23

Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV15

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.00-2.40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

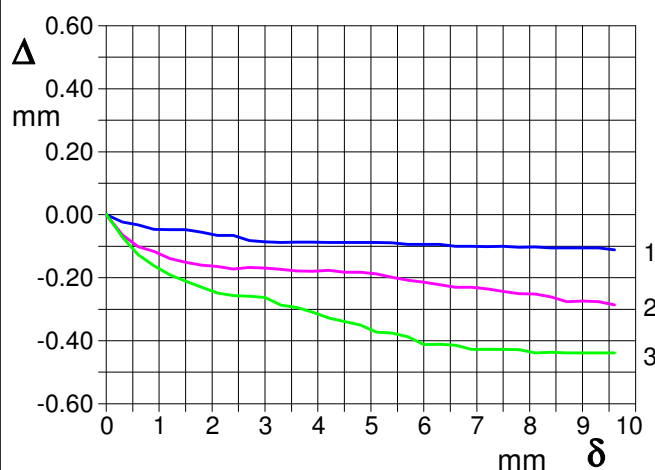
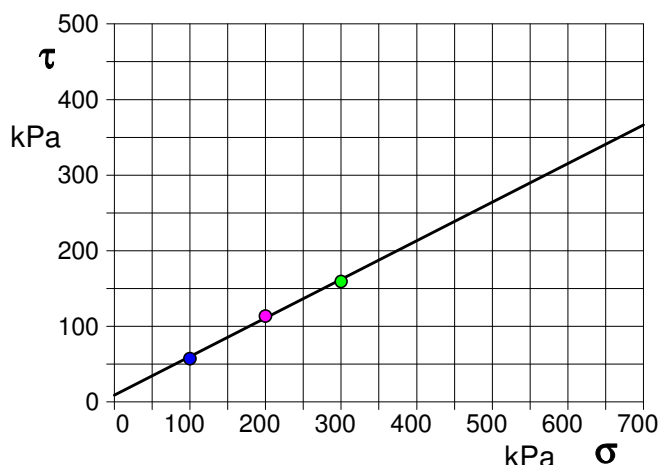
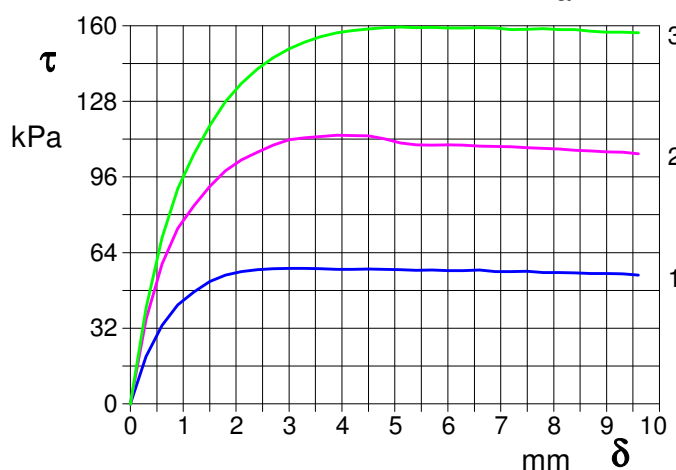
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	57	114	159
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.00 -0.09	3.90 -0.18	5.10 -0.37
Umidità iniziale e umidità finale (%):	21.3 23.9	22.2 22.7	22.7 21.7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.1 20.0	18.8 20.0	19.1 20.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	83.7 99.2	82.2 96.8	85.7 97.7

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 9.0 kPa
Angolo di attrito interno: 27.0 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla sabbioso di colore marrone-grigiastro

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.65-5.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20.0	%
Peso di volume	20.2	kN/m ³
Peso di volume secco	16.8	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.4	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	0.562	
Porosità	36.0	%
Grado di saturazione	95.5	%
Limite di liquidità	55.7	%
Limite di plasticità	28.1	%
Indice di plasticità	27.6	%
Indice di consistenza	1.29	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	12.1	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.7	%
Sabbia	0.9	%
Limo	51.2	%
Argilla	47.2	%
D 10		mm
D 50	0.002374	mm
D 60	0.003539	mm
D 90	0.009874	mm
Passante set. 10	99.3	%
Passante set. 42	98.9	%
Passante set. 200	98.6	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	20.7	kPa	ϕ' 26.8 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
100.0 ÷ 200.0	15129	---	---
200.0 ÷ 400.0	17668	---	---
400.0 ÷ 800.0	20752	---	---
800.0 ÷ 1600.0	25987	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	38610	---	---

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06237** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 09/11/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.65-5.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20.0 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06238** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 16/11/23

Apertura campione: 09/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.65-5.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 20.2 kN/m³**

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06239** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 10/11/23

Apertura campione: 09/11/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.65-5.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 19.2 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06240 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 09/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.65-5.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 55.7 %

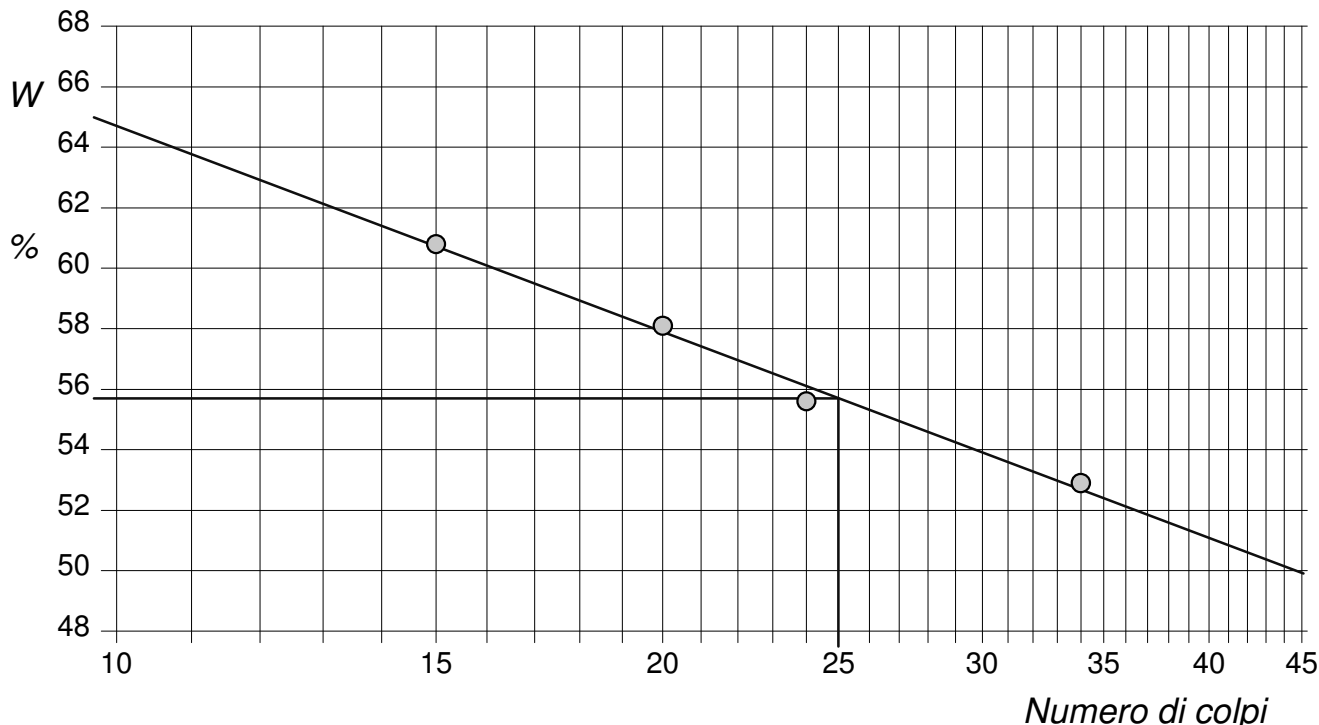
Limite di plasticità 28.1 %

Indice di plasticità 27.6 %

La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	15	20	24	34		Umidità (%)	28.2	28.0
Umidità (%)	60.8	58.1	55.6	52.9		Umidità media	28.1	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06241	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 20/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 09/11/23	Fine analisi: 21/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.65-5.00

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 99 %

Limite di ritiro = 12.1 %

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

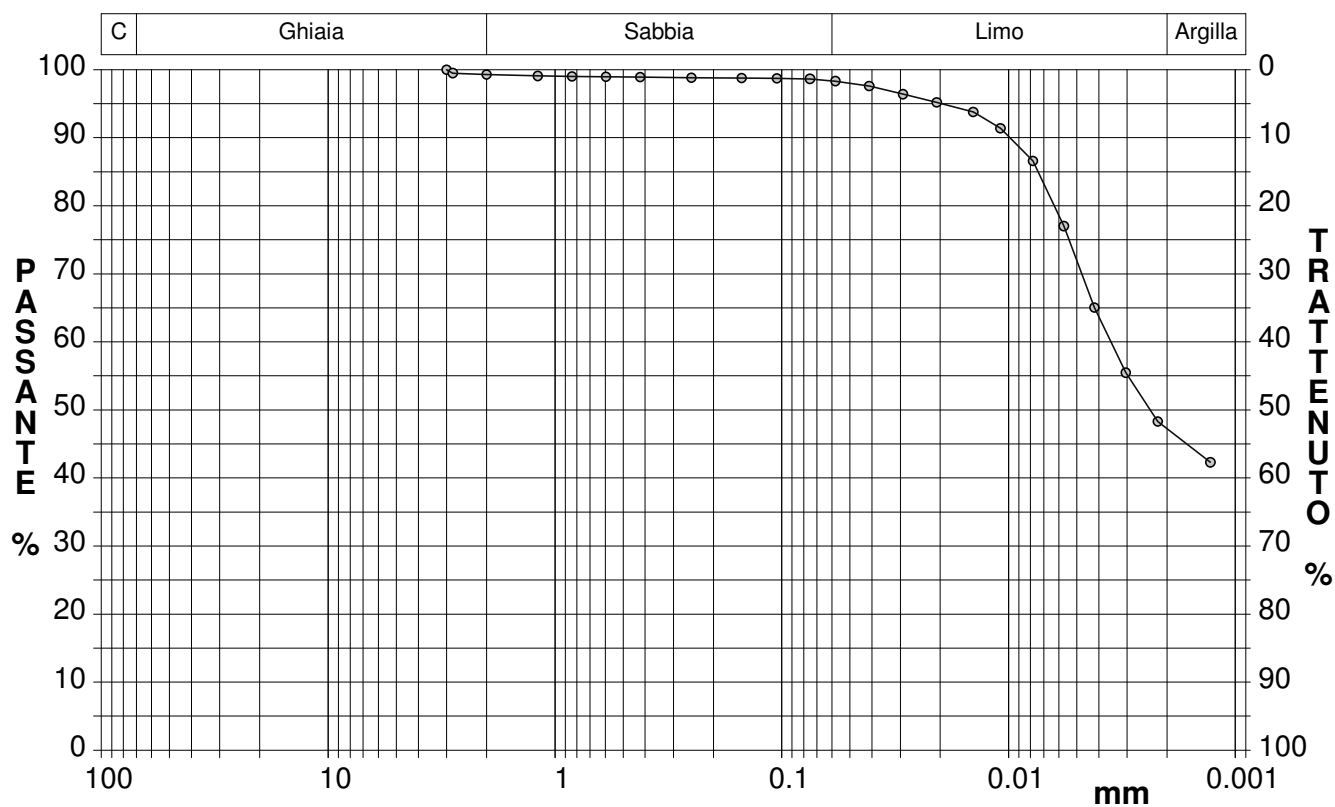
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06242 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 10/11/23
Apertura campione: 09/11/23
Fine analisi: 15/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV16
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 4.65-5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.3 %	D10	---	mm
Sabbia	0.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98.9 %	D30	---	mm
Limo	51.2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98.6 %	D50	0.00237	mm
Argilla	47.2 %			D60	0.00354	mm
				D90	0.00987	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
3.0000	100.00	0.5950	98.95	0.0750	98.65	0.0143	93.77	0.0030	55.47
2.8200	99.49	0.4200	98.90	0.0580	98.32	0.0109	91.38	0.0022	48.29
2.0000	99.30	0.2500	98.82	0.0411	97.60	0.0078	86.59	0.0013	42.31
1.1900	99.07	0.1500	98.76	0.0292	96.40	0.0057	77.01		
0.8410	99.00	0.1050	98.70	0.0207	95.21	0.0042	65.05		

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06243 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 16/11/23
Apertura campione: 09/11/23
Fine analisi: 27/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV16
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 4.65-5.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 20.29
Umidità (%) 19.4
Peso specifico 2.68

Altezza provino (cm) 2.00
Diametro provino (cm) 7.14
Sezione provino (cm²) 40.01
Volume provino (cm³) 80.01

Volume dei vuoti (cm³) 28.30
Indice dei vuoti 0.55
Porosità (%) 35.37
Saturazione (%) 95.2

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

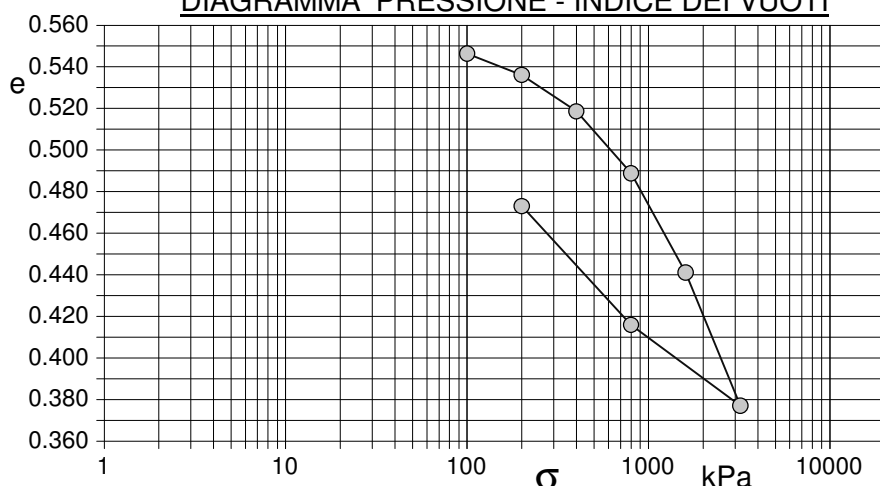
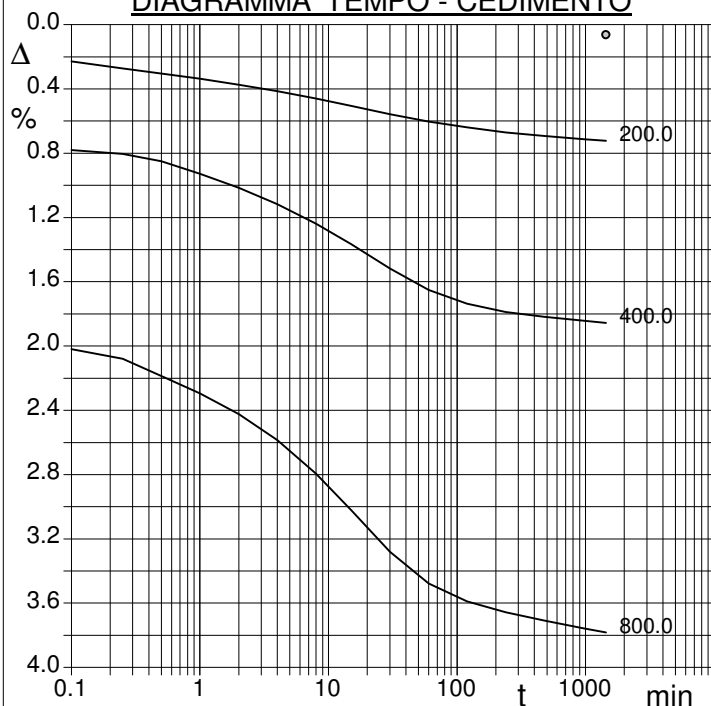


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
100.0	1.3	0.546	
200.0	14.5	0.536	0.034
400.0	37.1	0.519	0.058
800.0	75.7	0.489	0.099
1600.0	137.2	0.441	0.158
3200.0	220.1	0.377	0.213
800.0	169.9	0.416	
200.0	96.0	0.473	

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06243	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 09/11/23	Fine analisi: 27/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV16	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.65-5.00	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione 800.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	1.3	0.00	14.5	0.00	37.1		
0.10	4.6	0.10	15.6	0.10	40.4		
0.25	5.4	0.25	16.1	0.25	41.6		
0.50	6.1	0.50	17.0	0.50	43.7		
1.00	6.7	1.00	18.5	1.00	45.9		
2.00	7.5	2.00	20.3	2.00	48.5		
4.00	8.3	4.00	22.4	4.00	51.7		
8.00	9.2	8.00	24.8	8.00	55.9		
15.00	10.1	15.00	27.3	15.00	60.4		
30.00	11.1	30.00	30.3	30.00	65.6		
60.00	12.1	60.00	33.0	60.00	69.5		
120.00	12.8	120.00	34.7	120.00	71.8		
240.00	13.4	240.00	35.8	240.00	73.2		
480.00	13.8	480.00	36.4	480.00	74.2		
960.00	14.2	960.00	36.8	960.00	75.2		
1440.00	14.5	1440.00	37.1	1440.00	75.7		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06244 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 04/12/23

Apertura campione: 09/11/23

Fine analisi: 04/12/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

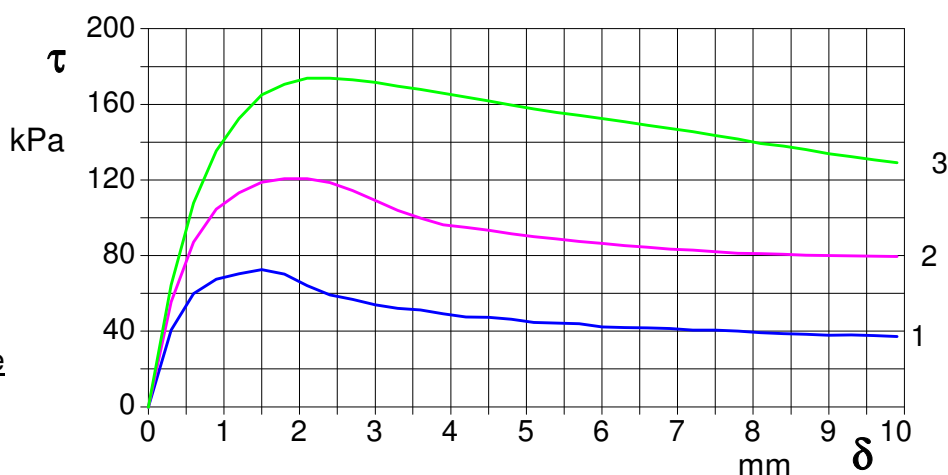
PROFONDITA': m 4.65-5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

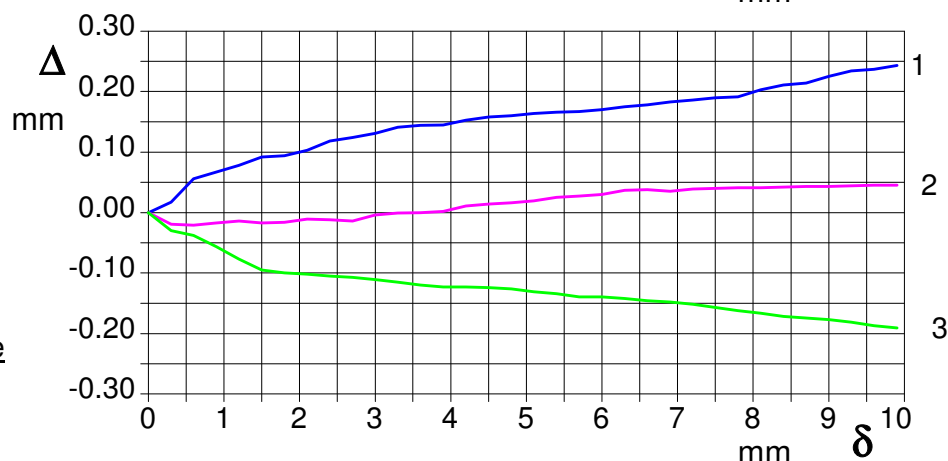
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19.9 21.2	19.7 20.3	19.6 19.9
Peso di volume (kN/m³):	20.0	20.1	20.1
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA

Tensione
Deformazione orizzontale


DIAGRAMMA

Deformazione verticale
Deformazione orizzontale


Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06244	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 04/12/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 09/11/23	Fine analisi: 04/12/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.65-5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 04/12/23

Apertura campione: 09/11/23

Fine analisi: 04/12/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV16

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.65-5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

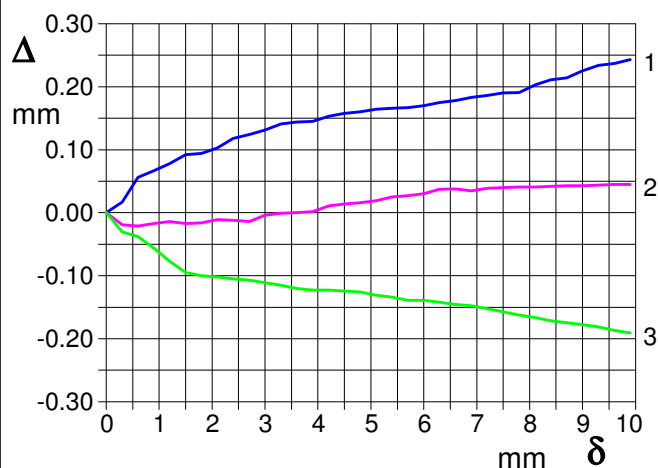
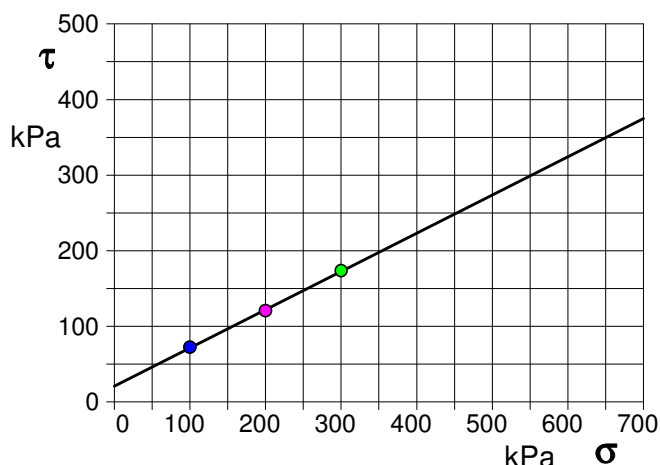
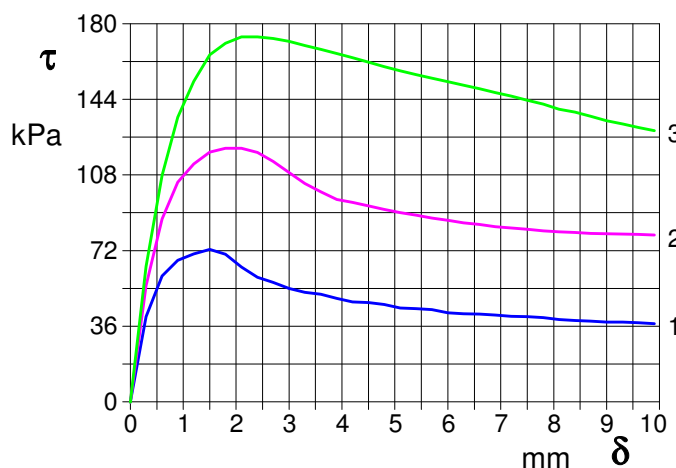
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	73	121	174
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.50 0.09	1.80 -0.02	2.10 -0.10
Umidità iniziale e umidità finale (%):	19.9 21.2	19.7 20.3	19.6 19.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20.0 20.3	20.1 20.4	20.1 20.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	93.3 99.9	93.9 99.2	93.7 99.7

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 20.7 kPa
Angolo di attrito interno: 26.8 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla di colore grigio scuro con presenza di striature marroni

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV17

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.15-3.35

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	16.4	%
Peso di volume		kN/m ³
Peso di volume secco		kN/m ³
Peso di volume saturo		kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità	40.3	%
Limite di plasticità	22.4	%
Indice di plasticità	17.9	%
Indice di consistenza	1.34	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	17.2	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	7.9	%
Limo	62.8	%
Argilla	29.3	%
D 10		mm
D 50	0.008777	mm
D 60	0.013035	mm
D 90	0.051065	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	99.4	%
Passante set. 200	93.9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_u \text{ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	°
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	°
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	°
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	°

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Limo con argilla debolmente sabbioso di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06245** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 03/11/23

Apertura campione: 03/11/23

Fine analisi: 04/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV17

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.15-3.35

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 16.4 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla debolmente sabbioso di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06246** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 03/11/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV17

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.15-3.35

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.0 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla debolmente sabbioso di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06247 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 15/11/23
Apertura campione: 03/11/23
Fine analisi: 16/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV17

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.15-3.35

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 40.3 %

Limite di plasticità 22.4 %

Indice di plasticità 17.9 %

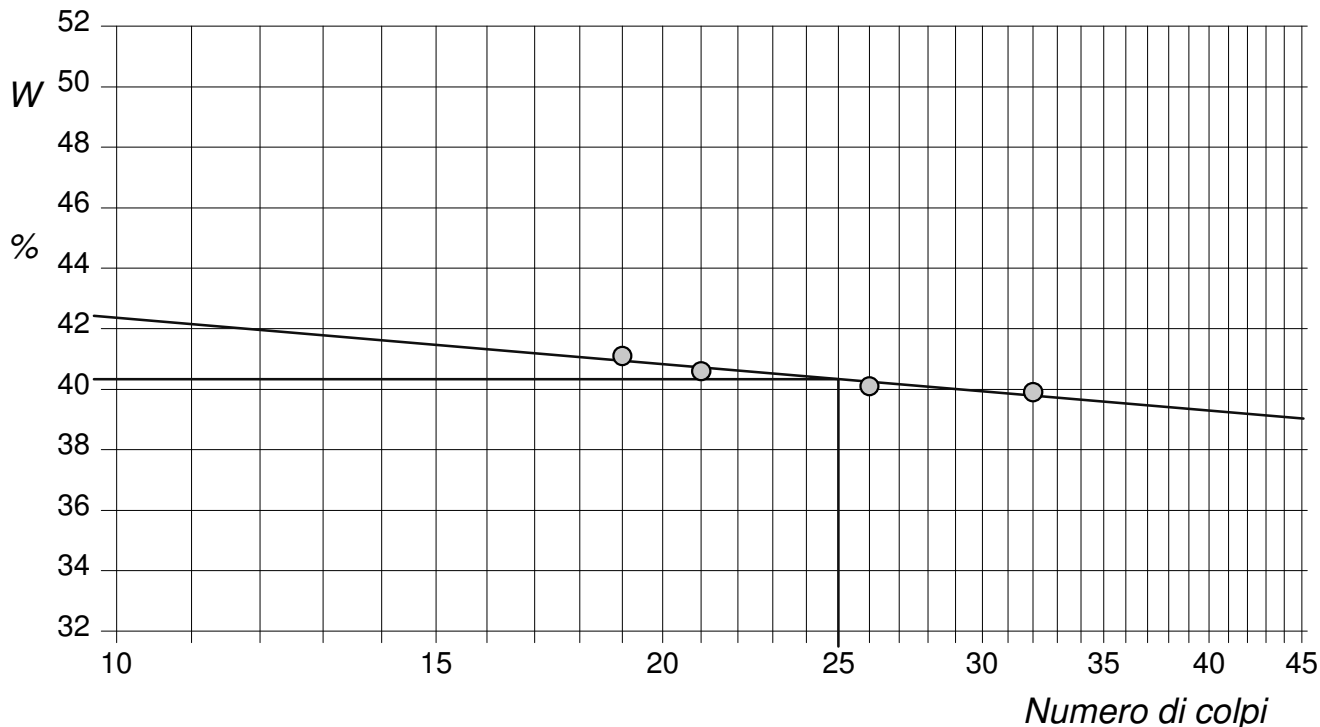
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	19	21	26	32		Umidità (%)	22.3	22.5
Umidità (%)	41.1	40.6	40.1	39.9		Umidità media	22.4	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla debolmente sabbioso di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06248	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 21/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 03/11/23	Fine analisi: 23/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV17	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.15-3.35

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 99 %

Limite di ritiro = 17.2 %

Limo con argilla debolmente sabbioso di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06249 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 03/11/23

Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV17

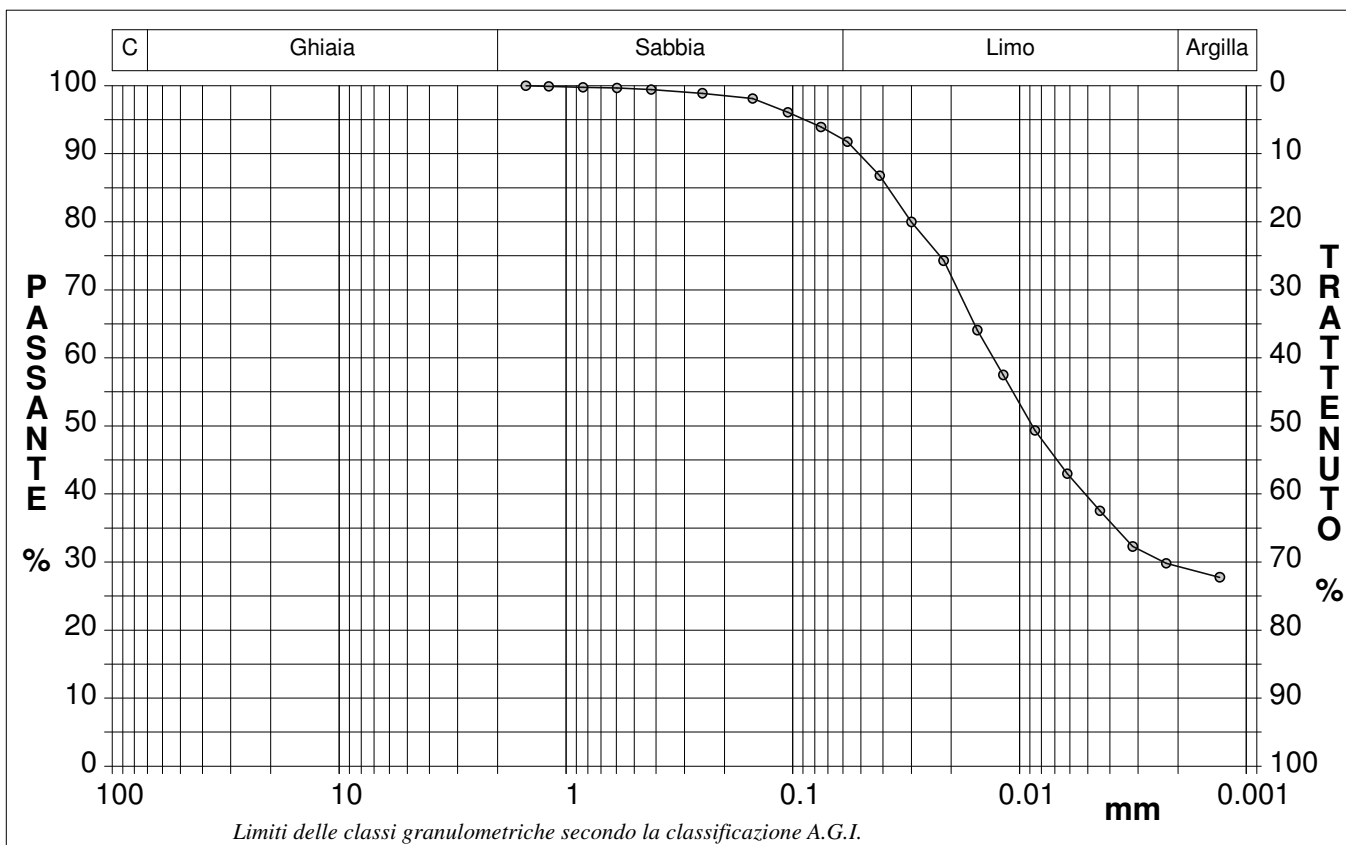
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.15-3.35

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm
Sabbia	7.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.4 %	D30	0.00232	mm
Limo	62.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	93.9 %	D50	0.00878	mm
Argilla	29.3 %			D60	0.01304	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.05107 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
1.5000	100.00	0.2500	98.89	0.0413	86.78	0.0085	49.32	0.0013	27.75
1.1900	99.88	0.1500	98.10	0.0300	79.97	0.0062	42.96		
0.8410	99.77	0.1050	96.09	0.0216	74.29	0.0044	37.52		
0.5950	99.64	0.0750	93.92	0.0153	64.08	0.0032	32.29		
0.4200	99.41	0.0574	91.77	0.0118	57.49	0.0023	29.80		

Limo con argilla debolmente sabbioso di colore marrone-grigiastro

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	29.4	%
Peso di volume	18.7	kN/m ³
Peso di volume secco	14.5	kN/m ³
Peso di volume saturo	18.9	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	0.820	
Porosità	45.1	%
Grado di saturazione	96.1	%
Limite di liquidità	52.1	%
Limite di plasticità	27.3	%
Indice di plasticità	24.8	%
Indice di consistenza	0.92	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	7.9	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	1.8	%
Limo	51.3	%
Argilla	46.9	%
D 10		mm
D 50	0.002444	mm
D 60	0.003864	mm
D 90	0.013317	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	99.4	%
Passante set. 200	98.8	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
C_u	kPa	C_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	8.5	kPa	ϕ' 26.3 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25.0 ÷ 50.0	4413	---	---
50.0 ÷ 100.0	4117	---	---
100.0 ÷ 200.0	5251	---	---
200.0 ÷ 400.0	7227	---	---
400.0 ÷ 800.0	10954	---	---
800.0 ÷ 1600.0	18112	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	32922	---	---

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06250** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 29.4 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06251** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 18.7 kN/m³**

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06252** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 08/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06253 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 20/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 21/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 52.1 %

Limite di plasticità 27.3 %

Indice di plasticità 24.8 %

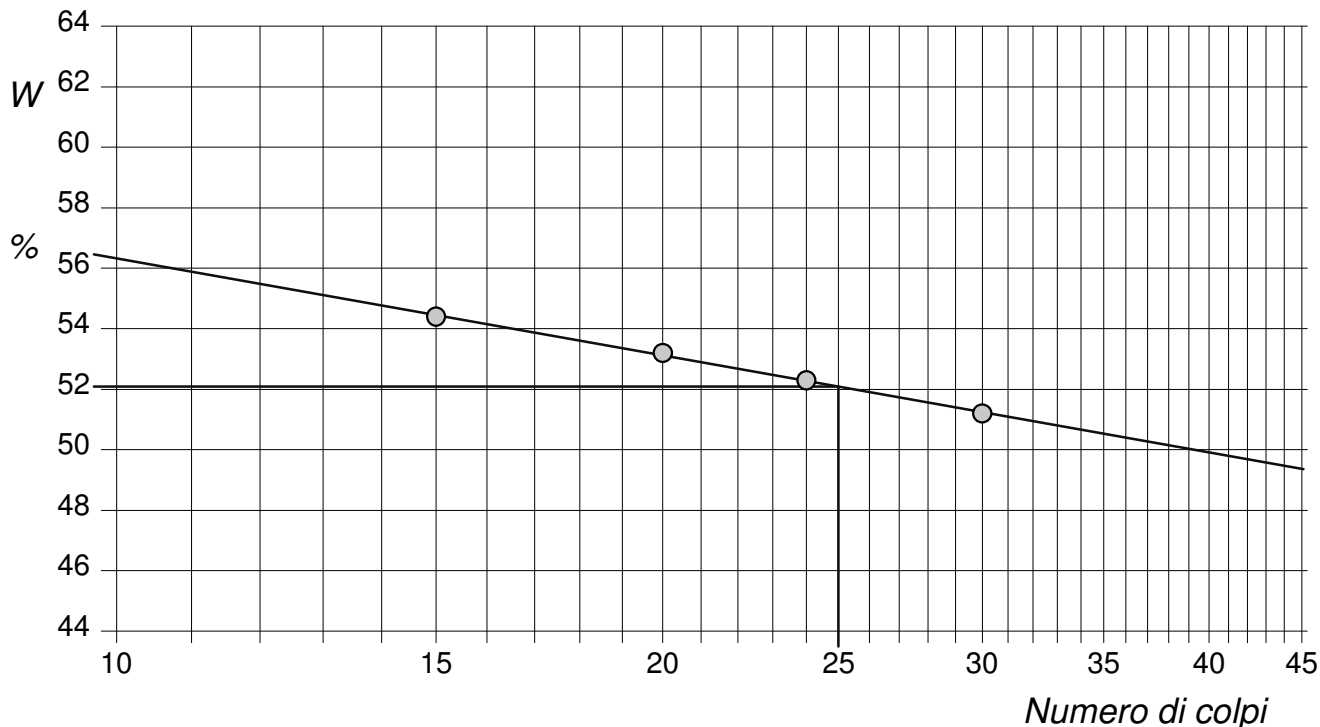
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	15	20	24	30		Umidità (%)	27.3	27.2
Umidità (%)	54.4	53.2	52.3	51.2		Umidità media	27.3	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06254	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 21/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 23/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV20	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.50-5.00

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 99 %

Limite di ritiro = 7.9 %

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06255 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

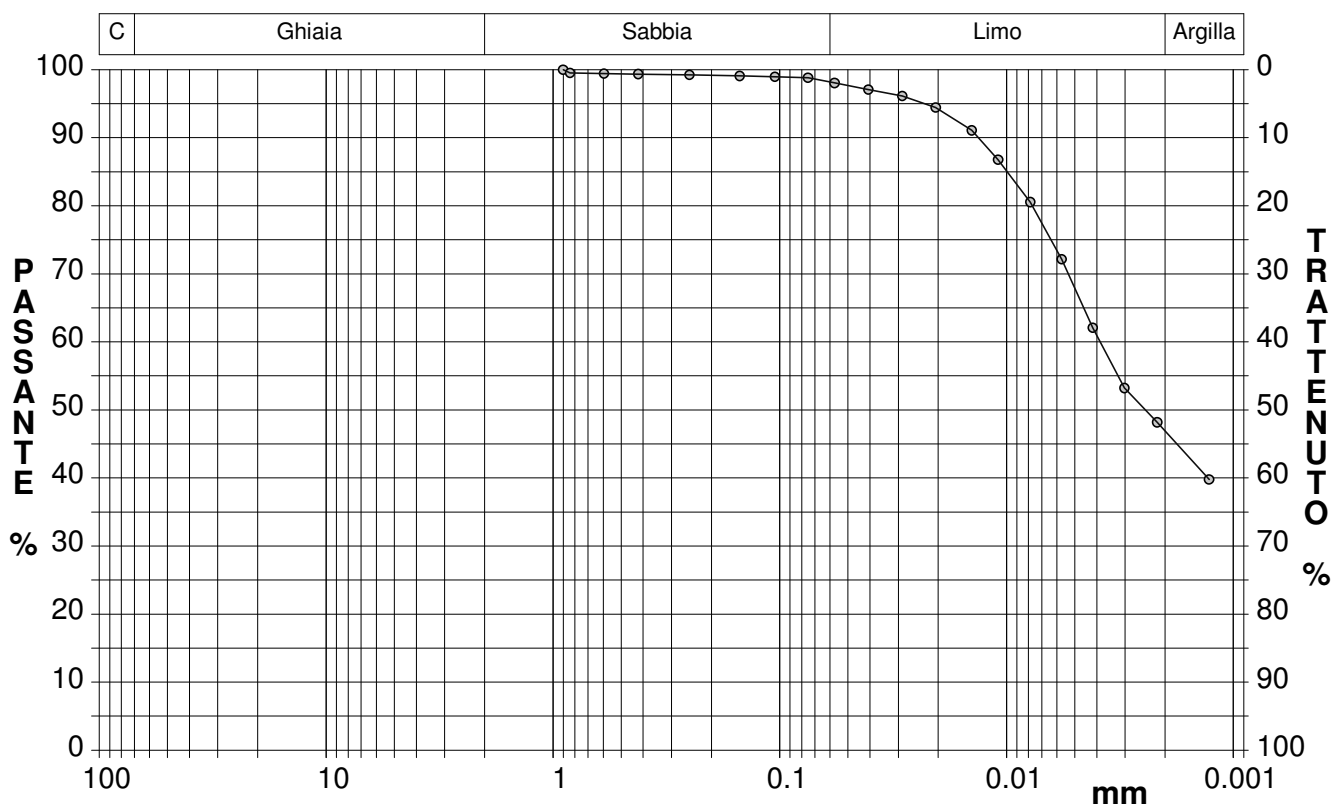
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm
Sabbia	1.8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	99.4 %	D30	---	mm
Limo	51.3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98.8 %	D50	0.00244	mm
Argilla	46.9 %			D60	0.00386	mm
				D90	0.01332	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0.9000	100.00	0.1500	99.09	0.0289	96.12	0.0057	72.15		
0.8410	99.52	0.1050	98.94	0.0205	94.45	0.0042	62.08		
0.5950	99.44	0.0750	98.82	0.0143	91.09	0.0030	53.21		
0.4200	99.35	0.0573	98.04	0.0109	86.77	0.0022	48.18		
0.2500	99.24	0.0407	97.08	0.0079	80.54	0.0013	39.79		

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06256 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 16/11/23
Apertura campione: 06/11/23
Fine analisi: 28/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV20
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 4.50-5.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	18.92
Umidità (%)	28.6
Peso specifico	2.68
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	5.05
Sezione provino (cm ²)	20.00
Volume provino (cm ³)	40.00
Volume dei vuoti (cm ³)	17.63
Indice dei vuoti	0.79
Porosità (%)	44.08
Saturazione (%)	97.4

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

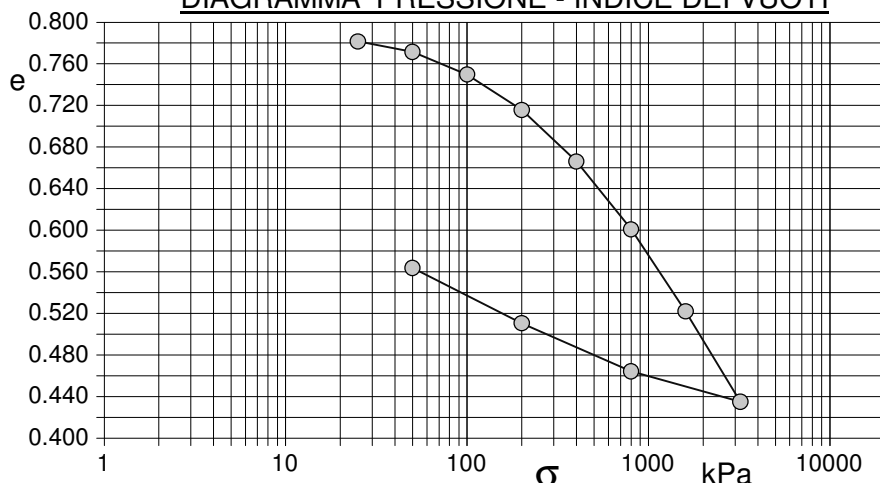
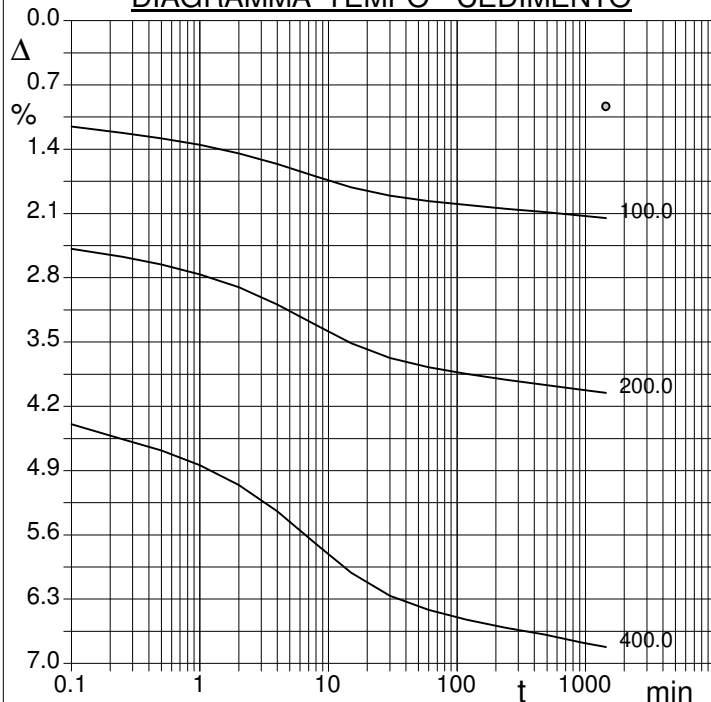


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25.0	7.4	0.782	
50.0	18.7	0.771	0.034
100.0	43.0	0.750	0.072
200.0	81.1	0.716	0.113
400.0	136.4	0.666	0.164
800.0	209.4	0.601	0.217
1600.0	297.8	0.522	0.262
3200.0	395.0	0.435	0.289
800.0	362.3	0.464	
200.0	310.5	0.511	
50.0	251.1	0.564	

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06256	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 28/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV20	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.50-5.00	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	18.7	0.00	43.0	0.00	81.1		
0.10	23.1	0.10	49.7	0.10	87.9		
0.25	24.5	0.25	51.5	0.25	91.2		
0.50	25.7	0.50	53.1	0.50	93.6		
1.00	27.1	1.00	55.3	1.00	96.8		
2.00	28.9	2.00	58.1	2.00	101.2		
4.00	31.2	4.00	61.8	4.00	106.9		
8.00	33.9	8.00	66.3	8.00	114.0		
15.00	36.3	15.00	70.3	15.00	120.3		
30.00	38.1	30.00	73.5	30.00	125.3		
60.00	39.3	60.00	75.5	60.00	128.3		
120.00	40.2	120.00	77.0	120.00	130.5		
240.00	41.0	240.00	78.2	240.00	132.3		
480.00	41.7	480.00	79.3	480.00	133.7		
960.00	42.5	960.00	80.4	960.00	135.6		
1440.00	43.0	1440.00	81.1	1440.00	136.4		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06257 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	29.5 29.7	29.2 26.6	29.7 27.0
Peso di volume (kN/m³):	18.4	18.7	18.4
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

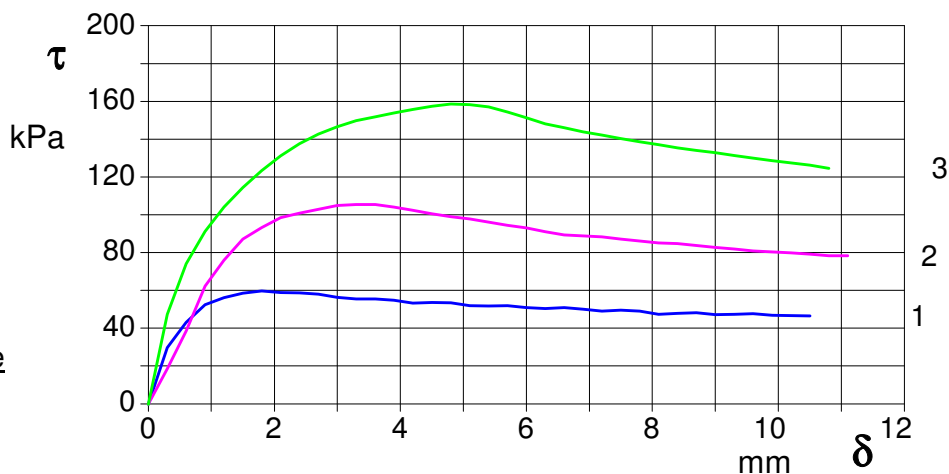
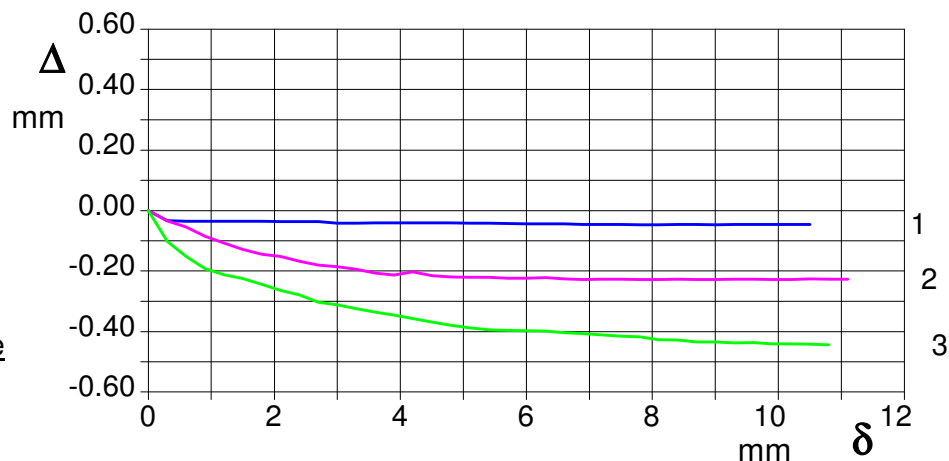


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06257	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 07/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.50-5.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	60	106	159
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.80 -0.04	3.30 -0.19	4.80 -0.38
Umidità iniziale e umidità finale (%):	29.5 29.7	29.2 26.6	29.7 27.0
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.4 18.9	18.7 19.2	18.4 19.2
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	92.5 98.8	95.5 97.4	93.3 97.3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 8.5 kPa
Angolo di attrito interno: 26.3 °

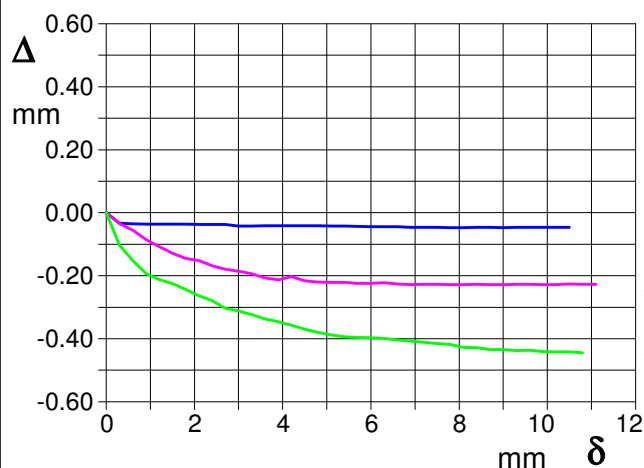
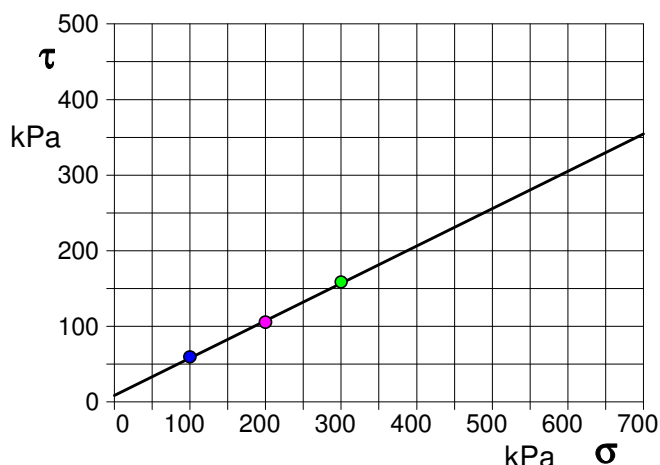
Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

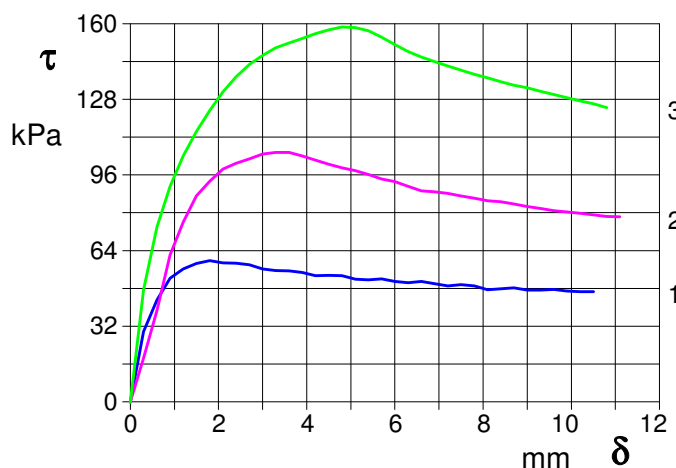


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla di colore marrone-grigiastro

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	26.7	%
Peso di volume	19.4	kN/m ³
Peso di volume secco	15.3	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.4	kN/m ³
Peso specifico	2.69	
Indice dei vuoti	0.730	
Porosità	42.2	%
Grado di saturazione	98.8	%
Limite di liquidità	42.7	%
Limite di plasticità	23.3	%
Indice di plasticità	19.4	%
Indice di consistenza	0.82	
Passante al set. n° 40	NO	
Limite di ritiro	10.6	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	2.4	%
Limo	58.7	%
Argilla	38.9	%
D 10		mm
D 50	0.003951	mm
D 60	0.006165	mm
D 90	0.022378	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	100.0	%
Passante set. 200	98.7	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	6.1	kPa	ϕ' 25.8 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
6.3 ÷ 12.5	2669	---	---
12.5 ÷ 25.0	2273	---	---
25.0 ÷ 50.0	2447	---	---
50.0 ÷ 100.0	2916	---	---
100.0 ÷ 200.0	4039	---	---
200.0 ÷ 400.0	6369	---	---
400.0 ÷ 800.0	10840	---	---
800.0 ÷ 1600.0	19834	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	37807	---	---

Limo con argilla di colore grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06258** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 26.7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla di colore grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06259** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 19.4 kN/m³**

Limo con argilla di colore grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06260** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 08/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.69** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.69**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla di colore grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06261 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 20/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 21/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

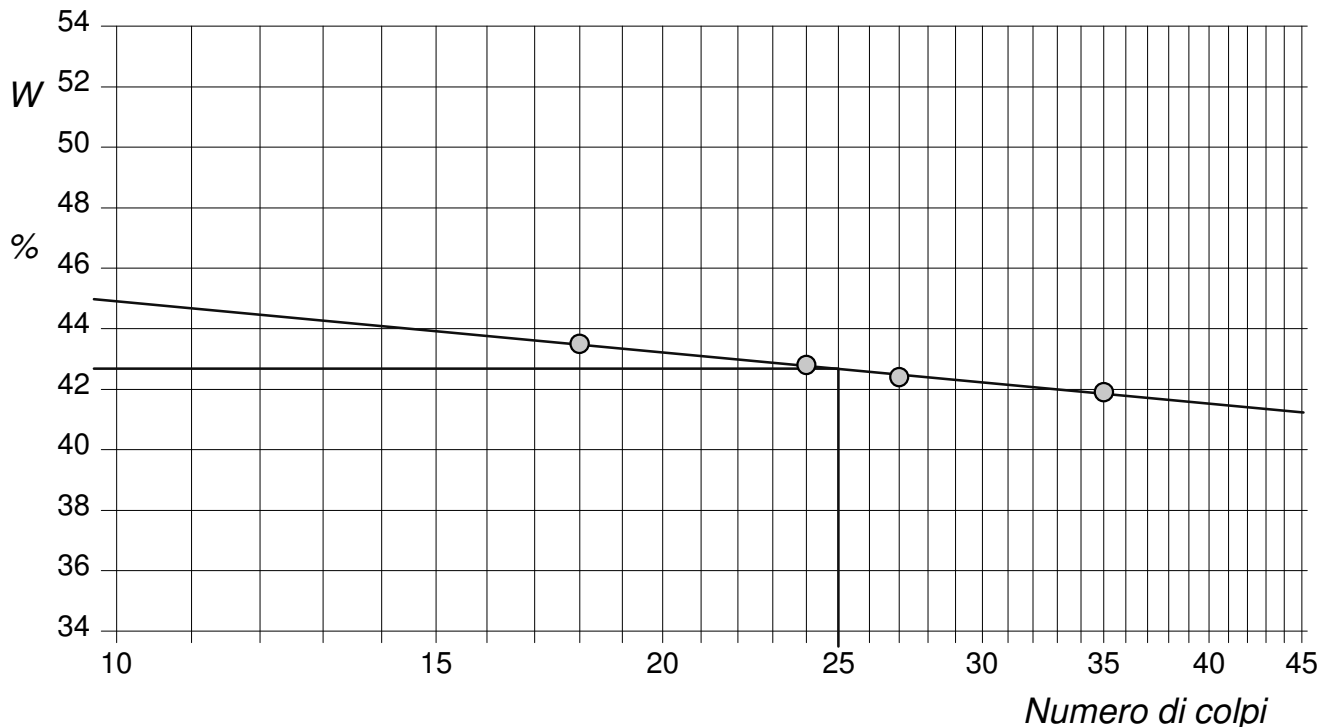
Limite di liquidità 42.7 %

Limite di plasticità 23.3 %

Indice di plasticità 19.4 %

LIMITE DI LIQUIDITA'						LIMITE DI PLASTICITA'		
Numero di colpi	18	24	27	35		Umidità (%)	23.4	23.2
Umidità (%)	43.5	42.8	42.4	41.9		Umidità media	23.3	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla di colore grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06262	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 21/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 23/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV20	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	7.50-8.00

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 100 %

Limite di ritiro = 10.6 %

Limo con argilla di colore grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06263 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

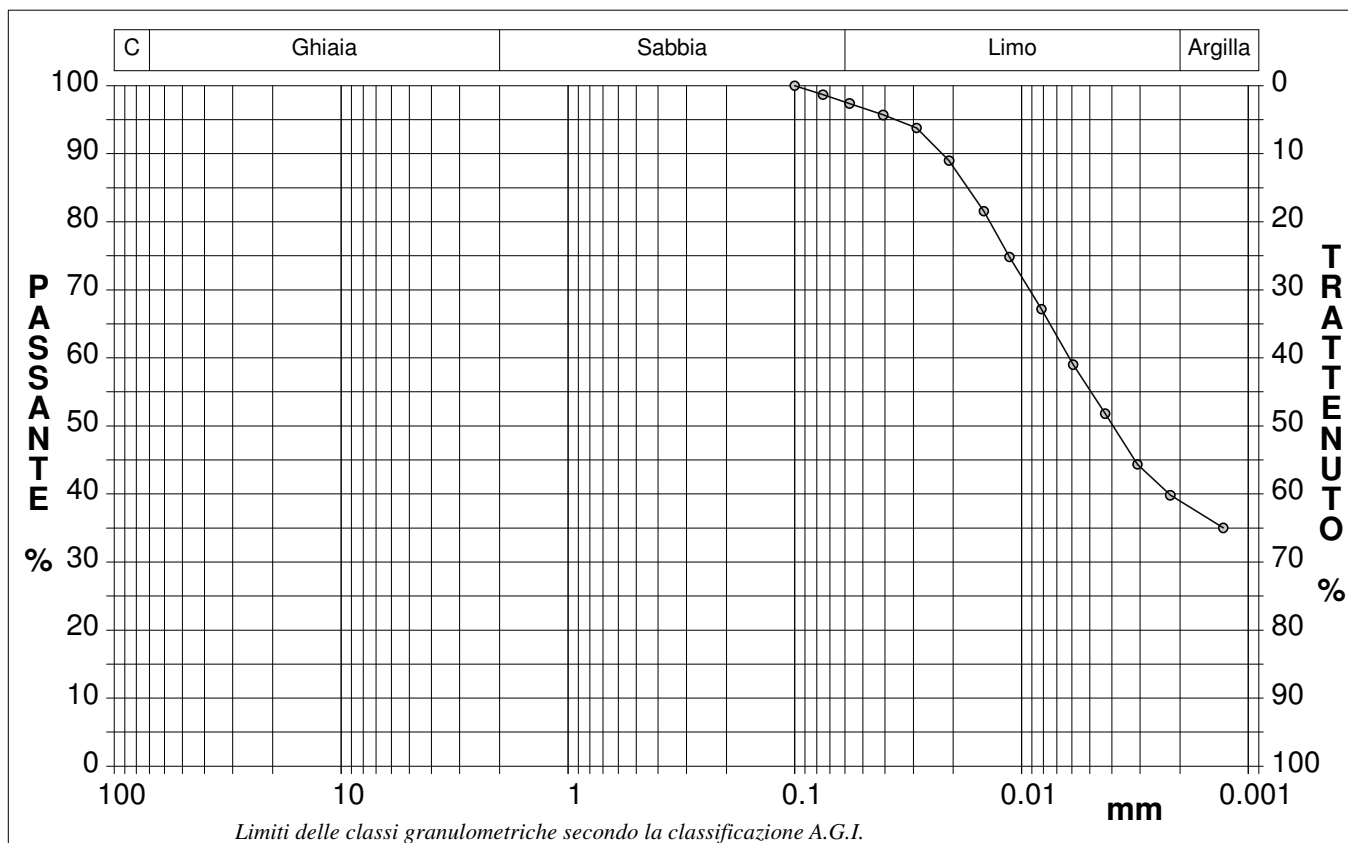
CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm
Sabbia	2.4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	100.0 %	D30	---	mm
Limo	58.7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	98.7 %	D50	0.00395	mm
Argilla	38.9 %			D60	0.00616	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.02238 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
0.1000	100.00	0.0209	88.98	0.0043	51.80				
0.0750	98.69	0.0147	81.54	0.0031	44.36				
0.0572	97.37	0.0113	74.83	0.0022	39.81				
0.0407	95.69	0.0082	67.15	0.0013	35.01				
0.0290	93.78	0.0059	59.00						

Limo con argilla di colore grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06264 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 16/11/23
Apertura campione: 06/11/23
Fine analisi: 29/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV20
CAMPIONE: C2
PROFONDITA': m 7.50-8.00

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 19.29

Umidità (%) 26.9

Peso specifico 2.69

Altezza provino (cm) 2.00

Diametro provino (cm) 5.05

Sezione provino (cm²) 20.00

Volume provino (cm³) 40.00

Volume dei vuoti (cm³) 16.99

Indice dei vuoti 0.74

Porosità (%) 42.48

Saturazione (%) 98.1

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

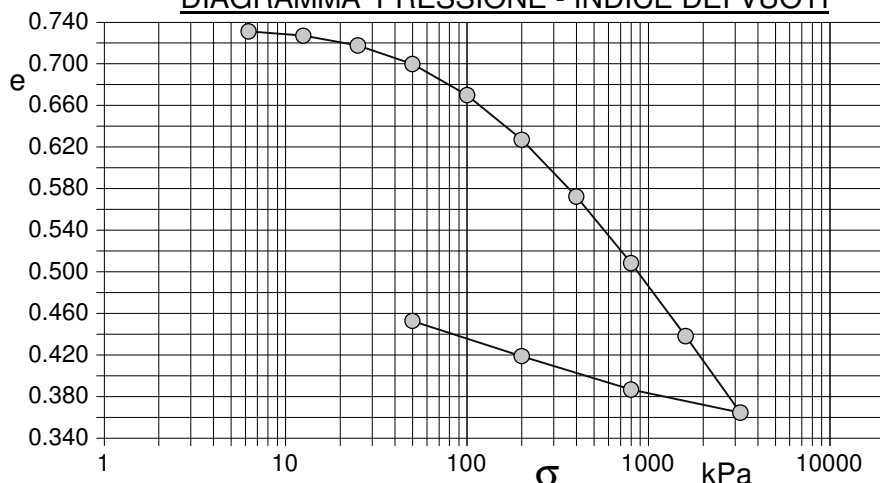
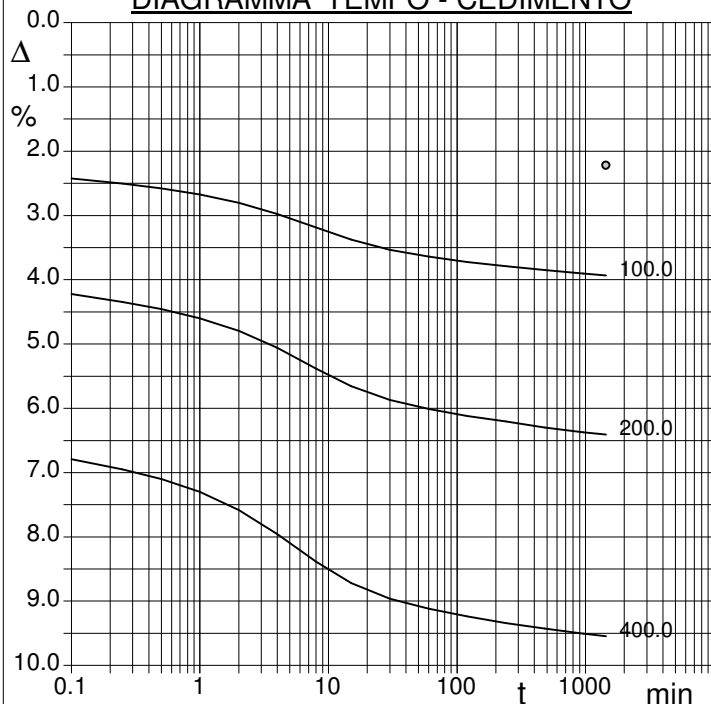


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
6.3	8.2	0.731	
12.5	12.9	0.727	0.014
25.0	23.9	0.718	0.032
50.0	44.3	0.700	0.059
100.0	78.6	0.670	0.099
200.0	128.2	0.627	0.143
400.0	191.0	0.572	0.181
800.0	264.8	0.508	0.213
1600.0	345.4	0.438	0.233
3200.0	430.1	0.365	0.244
800.0	404.7	0.387	
200.0	367.7	0.419	
50.0	328.7	0.453	

Limo con argilla di colore grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06264	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 29/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV20	CAMPIONE: C2	PROFONDITA': m	7.50-8.00	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	44.3	0.00	78.6	0.00	128.2		
0.10	48.5	0.10	84.5	0.10	135.9		
0.25	50.0	0.25	86.9	0.25	139.0		
0.50	51.5	0.50	89.1	0.50	142.0		
1.00	53.4	1.00	92.0	1.00	146.1		
2.00	56.0	2.00	95.9	2.00	151.6		
4.00	59.5	4.00	101.2	4.00	159.1		
8.00	63.7	8.00	107.6	8.00	167.7		
15.00	67.5	15.00	113.1	15.00	174.4		
30.00	70.6	30.00	117.4	30.00	179.3		
60.00	72.8	60.00	120.2	60.00	182.4		
120.00	74.5	120.00	122.4	120.00	184.8		
240.00	75.8	240.00	124.1	240.00	186.8		
480.00	77.0	480.00	126.0	480.00	188.5		
960.00	78.1	960.00	127.5	960.00	190.2		
1440.00	78.6	1440.00	128.2	1440.00	191.0		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06265 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50.0	100.0	200.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.8 24.6	26.8 23.8	26.6 21.3
Peso di volume (kN/m³):	19.5	19.4	19.5
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

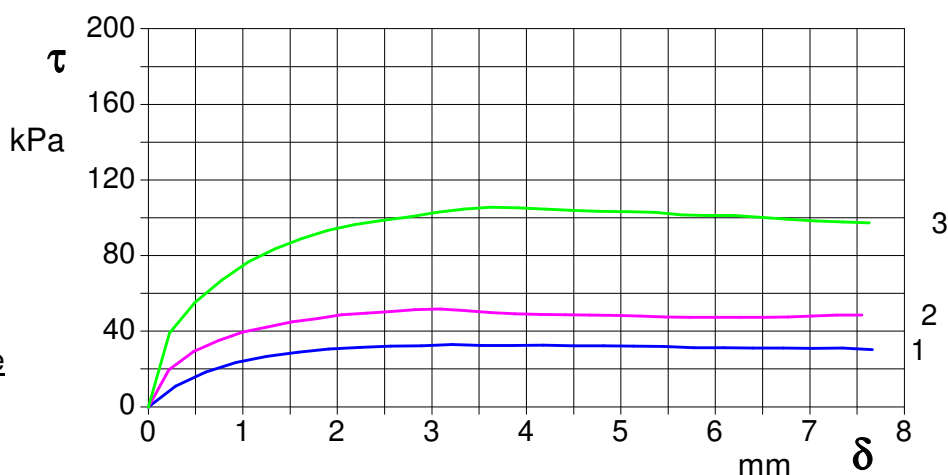
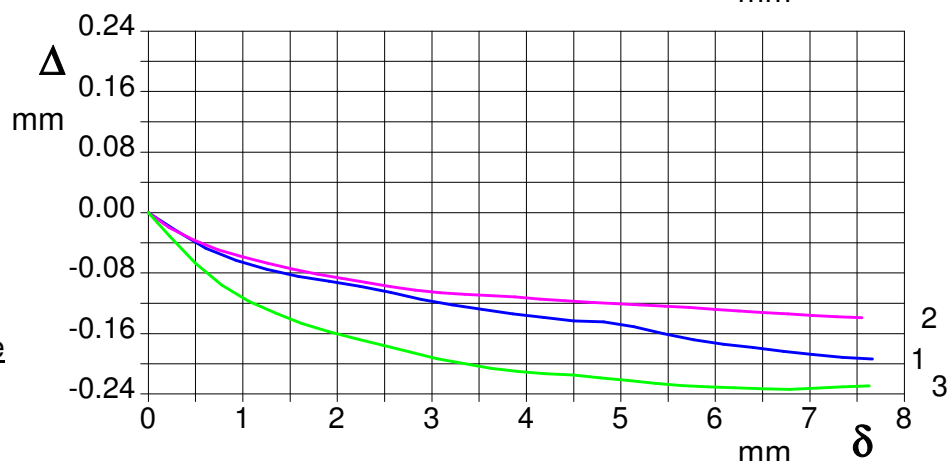


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con argilla di colore grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06265	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 13/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 13/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV20

CAMPIONE: C2

PROFONDITA': m 7.50-8.00

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

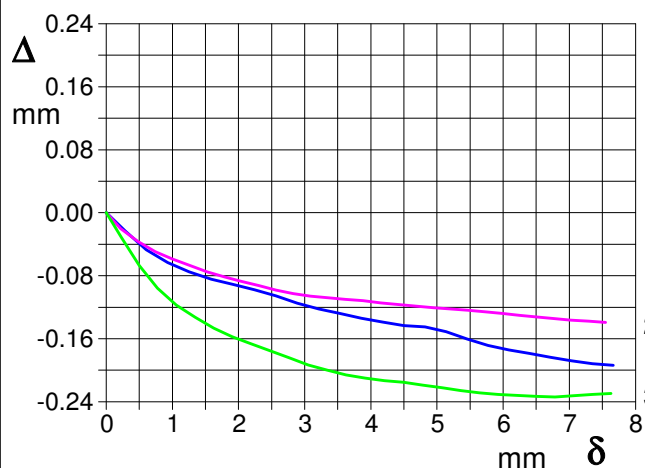
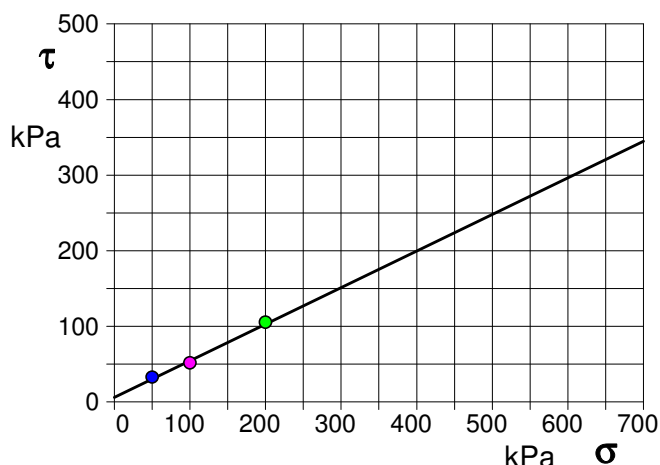
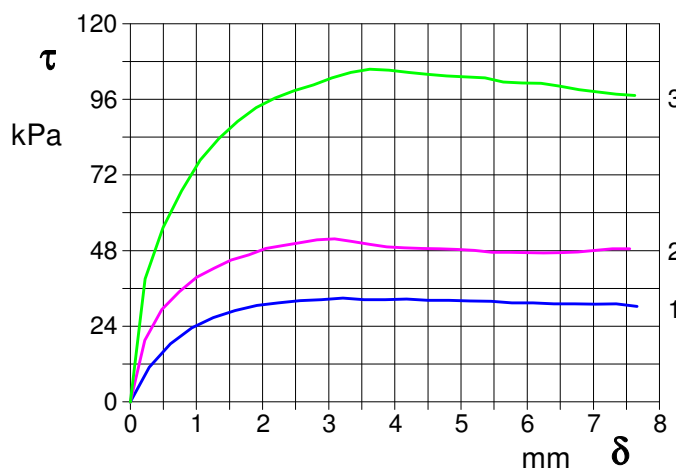
Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	50		100		200	
Tensione a rottura (kPa):	33		52		106	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	3.21	-0.12	3.09	-0.11	3.62	-0.21
Umidità iniziale e umidità finale (%):	26.8	24.6	26.8	23.8	26.6	21.3
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.5	19.6	19.4	19.8	19.5	20.1
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	100.0	97.8	99.0	98.6	99.6	96.6

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6.1 kPa
Angolo di attrito interno: 25.8 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla di colore grigiastro

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	15.3	%
Peso di volume	18.4	kN/m ³
Peso di volume secco	16.0	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.8	kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti	0.647	
Porosità	39.3	%
Grado di saturazione	63.3	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia		%
Sabbia	64.1	%
Limo	20.3	%
Argilla	15.6	%
D 10		mm
D 50	0.129437	mm
D 60	0.171754	mm
D 90	0.345679	mm
Passante set. 10	100.0	%
Passante set. 42	98.2	%
Passante set. 200	37.9	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u \text{ Rim}}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta					
c'	6.6	kPa	ϕ'	29.7	°
c' Res		kPa	ϕ'_{Res}		°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	$^\circ$
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	$^\circ$
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	$^\circ$
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	$^\circ$

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06266** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 15.3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06267** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 24/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 24/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 18.4 kN/m³**

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06268** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06269 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 08/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 11/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

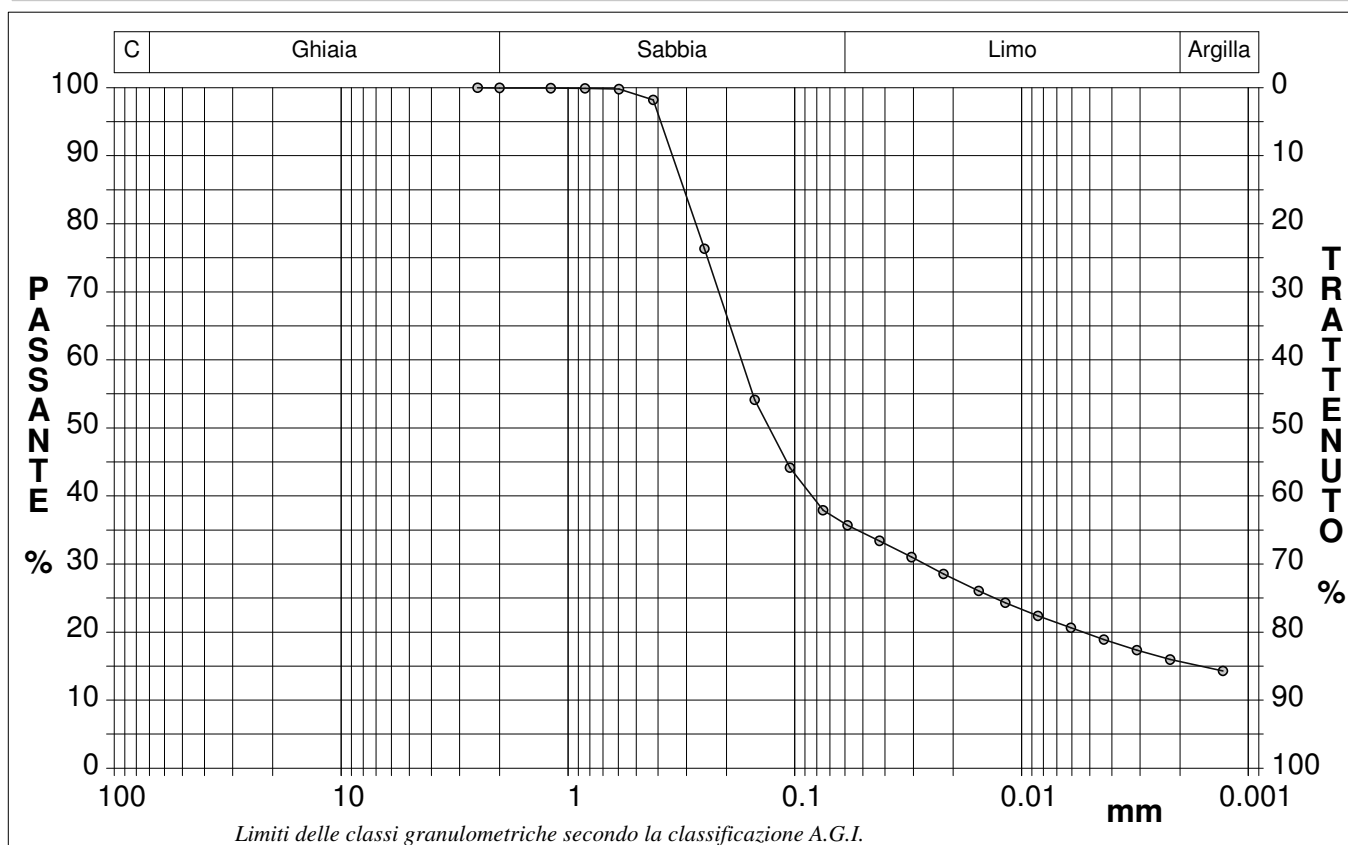
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.0 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	100.0 %	D10	---	mm
Sabbia	64.1 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	98.2 %	D30	0.02672	mm
Limo	20.3 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	37.9 %	D50	0.12944	mm
Argilla	15.6 %			D60	0.17175	mm
				D90	0.34568	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura		---	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2.5000	100.00	0.4200	98.22	0.0586	35.71	0.0118	24.31	0.0022	15.95
2.0000	99.96	0.2500	76.32	0.0423	33.41	0.0085	22.38	0.0013	14.30
1.1900	99.92	0.1500	54.11	0.0305	31.02	0.0061	20.64		
0.8410	99.89	0.1050	44.16	0.0221	28.54	0.0043	18.89		
0.5950	99.78	0.0750	37.89	0.0154	26.06	0.0031	17.33		

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06270 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 24/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 27/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50.0	100.0	200.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15.6 21.1	17.9 21.4	14.3 17.9
Peso di volume (kN/m³):	18.4	18.4	18.5
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

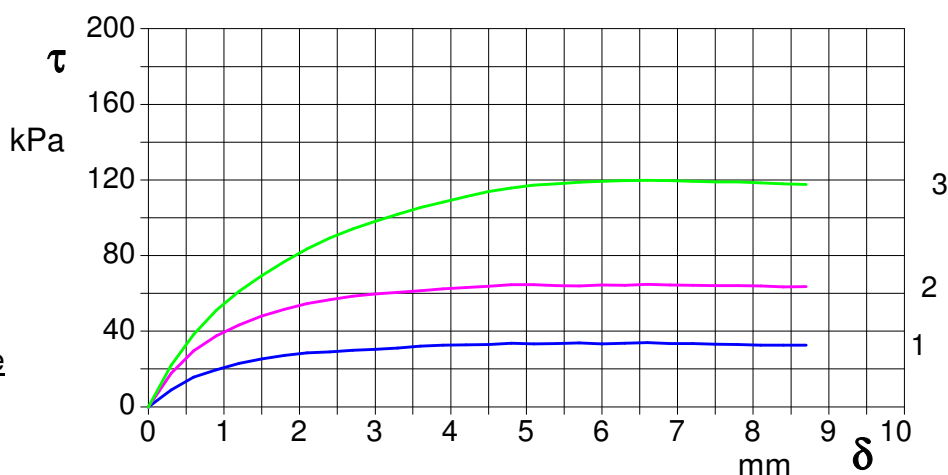
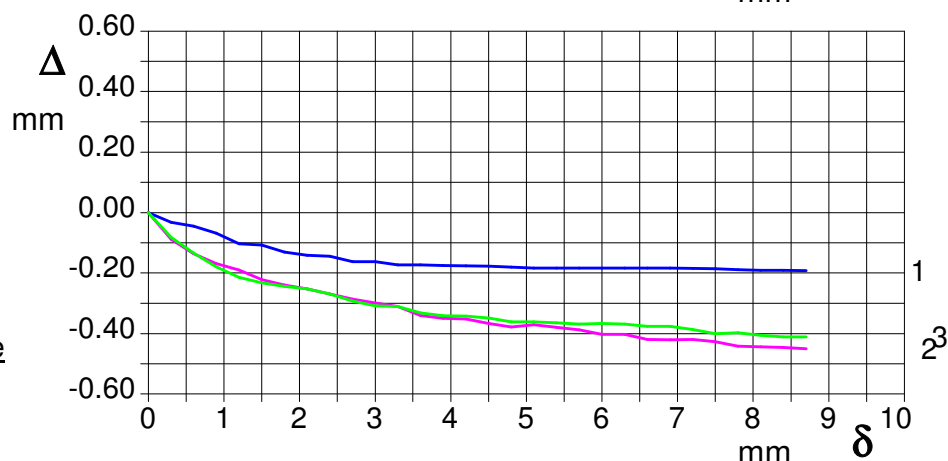


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia limosa e argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06270	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 24/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 27/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 24/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 27/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV21

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.50-2.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

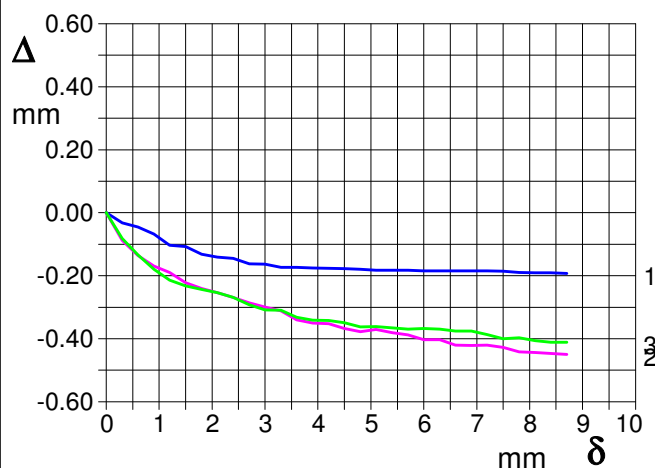
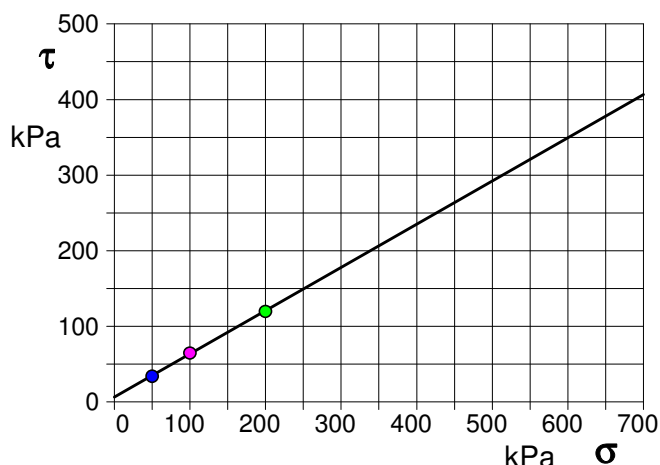
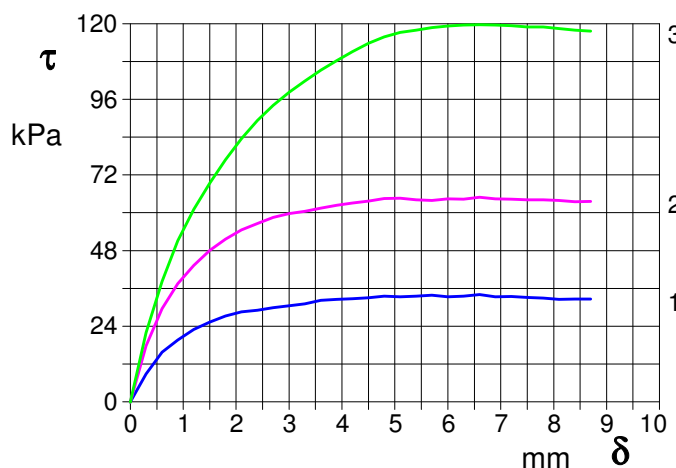
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1		2		3	
Condizione del provino:	Indisturbato		Indisturbato		Indisturbato	
Pressione verticale (kPa):	50		100		200	
Tensione a rottura (kPa):	34		65		120	
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	6.60	-0.18	6.60	-0.42	6.60	-0.38
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15.6	21.1	17.9	21.4	14.3	17.9
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	18.4	19.7	18.4	19.5	18.5	20.3
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	63.9	91.8	69.7	90.5	61.2	91.3

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 6.6 kPa
Angolo di attrito interno: 29.7 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV23

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	5.9	%
Peso di volume		kN/m ³
Peso di volume secco		kN/m ³
Peso di volume saturo		kN/m ³
Peso specifico	2.67	
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1.7	%
Sabbia	87.5	%
Limo	6.8	%
Argilla	4.0	%
D 10	0.042875	mm
D 50	0.533873	mm
D 60	0.616590	mm
D 90	0.917017	mm
Passante set. 10	98.3	%
Passante set. 42	35.0	%
Passante set. 200	11.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_u \text{ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	kPa	ϕ'	°
c' _{Res}	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	$^\circ$
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	$^\circ$
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	$^\circ$
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	$^\circ$

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia debolmente limosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05553** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 03/11/23

Inizio analisi: 27/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV23

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 5.9 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia debolmente limosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05554	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/11/23	Inizio analisi: 31/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 27/10/23	Fine analisi: 31/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV23	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.67** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.66**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia debolmente limosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05555 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 03/11/23

Inizio analisi: 30/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV23

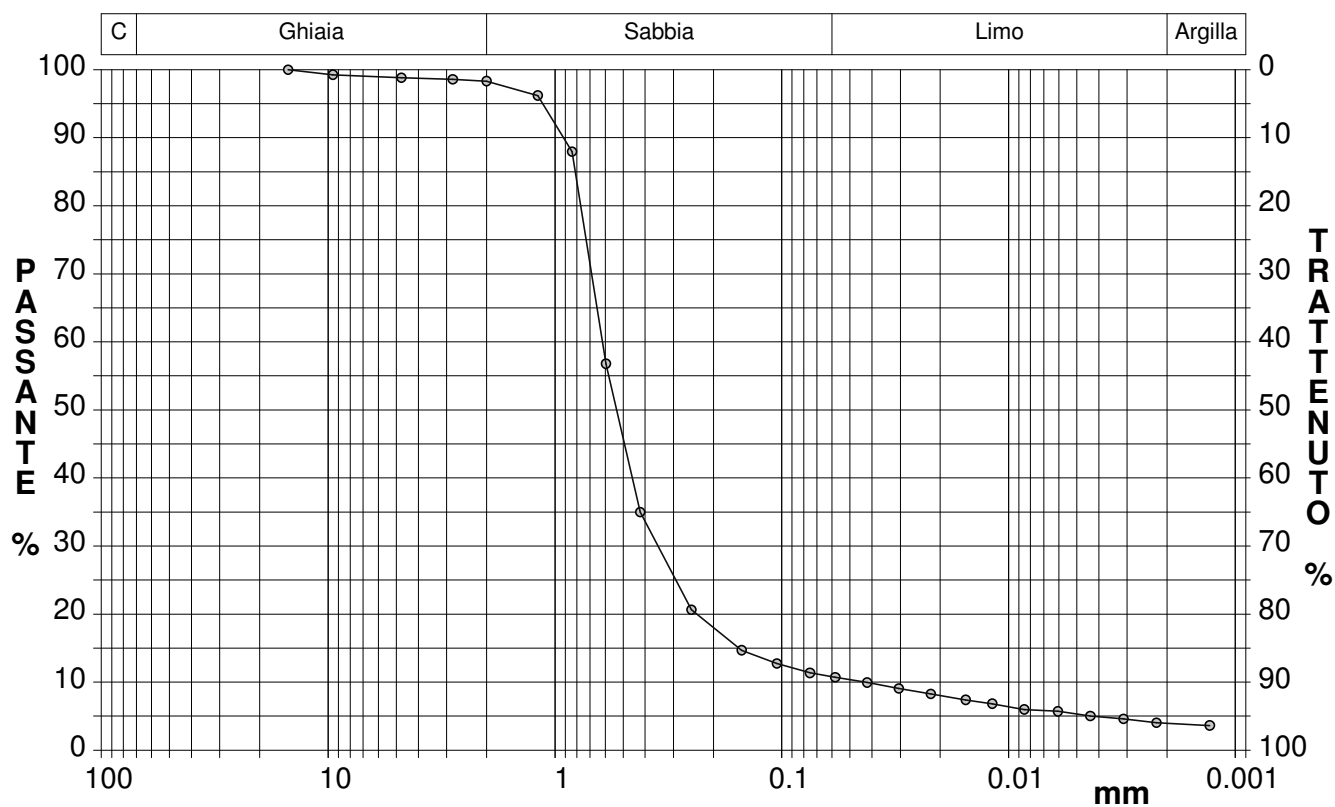
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	1.7 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.3 %	D10	0.04287 mm
Sabbia	87.5 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	35.0 %	D30	0.35085 mm
Limo	6.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	11.4 %	D50	0.53387 mm
Argilla	4.0 %			D60	0.61659 mm
				D90	0.91702 mm
Coefficiente di uniformità		14.38	Coefficiente di curvatura	4.66	



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
15.0000	100.00	1.1900	96.20	0.1500	14.68	0.0305	9.06	0.0061	5.72
9.5200	99.25	0.8410	87.94	0.1050	12.74	0.0220	8.28	0.0044	5.02
4.7500	98.81	0.5950	56.79	0.0750	11.36	0.0155	7.39	0.0031	4.60
2.8200	98.59	0.4200	34.97	0.0581	10.73	0.0118	6.83	0.0022	4.04
2.0000	98.31	0.2500	20.64	0.0420	9.95	0.0085	6.00	0.0013	3.63

Sabbia debolmente limosa di colore marrone

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV26

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	2.5	%
Peso di volume		kN/m ³
Peso di volume secco		kN/m ³
Peso di volume saturo		kN/m ³
Peso specifico	2.66	
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1.2	%
Sabbia	83.9	%
Limo	9.2	%
Argilla	5.7	%
D 10	0.009976	mm
D 50	0.524393	mm
D 60	0.618762	mm
D 90	1.100954	mm
Passante set. 10	98.8	%
Passante set. 42	36.8	%
Passante set. 200	15.1	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_u \text{ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	kPa	ϕ'	°
c' Res	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	$^\circ$
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	$^\circ$
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	$^\circ$
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	$^\circ$

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 05556** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 03/11/23

Inizio analisi: 27/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV26

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 2.5 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05557	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/11/23	Inizio analisi: 31/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 27/10/23	Fine analisi: 31/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV26	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.66** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.66**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05558 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 03/11/23

Inizio analisi: 30/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV26

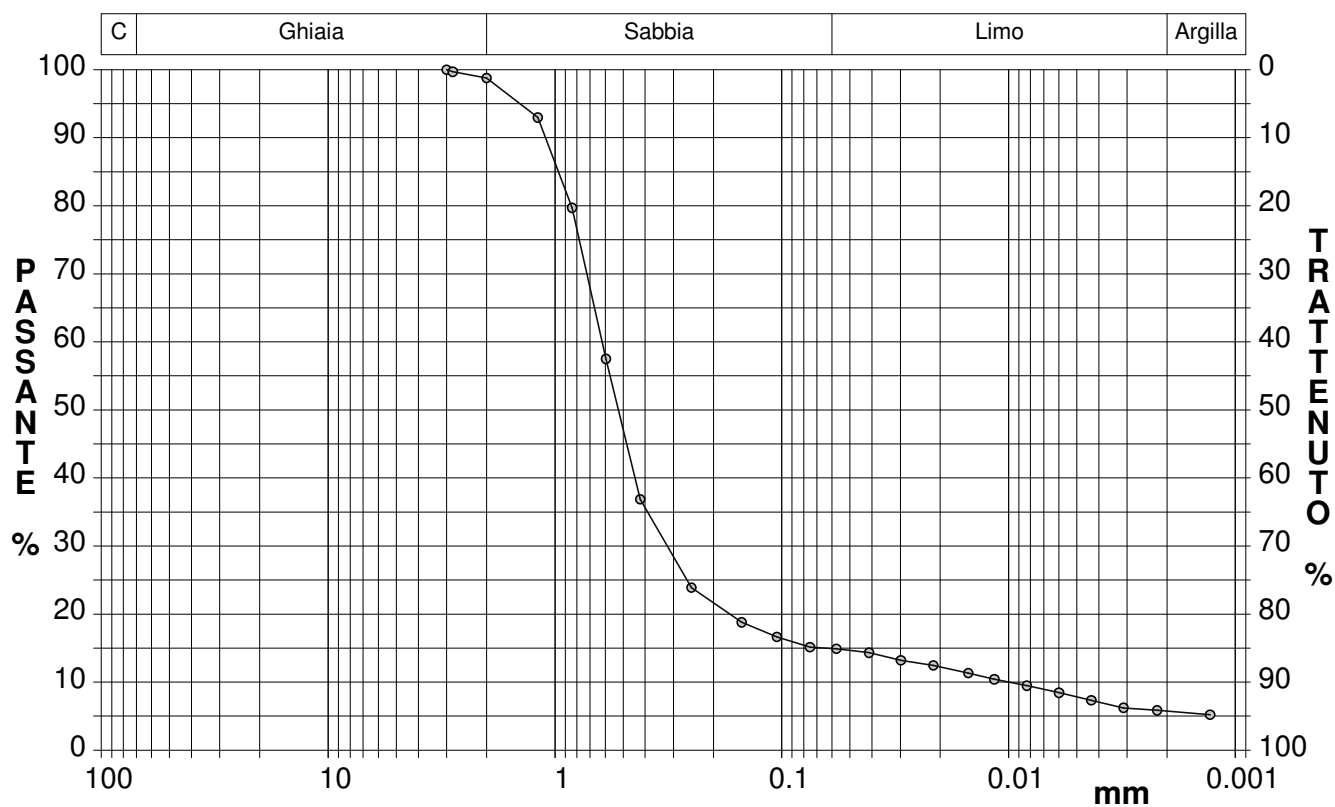
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	1.2 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.8 %	D10	0.00998 mm	
Sabbia	83.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	36.8 %	D30	0.31939 mm	
Limo	9.2 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	15.1 %	D50	0.52439 mm	
Argilla	5.7 %			D60	0.61876 mm	
Coefficiente di uniformità		62.02	Coefficiente di curvatura	16.52	D90	1.10095 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
3.0000	100.00	0.5950	57.49	0.0750	15.15	0.0150	11.34	0.0031	6.21
2.8200	99.68	0.4200	36.85	0.0574	14.91	0.0115	10.41	0.0022	5.84
2.0000	98.77	0.2500	23.88	0.0412	14.31	0.0083	9.48	0.0013	5.21
1.1900	92.97	0.1500	18.78	0.0298	13.20	0.0060	8.44		
0.8410	79.70	0.1050	16.63	0.0214	12.46	0.0043	7.33		

Sabbia debolmente limosa e argillosa di colore marrone chiaro

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV27

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.60-2.80

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	14.4	%
Peso di volume	20.8	kN/m ³
Peso di volume secco	18.2	kN/m ³
Peso di volume saturo	21.1	kN/m ³
Peso specifico	2.65	
Indice dei vuoti	0.431	
Porosità	30.1	%
Grado di saturazione	88.7	%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.6	%
Sabbia	65.4	%
Limo	21.1	%
Argilla	12.9	%
D 10		mm
D 50	0.178047	mm
D 60	0.256431	mm
D 90	0.643889	mm
Passante set. 10	99.4	%
Passante set. 42	80.1	%
Passante set. 200	36.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
C_u	kPa	$C_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	2.0	kPa	ϕ' 28.8 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-grigiastro con presenza di striature rossastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06271** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV27

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.60-2.80

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 14.4 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-grigiastro con presenza di striature rossastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06272** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 14/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV27

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.60-2.80

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 20.8 kN/m³**

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-grigiastro con presenza di striature rossastre

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06273	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 15/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV27	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.60-2.80

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.65** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.65**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.2 °C

Disaerazione eseguita per bollitura

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-grigiastro con presenza di striature rossastre

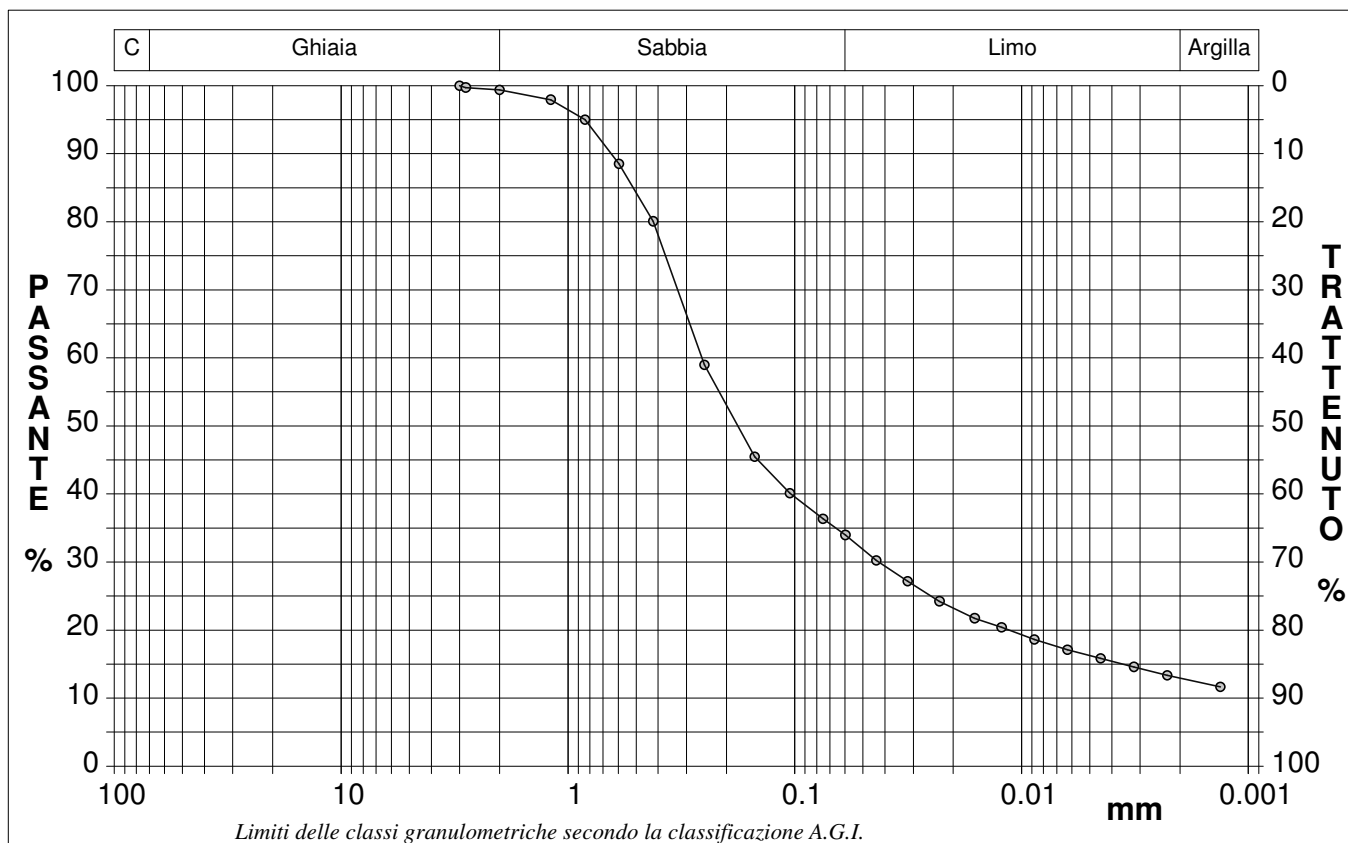
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06274 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 15/11/23
Apertura campione: 07/11/23
Fine analisi: 18/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV27
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 2.60-2.80

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.4 %	D10	---	mm
Sabbia	65.4 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	80.1 %	D30	0.04270	mm
Limo	21.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	36.4 %	D50	0.17805	mm
Argilla	12.9 %			D60	0.25643	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.64389 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
3.0000	100.00	0.5950	88.52	0.0750	36.37	0.0161	21.74	0.0032	14.59
2.8200	99.72	0.4200	80.07	0.0597	33.98	0.0122	20.40	0.0023	13.34
2.0000	99.38	0.2500	58.97	0.0437	30.22	0.0088	18.61	0.0013	11.65
1.1900	97.94	0.1500	45.47	0.0317	27.19	0.0063	17.09		
0.8410	95.00	0.1050	40.13	0.0230	24.24	0.0045	15.84		

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-grigiastro con presenza di striature rossastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06275 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV27

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.60-2.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	50.0	100.0	200.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15.3 15.6	15.4 13.7	14.3 13.6
Peso di volume (kN/m³):	20.7	21.0	20.7
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.020 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

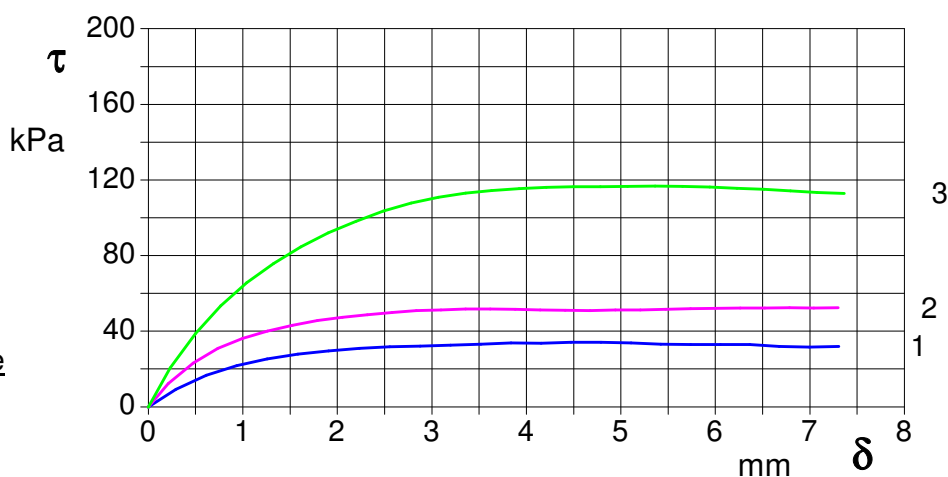
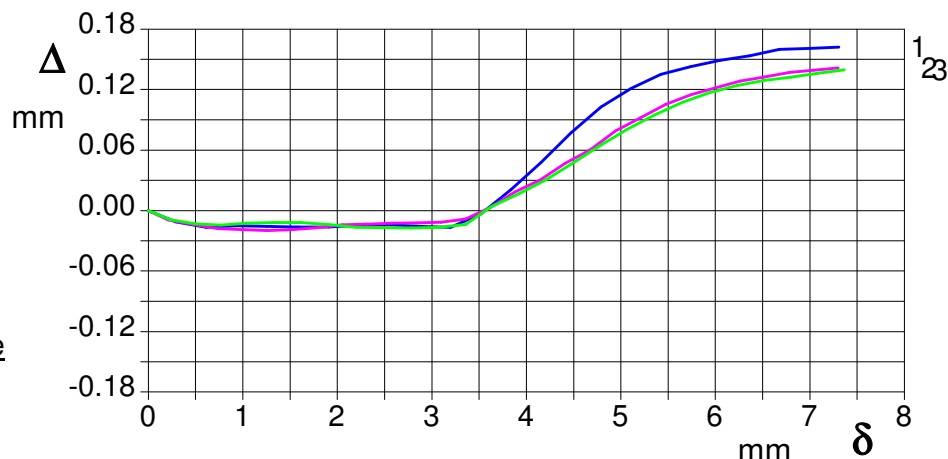


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-grigiastro con presenza di striature rossastre

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06275	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 14/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV27

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.60-2.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 14/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV27

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.60-2.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

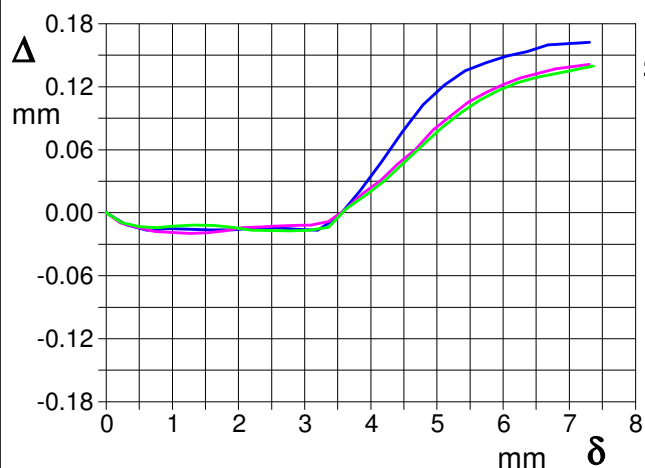
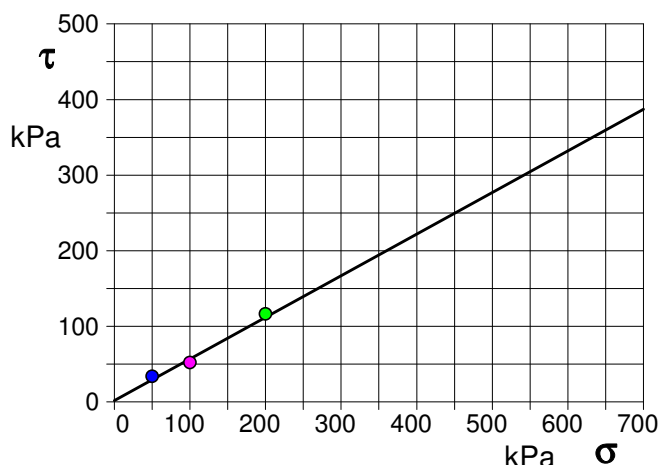
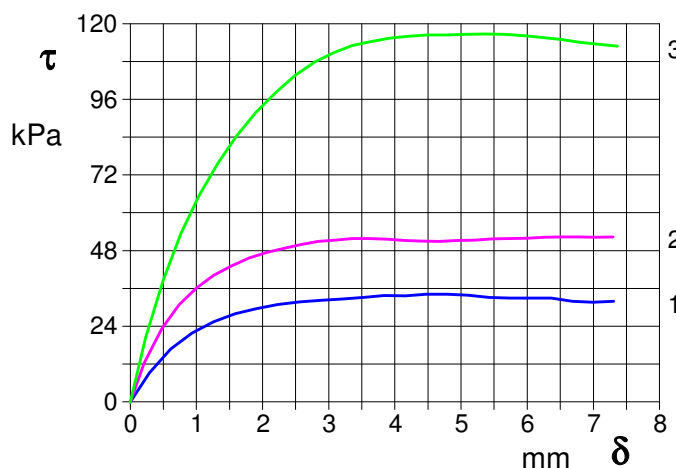
Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	50	100	200
Tensione a rottura (kPa):	34	52	117
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	4.79 0.10	6.78 0.14	5.36 0.10
Umidità iniziale e umidità finale (%):	15.3 15.6	15.4 13.7	14.3 13.6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20.7 21.2	21.0 21.5	20.7 21.5
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	90.5 99.1	94.5 97.1	87.2 95.8

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 2.0 kPa
Angolo di attrito interno: 28.8 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.020 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24

DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia limosa e argillosa di colore marrone-grigiastro con presenza di striature rossastre

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV29

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	19.1	%
Peso di volume		kN/m ³
Peso di volume secco		kN/m ³
Peso di volume saturo		kN/m ³
Peso specifico	2.68	
Indice dei vuoti		
Porosità		%
Grado di saturazione		%
Limite di liquidità	Non determinabile	
Limite di plasticità	Non plastico	
Indice di plasticità	Non determinabile	
Indice di consistenza		
Passante al set. n° 40		
Limite di ritiro		%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.6	%
Sabbia	62.2	%
Limo	26.6	%
Argilla	10.6	%
D 10	0.001732	mm
D 50	0.159756	mm
D 60	0.229672	mm
D 90	0.386348	mm
Passante set. 10	99.4	%
Passante set. 42	95.3	%
Passante set. 200	39.2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k	cm/sec
----------------	--------

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
c_u	kPa	$c_{u \text{ Rim}}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	kPa	ϕ'	°
c' _{Res}	kPa	ϕ'_{Res}	°

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d	$^\circ$
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu}	$^\circ$
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu}	$^\circ$
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u	$^\circ$

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	Cv cm ² /sec	k cm/sec

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05559	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/11/23	Inizio analisi: 27/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 27/10/23	Fine analisi: 28/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV29	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 19.1 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo
☐ Stratificato
☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05560	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 03/11/23	Inizio analisi: 31/10/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 27/10/23	Fine analisi: 31/10/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV29	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.68** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.68**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 23.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 05561 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 03/11/23

Inizio analisi: 30/10/23

Apertura campione: 27/10/23

Fine analisi: 03/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV29

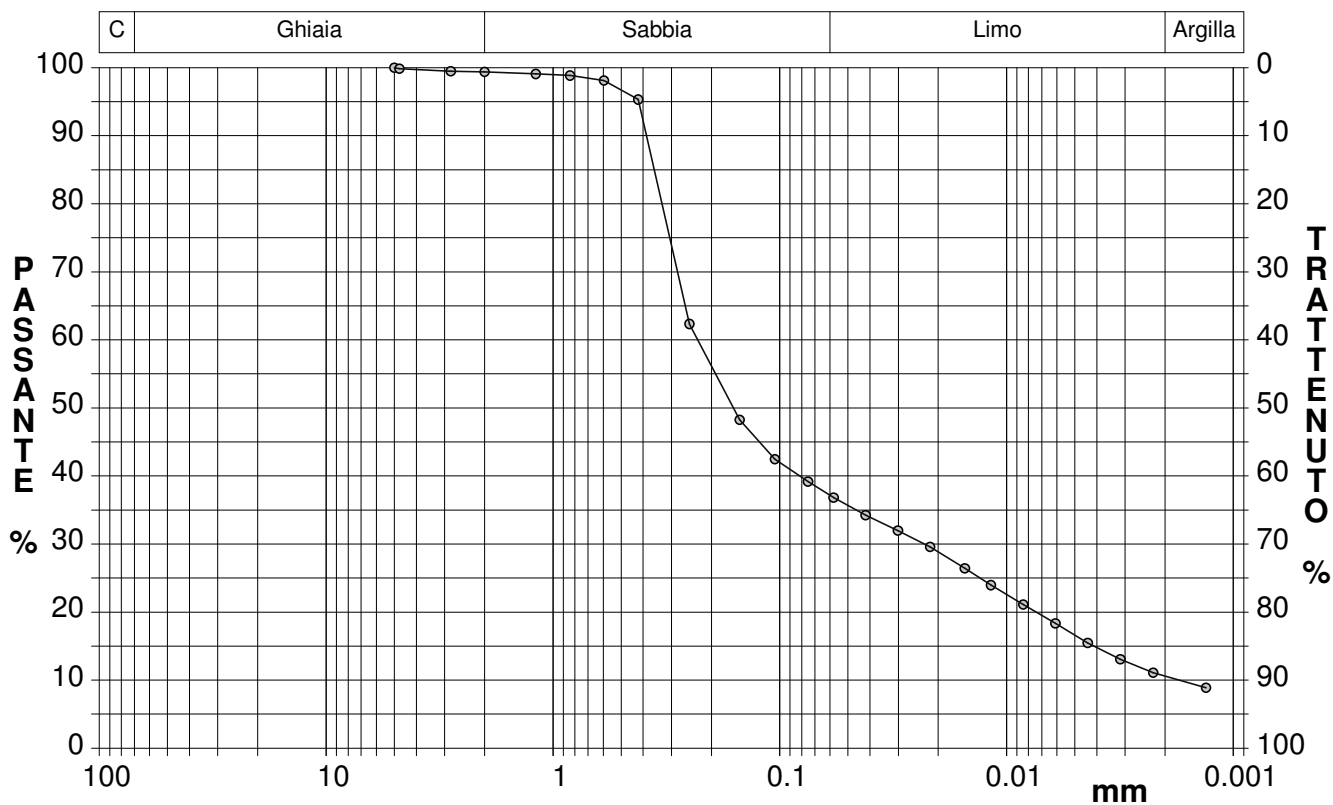
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.4 %	D10	0.00173 mm
Sabbia	62.2 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95.3 %	D30	0.02300 mm
Limo	26.6 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	39.2 %	D50	0.15976 mm
Argilla	10.6 %			D60	0.22967 mm
				D90	0.38635 mm
Coefficiente di uniformità		132.57	Coefficiente di curvatura		1.33



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
5.0000	100.00	0.8410	98.84	0.1050	42.47	0.0217	29.58	0.0044	15.47
4.7500	99.84	0.5950	98.10	0.0750	39.19	0.0153	26.44	0.0031	13.08
2.8200	99.47	0.4200	95.31	0.0578	36.83	0.0117	23.96	0.0023	11.08
2.0000	99.36	0.2500	62.34	0.0418	34.26	0.0084	21.09	0.0013	8.89
1.1900	99.09	0.1500	48.26	0.0301	31.97	0.0061	18.33		

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	17.7	%
Peso di volume	19.9	kN/m ³
Peso di volume secco	16.9	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.4	kN/m ³
Peso specifico	2.70	
Indice dei vuoti	0.572	
Porosità	36.4	%
Grado di saturazione	83.6	%
Limite di liquidità	30.5	%
Limite di plasticità	17.9	%
Indice di plasticità	12.6	%
Indice di consistenza	1.02	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	14.6	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	0.1	%
Sabbia	38.9	%
Limo	36.1	%
Argilla	24.9	%
D 10		mm
D 50	0.029401	mm
D 60	0.056490	mm
D 90	0.276407	mm
Passante set. 10	99.9	%
Passante set. 42	94.0	%
Passante set. 200	64.4	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ Rim	kPa
c_u	kPa	c_u Rim	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	14.0	kPa	ϕ' 30.6 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	c_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	c'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	c_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	c_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
50.0 ÷ 100.0	7077	---	---
100.0 ÷ 200.0	5143	---	---
200.0 ÷ 400.0	7802	---	---
400.0 ÷ 800.0	13969	---	---
800.0 ÷ 1600.0	25341	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	47854	---	---

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06276** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 17.7 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06277** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 16/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 16/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 19.9 kN/m³**

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06278** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 09/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.70** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.70**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06279 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 20/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 21/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 30.5 %

Limite di plasticità 17.9 %

Indice di plasticità 12.6 %

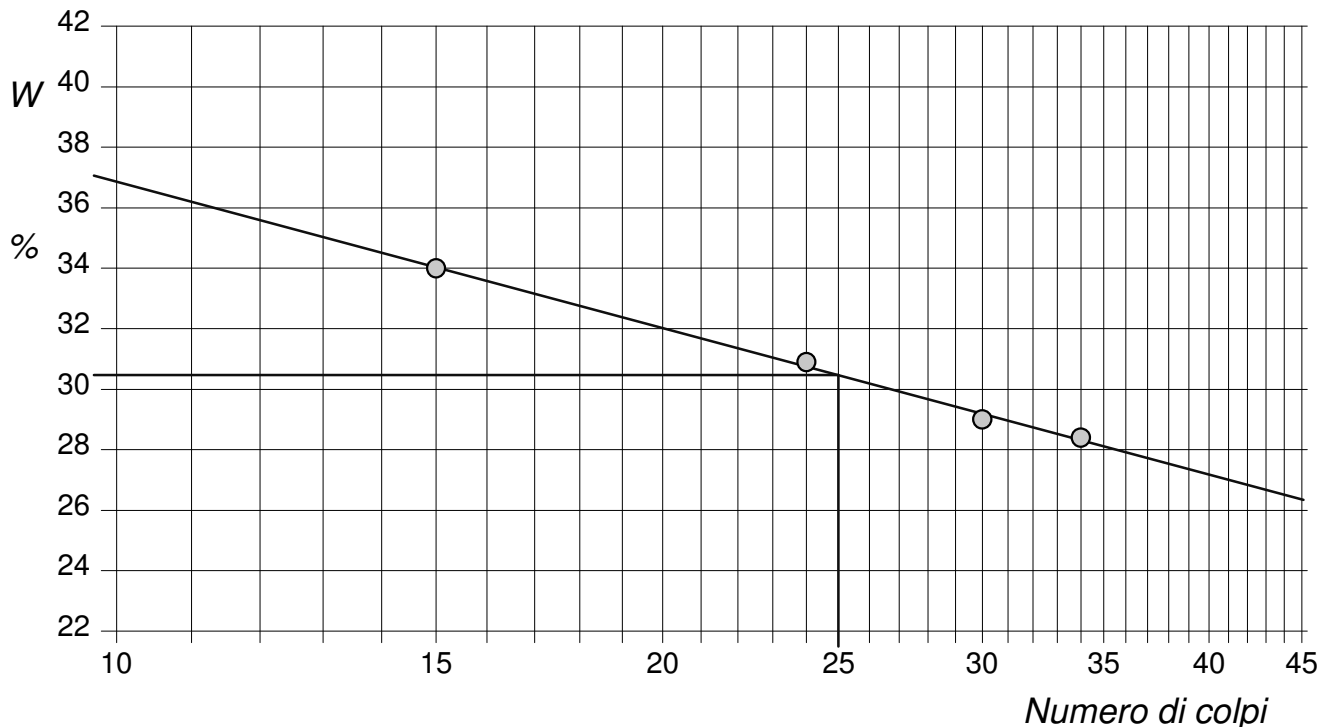
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	15	24	30	34		Umidità (%)	18.0	17.8
Umidità (%)	34.0	30.9	29.0	28.4		Umidità media	17.9	

Determinazione del Limite di liquidità



Sabbia con limo argillosa di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06280	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 22/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 23/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV30	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.10-2.40

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 94 %

Limite di ritiro = 14.6 %

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

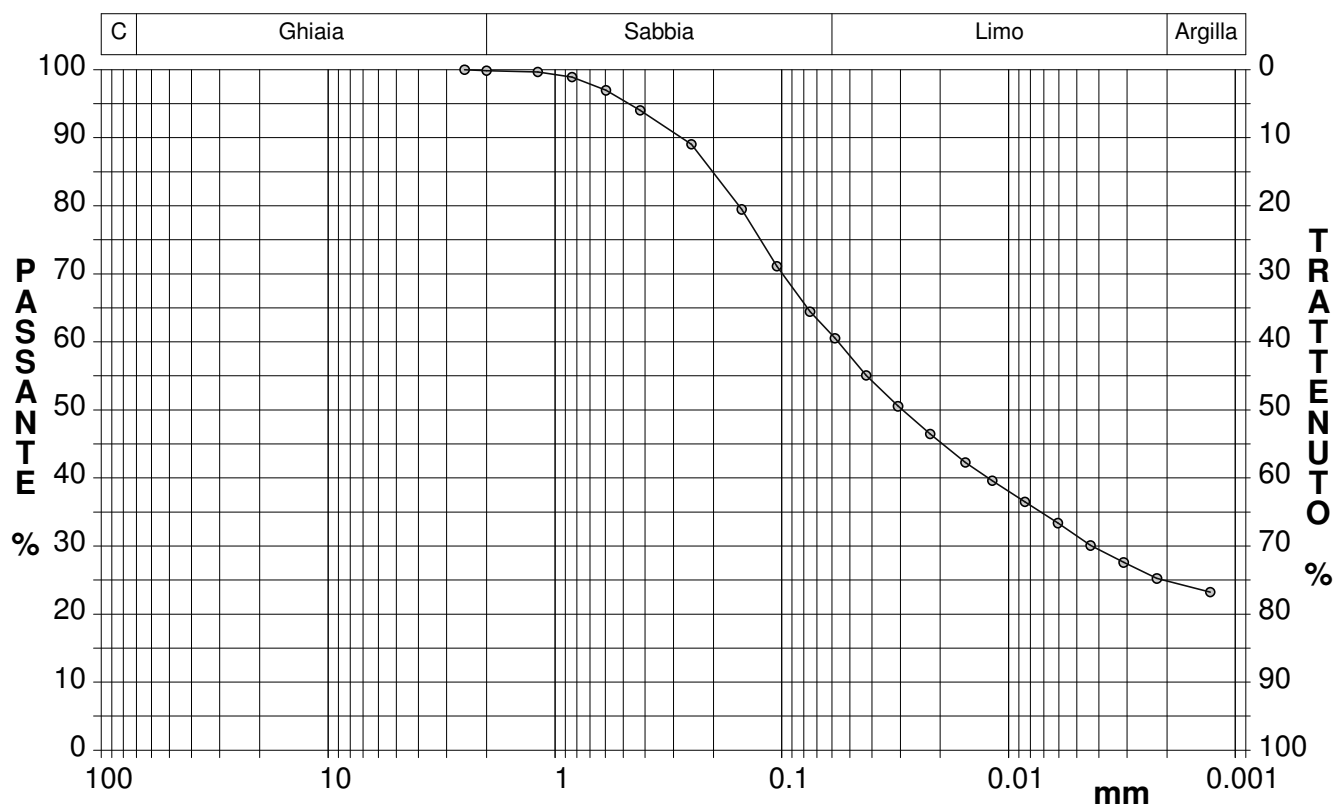
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06281 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 08/11/23
Apertura campione: 07/11/23
Fine analisi: 11/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV30
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 2.10-2.40

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	0.1 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	99.9 %	D10	---	mm
Sabbia	38.9 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	94.0 %	D30	0.00430	mm
Limo	36.1 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	64.4 %	D50	0.02940	mm
Argilla	24.9 %			D60	0.05649	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.27641 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
2.5000	100.00	0.4200	94.01	0.0582	60.52	0.0118	39.60	0.0022	25.24
2.0000	99.86	0.2500	89.04	0.0424	55.06	0.0085	36.48	0.0013	23.21
1.1900	99.65	0.1500	79.47	0.0307	50.53	0.0061	33.36		
0.8410	98.90	0.1050	71.11	0.0221	46.47	0.0043	30.08		
0.5950	96.95	0.0750	64.44	0.0155	42.26	0.0031	27.58		

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06282 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 16/11/23
Apertura campione: 07/11/23
Fine analisi: 27/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV30
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 2.10-2.40

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 19.71

Umidità (%) 17.6

Peso specifico 2.70

Altezza provino (cm) 2.00

Diametro provino (cm) 5.05

Sezione provino (cm²) 20.01

Volume provino (cm³) 40.01

Volume dei vuoti (cm³) 14.72

Indice dei vuoti 0.58

Porosità (%) 36.80

Saturazione (%) 81.9

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

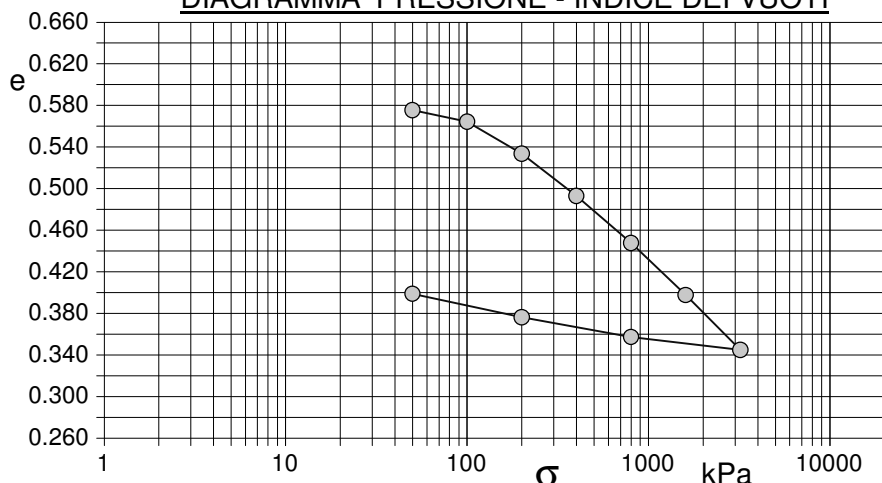
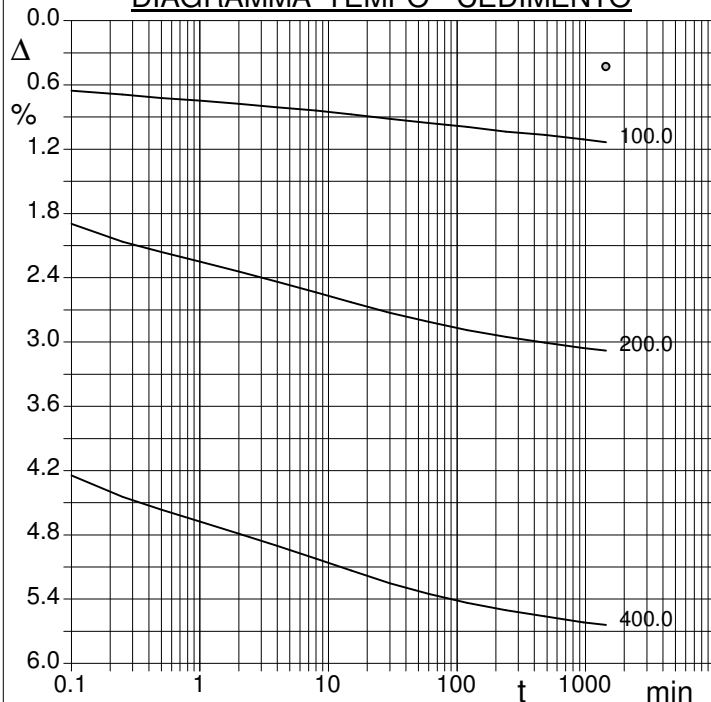


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
50.0	8.6	0.576	0.037
100.0	22.7	0.564	
200.0	61.6	0.534	
400.0	112.8	0.493	
800.0	170.1	0.448	
1600.0	233.3	0.398	
3200.0	300.1	0.345	0.176
800.0	284.4	0.357	
200.0	260.4	0.376	
50.0	231.9	0.399	

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06282	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 27/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV30	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	2.10-2.40	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	8.6	0.00	22.7	0.00	61.6		
0.10	13.1	0.10	38.0	0.10	84.9		
0.25	13.8	0.25	41.3	0.25	88.9		
0.50	14.4	0.50	43.2	0.50	91.3		
1.00	14.9	1.00	45.0	1.00	93.5		
2.00	15.5	2.00	46.9	2.00	95.8		
4.00	16.2	4.00	48.7	4.00	98.1		
8.00	16.8	8.00	50.7	8.00	100.4		
15.00	17.5	15.00	52.6	15.00	102.7		
30.00	18.3	30.00	54.5	30.00	105.1		
60.00	19.1	60.00	56.2	60.00	107.0		
120.00	19.8	120.00	57.8	120.00	108.7		
240.00	20.7	240.00	59.0	240.00	110.1		
480.00	21.3	480.00	60.1	480.00	111.2		
960.00	22.2	960.00	61.1	960.00	112.3		
1440.00	22.7	1440.00	61.6	1440.00	112.8		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06283 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 27/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	17.9 18.7	18.3 18.9	18.0 17.5
Peso di volume (kN/m³):	20.1	19.8	20.0
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

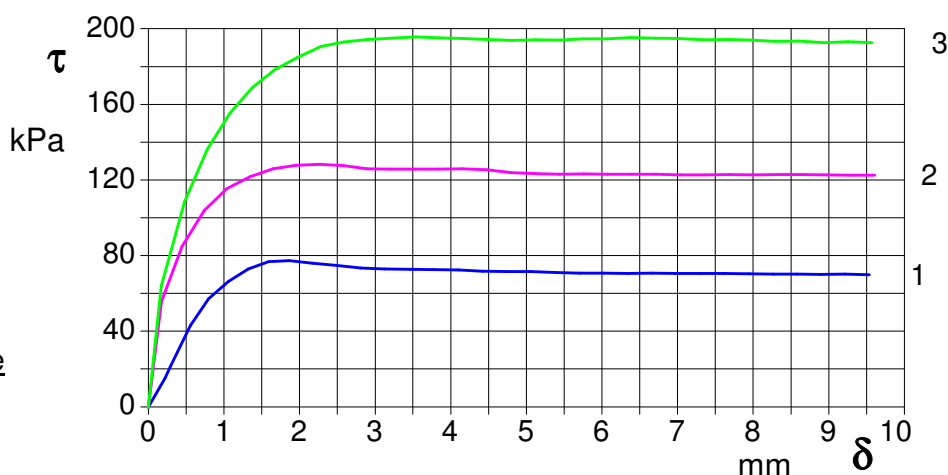
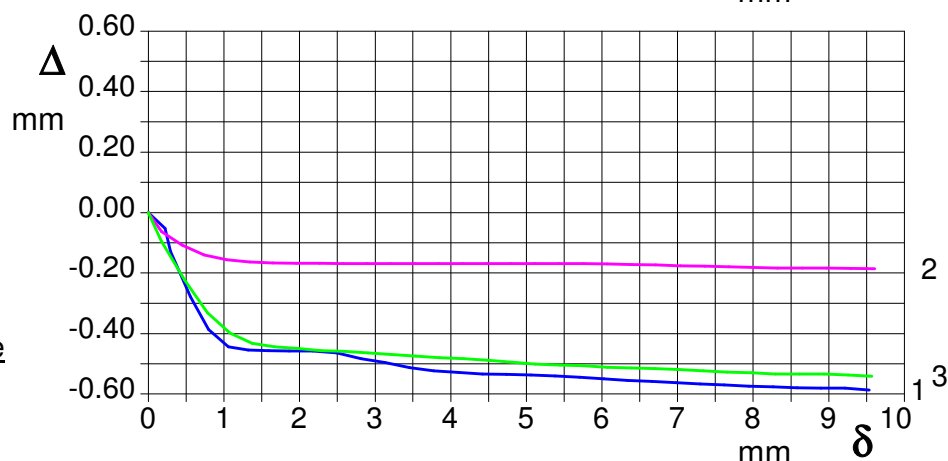


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Sabbia con limo argillosa di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06283	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 27/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 27/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV30

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 2.10-2.40

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

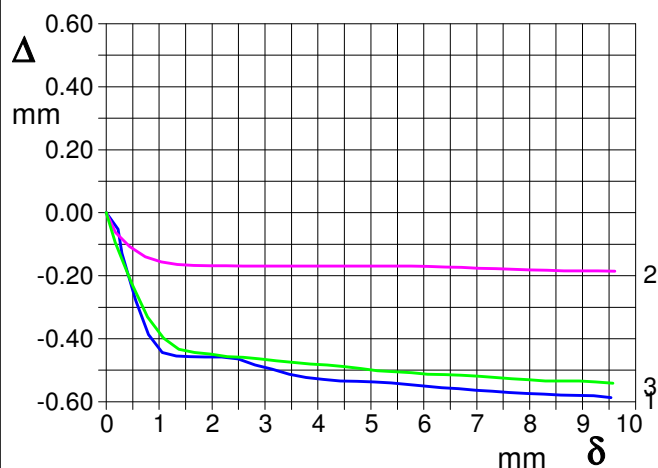
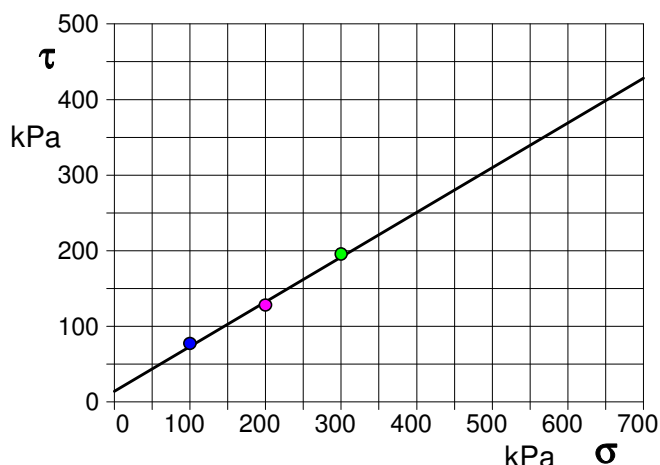
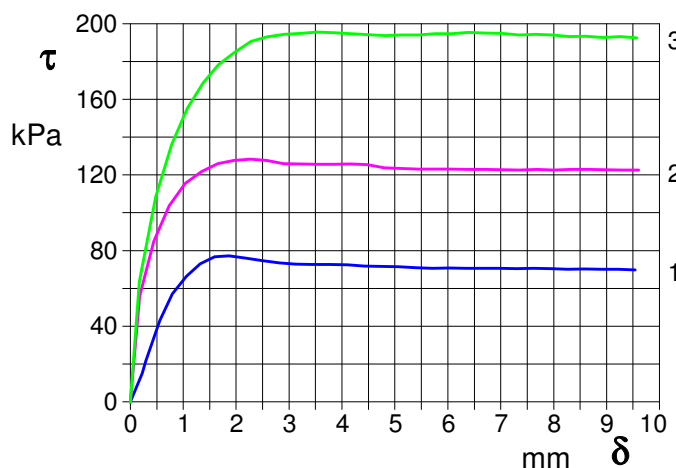
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	77	128	196
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.87 -0.46	2.27 -0.17	3.54 -0.48
Umidità iniziale e umidità finale (%):	17.9 18.7	18.3 18.9	18.0 17.5
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	20.1 20.7	19.8 20.7	20.0 21.0
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	87.3 96.6	85.1 98.3	86.7 97.9

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 14.0 kPa
Angolo di attrito interno: 30.6 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Sabbia con limo argillosa di colore marrone

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	20.5	%
Peso di volume	19.8	kN/m ³
Peso di volume secco	16.5	kN/m ³
Peso di volume saturo	20.1	kN/m ³
Peso specifico	2.66	
Indice dei vuoti	0.581	
Porosità	36.8	%
Grado di saturazione	93.5	%
Limite di liquidità	36.9	%
Limite di plasticità	20.4	%
Indice di plasticità	16.5	%
Indice di consistenza	1.00	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	12.3	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	2.4	%
Sabbia	20.8	%
Limo	40.7	%
Argilla	36.1	%
D 10		mm
D 50	0.008179	mm
D 60	0.018254	mm
D 90	0.206745	mm
Passante set. 10	97.6	%
Passante set. 42	93.3	%
Passante set. 200	79.2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
C_u	kPa	$C_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	7.9	kPa	ϕ' 27.3 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25.0 ÷ 50.0	5747	---	---
50.0 ÷ 100.0	5056	---	---
100.0 ÷ 200.0	5750	---	---
200.0 ÷ 400.0	8569	---	---
400.0 ÷ 800.0	14420	---	---
800.0 ÷ 1600.0	24427	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	43944	---	---

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06284** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 06/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 07/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 20.5 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06285** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 15/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 19.8 kN/m³**

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06286** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 08/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.66** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.65**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.5 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06287 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 22/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 23/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 36.9 %

Limite di plasticità 20.4 %

Indice di plasticità 16.5 %

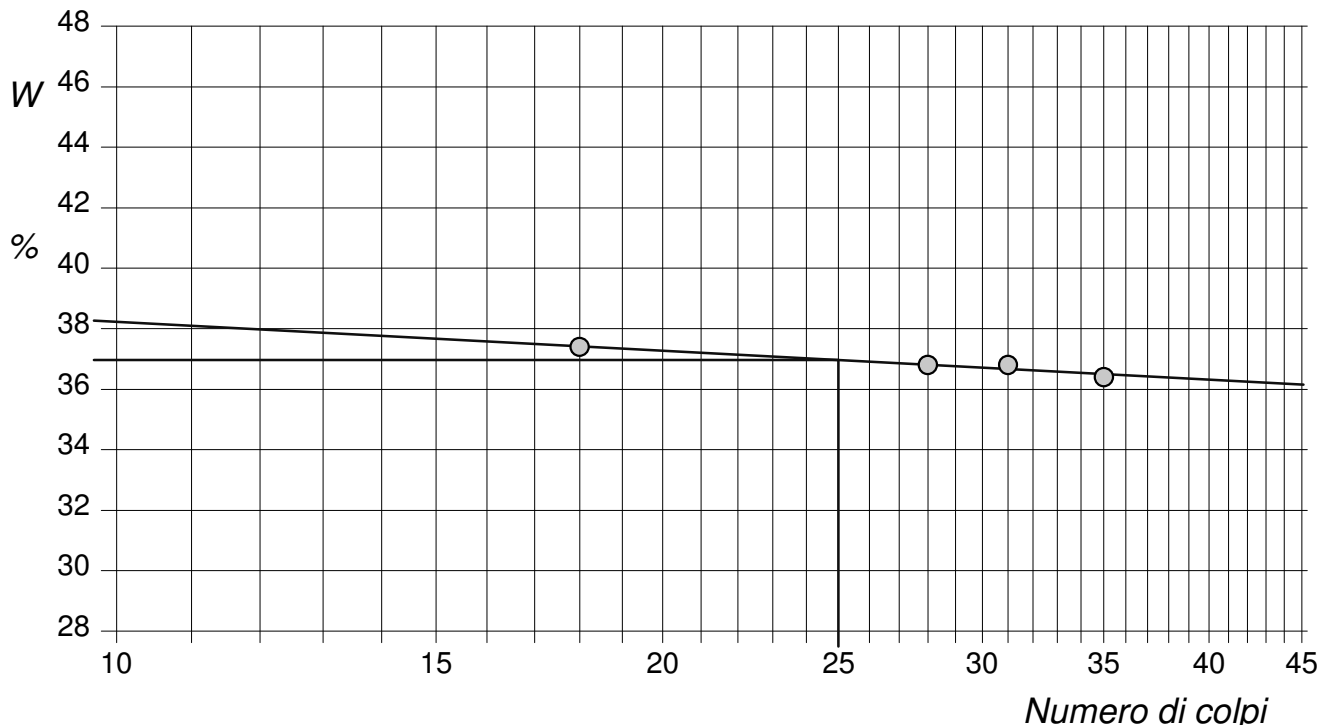
 La prova è stata eseguita sulla frazione
 granulometrica passante al setaccio
 n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	18	28	31	35		Umidità (%)	20.6	20.2
Umidità (%)	37.4	36.8	36.8	36.4		Umidità media	20.4	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla sabbioso di colore marrone

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06288	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 28/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 29/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV32	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 93 %

Limite di ritiro = 12.3 %

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06289 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

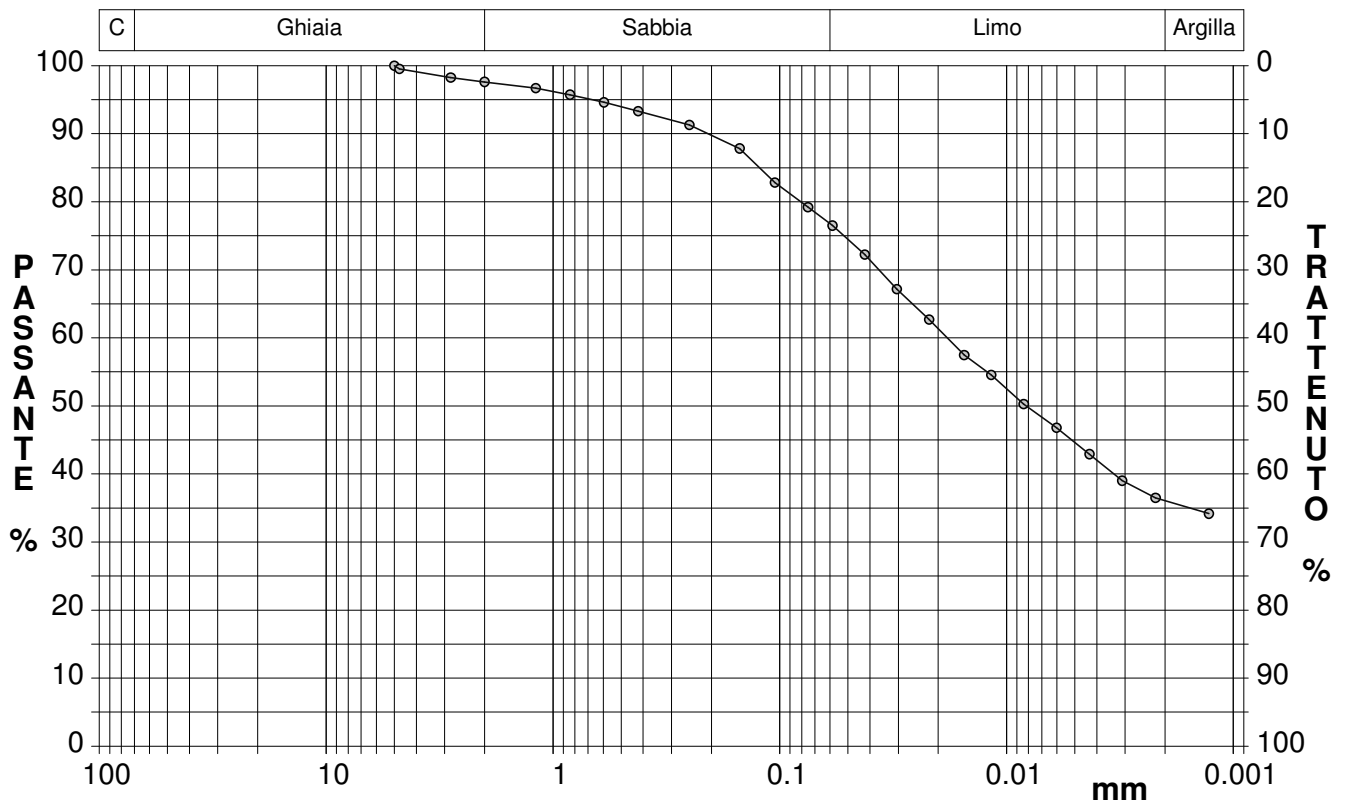
CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	2.4 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	97.6 %	D10	---	mm
Sabbia	20.8 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	93.3 %	D30	---	mm
Limo	40.7 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	79.2 %	D50	0.00818	mm
Argilla	36.1 %			D60	0.01825	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.20674 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
5.0000	100.00	0.8410	95.73	0.1050	82.84	0.0219	62.71	0.0043	42.90
4.7500	99.54	0.5950	94.61	0.0750	79.19	0.0154	57.46	0.0031	39.02
2.8200	98.24	0.4200	93.31	0.0585	76.49	0.0117	54.55	0.0022	36.50
2.0000	97.62	0.2500	91.28	0.0422	72.22	0.0084	50.28	0.0013	34.17
1.1900	96.69	0.1500	87.84	0.0305	67.17	0.0060	46.79		

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06290 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 16/11/23
Apertura campione: 06/11/23
Fine analisi: 30/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV32
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m ³)	19.98
Umidità (%)	20.6
Peso specifico	2.66
Altezza provino (cm)	2.00
Diametro provino (cm)	7.14
Sezione provino (cm ²)	40.01
Volume provino (cm ³)	80.01
Volume dei vuoti (cm ³)	29.11
Indice dei vuoti	0.57
Porosità (%)	36.38
Saturazione (%)	95.6

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI

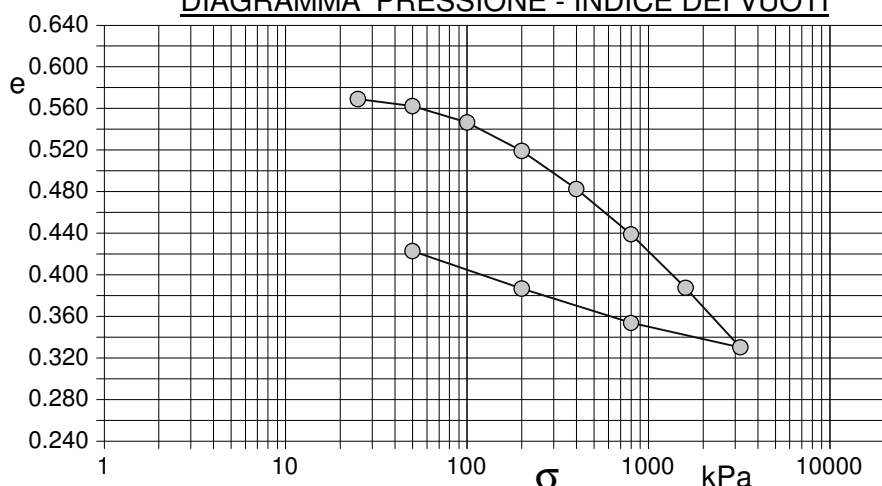
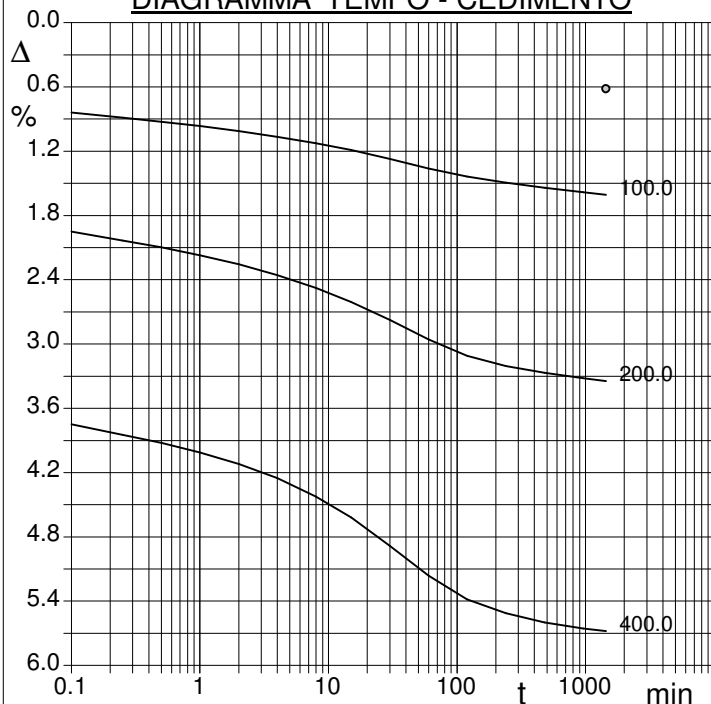


DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25.0	3.6	0.569	
50.0	12.3	0.562	0.023
100.0	32.1	0.547	0.052
200.0	66.9	0.519	0.091
400.0	113.6	0.483	0.122
800.0	169.1	0.439	0.145
1600.0	234.6	0.388	0.171
3200.0	307.4	0.330	0.190
800.0	277.6	0.354	
200.0	235.5	0.387	
50.0	189.8	0.423	

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06290	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 30/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV32	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	3.00-3.50	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	12.3	0.00	32.1	0.00	66.9		
0.10	16.8	0.10	39.0	0.10	75.0		
0.25	17.7	0.25	40.7	0.25	77.0		
0.50	18.5	0.50	42.0	0.50	78.5		
1.00	19.3	1.00	43.4	1.00	80.3		
2.00	20.2	2.00	45.1	2.00	82.4		
4.00	21.3	4.00	47.1	4.00	85.1		
8.00	22.5	8.00	49.5	8.00	88.5		
15.00	23.8	15.00	52.2	15.00	92.4		
30.00	25.4	30.00	55.5	30.00	97.7		
60.00	27.2	60.00	59.1	60.00	103.2		
120.00	28.7	120.00	62.2	120.00	107.7		
240.00	29.9	240.00	64.1	240.00	110.2		
480.00	30.8	480.00	65.4	480.00	112.0		
960.00	31.7	960.00	66.4	960.00	113.1		
1440.00	32.1	1440.00	66.9	1440.00	113.6		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06291 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20.2 20.1	20.4 19.8	20.8 19.7
Peso di volume (kN/m³):	19.8	19.6	19.6
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

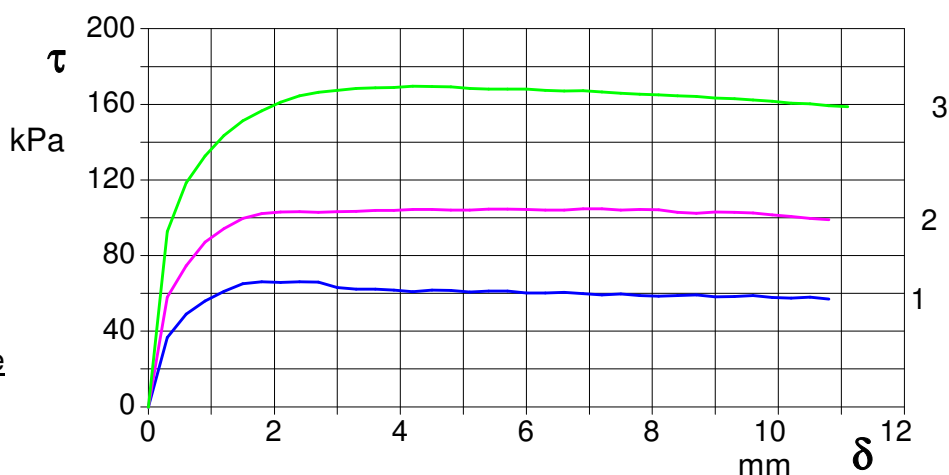
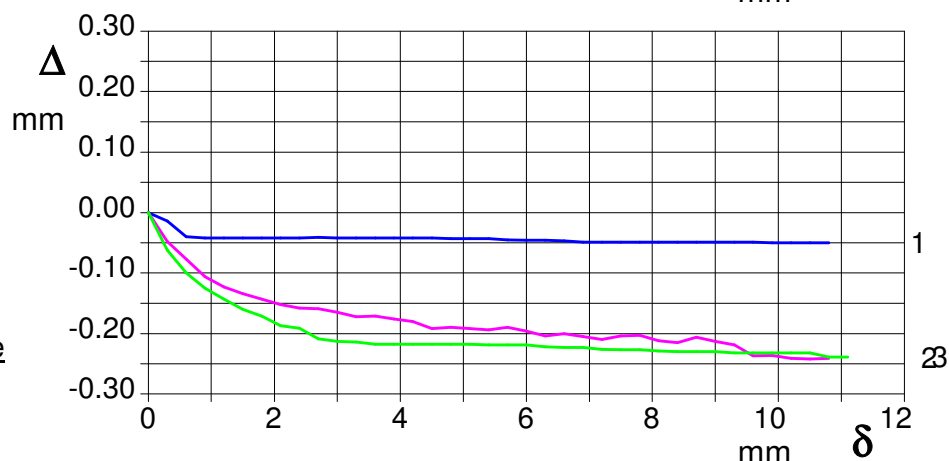


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con argilla sabbioso di colore marrone

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06291	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 15/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 06/11/23	Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 15/11/23

Apertura campione: 06/11/23

Fine analisi: 17/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV32

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 3.00-3.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	66	105	170
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	1.80 -0.04	7.20 -0.21	4.20 -0.22
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20.2 20.1	20.4 19.8	20.8 19.7
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.8 20.3	19.6 20.2	19.6 20.4
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	93.1 98.1	90.6 96.7	91.6 99.8

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 7.9 kPa

Angolo di attrito interno: 27.3 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta

Velocità di deformazione: 0.008 mm / min

Tempo di consolidazione (ore): 24

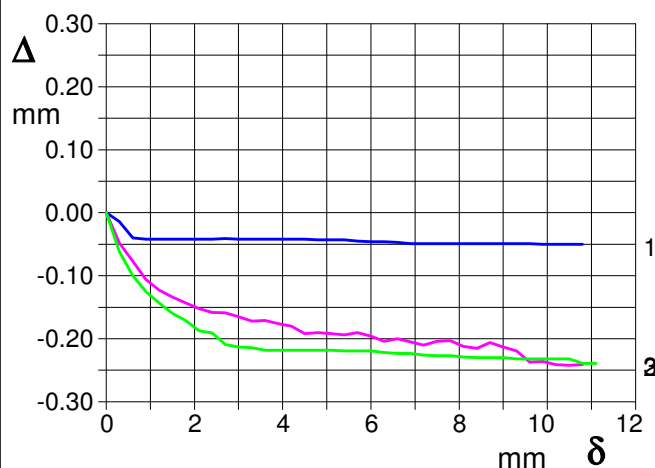
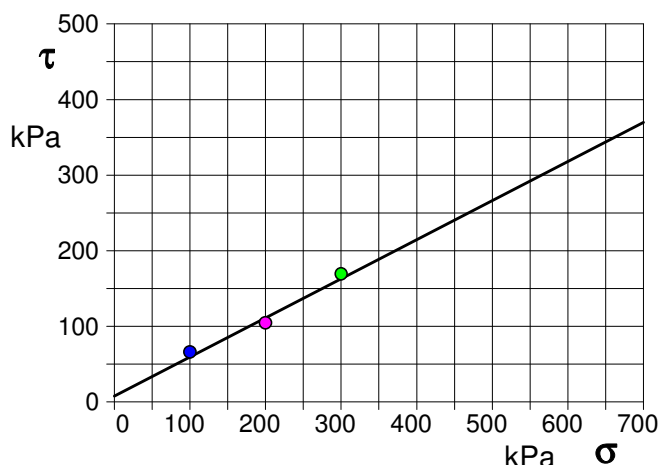


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

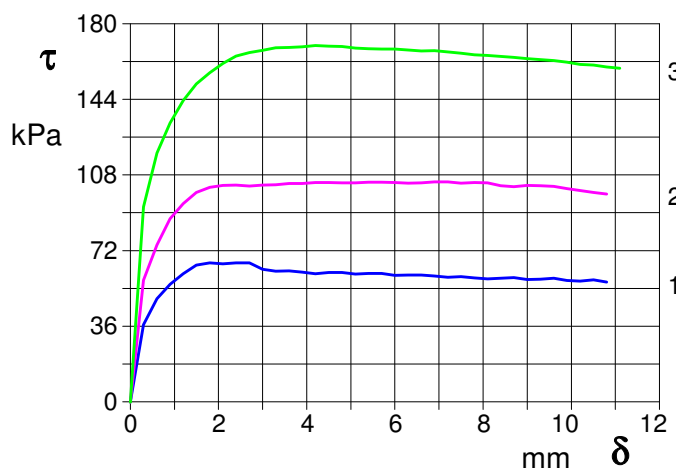


DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla sabbioso di colore marrone

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

MODULO RIASSUNTIVO

CARATTERISTICHE FISICHE

Umidità naturale	21.3	%
Peso di volume	19.5	kN/m ³
Peso di volume secco	16.1	kN/m ³
Peso di volume saturo	19.7	kN/m ³
Peso specifico	2.61	
Indice dei vuoti	0.590	
Porosità	37.1	%
Grado di saturazione	94.3	%
Limite di liquidità	36.5	%
Limite di plasticità	20.1	%
Indice di plasticità	16.4	%
Indice di consistenza	0.93	
Passante al set. n° 40	SI	
Limite di ritiro	13.4	%
CNR-UNI 10006/00		

ANALISI GRANULOMETRICA

Ghiaia	1.6	%
Sabbia	25.3	%
Limo	37.8	%
Argilla	35.3	%
D 10		mm
D 50	0.007200	mm
D 60	0.017303	mm
D 90	0.222430	mm
Passante set. 10	98.4	%
Passante set. 42	95.7	%
Passante set. 200	76.2	%

PERMEABILITA'

Coefficiente k cm/sec

COMPRESSIONE

σ	kPa	σ_{Rim}	kPa
C_u	kPa	$C_{u\ Rim}$	kPa

TAGLIO DIRETTO

Prova consolidata-lenta			
c'	12.9	kPa	ϕ' 25.8 °
c'_{Res}		kPa	ϕ'_{Res} °

COMPRESSIONE TRIASSIALE

C.D.	C_d	kPa	ϕ_d °
C.U.	C'_{cu}	kPa	ϕ'_{cu} °
	C_{cu}	kPa	ϕ_{cu} °
U.U.	C_u	kPa	ϕ_u °

PROVA EDOMETRICA

σ kPa	E kPa	C_v cm ² /sec	k cm/sec
25.0 ÷ 50.0	4492	---	---
50.0 ÷ 100.0	4175	---	---
100.0 ÷ 200.0	4658	---	---
200.0 ÷ 400.0	6578	---	---
400.0 ÷ 800.0	11609	---	---
800.0 ÷ 1600.0	20356	---	---
1600.0 ÷ 3200.0	39010	---	---

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06292** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 07/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

CONTENUTO D'ACQUA ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma ASTM D 2216

Wn = contenuto d'acqua allo stato naturale = 21.3 %

Struttura del materiale:

☒ Omogeneo☐ Stratificato☐ Caotico

Temperatura di essiccazione: 110 °C

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010**CERTIFICATO DI PROVA N°: 06293** Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 08/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 08/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PESO DI VOLUME ALLO STATO NATURALE

Modalità di prova: Norma BS 1377 T 15

Determinazione eseguita mediante fustella tarata**Peso di volume allo stato naturale = 19.5 kN/m³**

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06294	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 09/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 09/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV33	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

PESO SPECIFICO DEI GRANULI

Modalità di prova: Norma ASTM D 854

 γ_s = **Peso specifico dei granuli (media delle due misure) = 2.61** γ_{sc} = **Peso specifico dei granuli corretto a 20° = 2.61**Metodo: ☒ A ☐ B

Capacità del picnometro: 100 ml

Temperatura di prova: 21.1 °C

Disaerazione eseguita sotto vuoto

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06295 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 22/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 23/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

LIMITI DI CONSISTENZA LIQUIDO E PLASTICO

Modalità di prova: Norma ASTM D 4318

Limite di liquidità 36.5 %

Limite di plasticità 20.1 %

Indice di plasticità 16.4 %

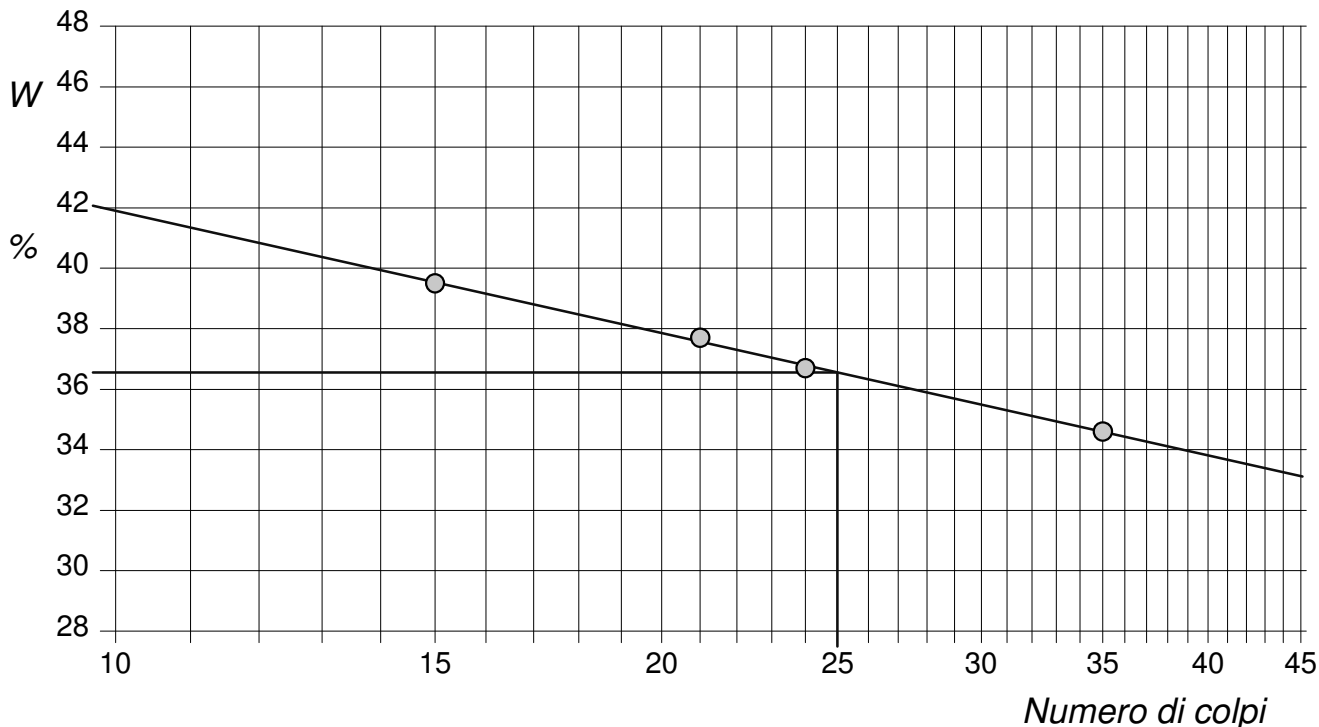
La prova è stata eseguita sulla frazione
granulometrica passante al setaccio
n° 40 (0.42 mm)

LIMITE DI LIQUIDITA'

LIMITE DI PLASTICITA'

Numero di colpi	15	21	24	35		Umidità (%)	20.2	19.9
Umidità (%)	39.5	37.7	36.7	34.6		Umidità media	20.1	

Determinazione del Limite di liquidità



Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

**GEORES srl**Via Marittima 406 - 03100 Frosinone
tel. 0775 871376 - fax. 0775 200685
laboratorio@geores.itAZIENDA CON
SISTEMA DI GESTIONE QUALITA'
UNI EN ISO 9001:2015
CERTIFICATO DA TUV AUSTRIACertificazione Ufficiale-Settore A e B- Prove di laboratorio su terre e rocce
AUTORIZZAZIONE MINISTERO INFRASTRUTTURE E TRASPORTI
Decreto 69/01-04-2021 - Circolare 7618/STC/2010

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06296	Pagina 1/1	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 27/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 28/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.			
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde			
SONDAGGIO: LV33	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50

LIMITE DI RITIRO

Materiale passante al setaccio n° 40 (0.420 mm): 96 %

Limite di ritiro = 13.4 %

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

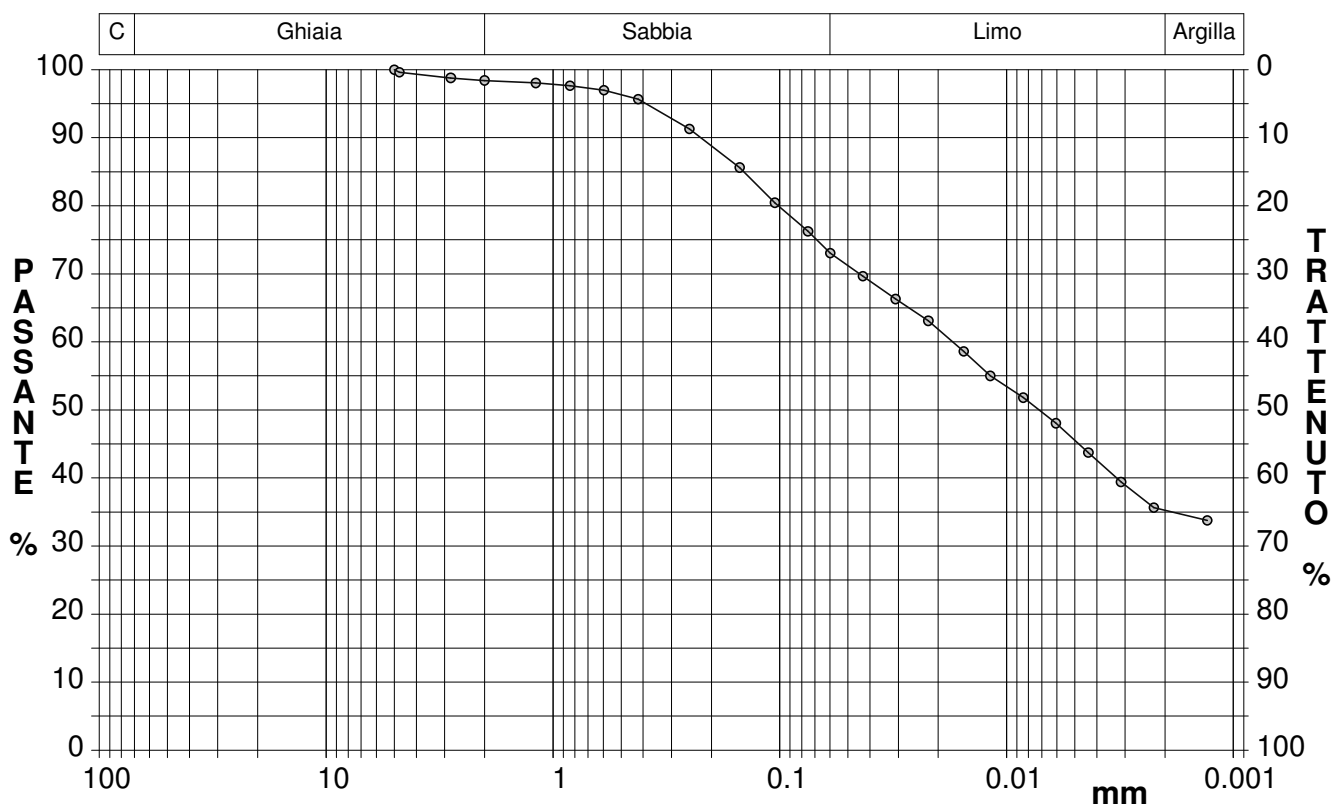
CERTIFICATO DI PROVA N°: 06297 Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23
DATA DI EMISSIONE: 04/12/23
Inizio analisi: 08/11/23
Apertura campione: 07/11/23
Fine analisi: 11/11/23
COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde
SONDAGGIO: LV33
CAMPIONE: C1
PROFONDITA': m 4.00-4.50

ANALISI GRANULOMETRICA

Modalità di prova: Norma D6913/D6913M - 17

Ghiaia	1.6 %	Passante setaccio 10 (2 mm)	98.4 %	D10	---	mm
Sabbia	25.3 %	Passante setaccio 40 (0.42 mm)	95.7 %	D30	---	mm
Limo	37.8 %	Passante setaccio 200 (0.075 mm)	76.2 %	D50	0.00720	mm
Argilla	35.3 %			D60	0.01730	mm
Coefficiente di uniformità		---	Coefficiente di curvatura	---	D90	0.22243 mm



Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %	Diametro mm	Passante %
5.0000	100.00	0.8410	97.65	0.1050	80.44	0.0221	63.09	0.0044	43.73
4.7500	99.62	0.5950	96.99	0.0750	76.23	0.0155	58.58	0.0031	39.41
2.8200	98.78	0.4200	95.66	0.0599	73.05	0.0118	55.01	0.0022	35.65
2.0000	98.41	0.2500	91.30	0.0430	69.67	0.0085	51.81	0.0013	33.77
1.1900	98.05	0.1500	85.62	0.0308	66.29	0.0061	48.05		

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06298 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 16/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 01/12/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

Caratteristiche del campione

Peso di volume (kN/m³) 19.79
Umidità (%) 20.8
Peso specifico 2.61

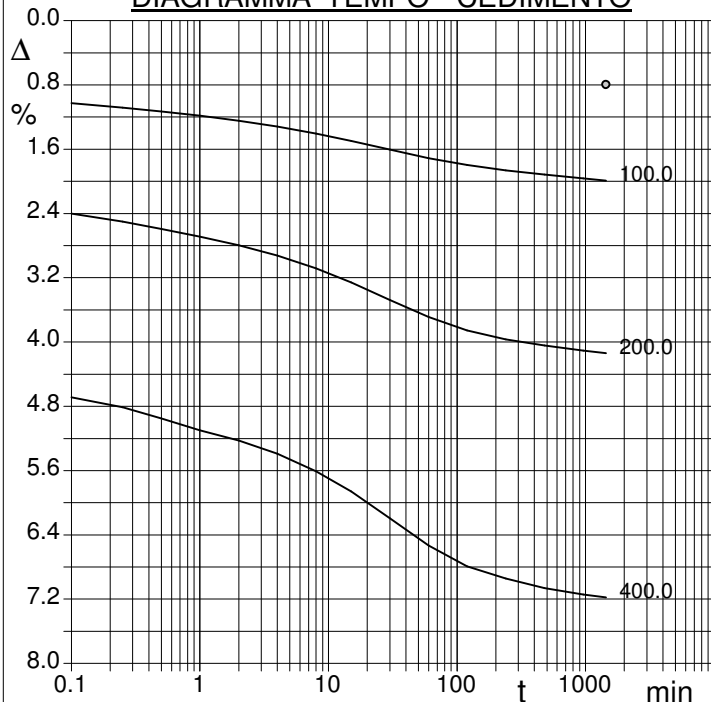
Altezza provino (cm) 2.00
Diametro provino (cm) 7.10
Sezione provino (cm²) 39.59
Volume provino (cm³) 79.18

Volume dei vuoti (cm³) 28.49
Indice dei vuoti 0.56
Porosità (%) 35.99
Saturazione (%) 96.4

DIAGRAMMA PRESSIONE - INDICE DEI VUOTI



DIAGRAMMA TEMPO - CEDIMENTO



Pressione kPa	Cedim. mm/100	Indice Vuoti	Cc
25.0	4.8	0.558	
50.0	15.9	0.550	0.029
100.0	39.8	0.531	0.062
200.0	82.8	0.497	0.111
400.0	143.6	0.450	0.158
800.0	212.5	0.396	0.179
1600.0	291.1	0.335	0.204
3200.0	373.1	0.271	0.213
800.0	342.4	0.295	
200.0	297.0	0.330	
50.0	248.9	0.368	

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06298	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 16/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 01/12/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.				
RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde				
SONDAGGIO: LV33	CAMPIONE: C1	PROFONDITA': m	4.00-4.50	

PROVA EDOMETRICA

Modalità di prova: Norma ASTM D 2435

LETTURE INTERMEDIE - TABELLE RIASSUNTIVE

Pressione 100.0 kPa		Pressione 200.0 kPa		Pressione 400.0 kPa		Pressione -- kPa	
Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100	Tempo minuti	Cedim. mm/100
0.00	15.9	0.00	39.8	0.00	82.8		
0.10	20.5	0.10	48.0	0.10	93.8		
0.25	21.7	0.25	50.0	0.25	96.2		
0.50	22.6	0.50	51.8	0.50	99.0		
1.00	23.6	1.00	53.8	1.00	102.0		
2.00	24.9	2.00	55.9	2.00	104.5		
4.00	26.3	4.00	58.5	4.00	107.8		
8.00	28.1	8.00	61.6	8.00	112.2		
15.00	29.9	15.00	65.1	15.00	117.2		
30.00	32.1	30.00	69.5	30.00	123.9		
60.00	34.3	60.00	73.8	60.00	130.7		
120.00	36.0	120.00	77.1	120.00	135.8		
240.00	37.3	240.00	79.3	240.00	138.9		
480.00	38.3	480.00	80.8	480.00	141.2		
960.00	39.3	960.00	82.1	960.00	142.9		
1440.00	39.8	1440.00	82.8	1440.00	143.6		

[illegible]

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06299 Pagina 1/2

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 08/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Tempo di consolidazione (ore):	24	24	24
Pressione verticale (kPa):	100.0	200.0	300.0
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20.1 21.1	20.9 20.6	20.5 18.6
Peso di volume (kN/m³):	19.3	19.0	19.5
Tipo di prova: Consolidata - lenta		Velocità di deformazione: 0.008 mm / min	

DIAGRAMMA
Tensione
Deformazione orizzontale

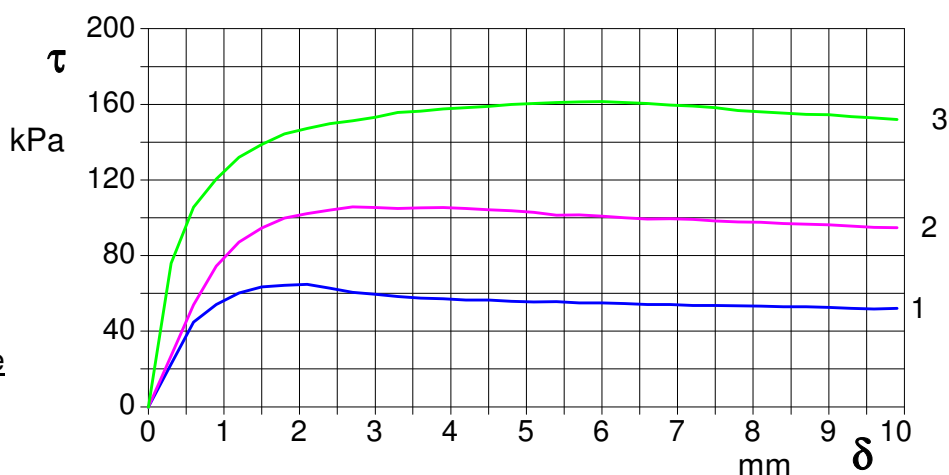
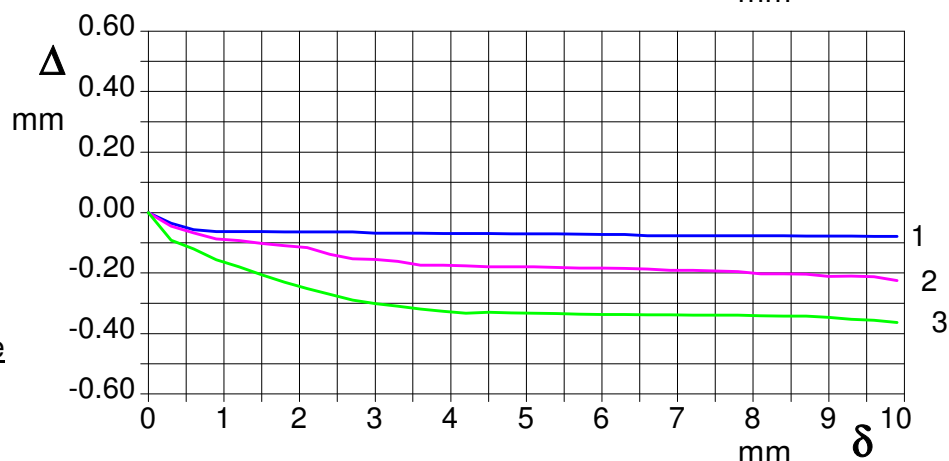


DIAGRAMMA
Deformazione verticale
Deformazione orizzontale



Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro

CERTIFICATO DI PROVA N°: 06299	Pagina 2/2	DATA DI EMISSIONE: 04/12/23	Inizio analisi: 08/11/23
VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23		Apertura campione: 07/11/23	Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

[illegible]

ALLEGATO PROVA DI TAGLIO DIRETTO Pagina 1/1

VERBALE DI ACCETTAZIONE N°: 338 del 26/10/23

DATA DI EMISSIONE: 04/12/23

Inizio analisi: 08/11/23

Apertura campione: 07/11/23

Fine analisi: 10/11/23

COMMITTENTE: Ecocantieri S.r.l.

RIFERIMENTO: Comune di Bologna - Linea Verde

SONDAGGIO: LV33

CAMPIONE: C1

PROFONDITA': m 4.00-4.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO

Modalità di prova: Norma ASTM D 3080

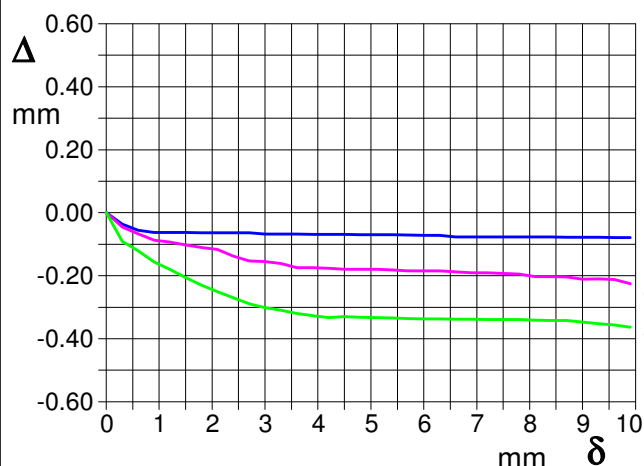
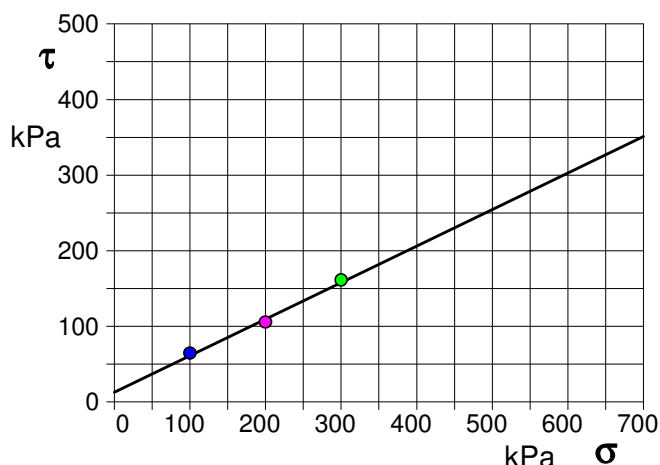
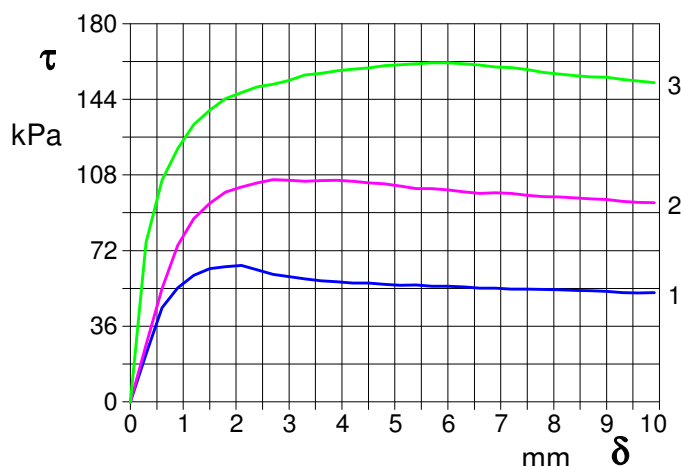
Provino n°:	1	2	3
Condizione del provino:	Indisturbato	Indisturbato	Indisturbato
Pressione verticale (kPa):	100	200	300
Tensione a rottura (kPa):	65	106	161
Deformazione orizzontale e verticale a rottura (mm):	2.10 -0.06	2.70 -0.15	6.00 -0.34
Umidità iniziale e umidità finale (%):	20.1 21.1	20.9 20.6	20.5 18.6
Peso di volume iniziale e finale (kN/m³):	19.3 19.9	19.0 19.8	19.5 20.4
Grado di saturazione iniziale e finale (%):	88.8 99.2	87.1 96.7	91.6 99.0

DIAGRAMMA

Tensione - Pressione verticale

Coesione: 12.9 kPa
Angolo di attrito interno: 25.8 °

Tipo di prova: Consolidata - lenta
Velocità di deformazione: 0.008 mm / min
Tempo di consolidazione (ore): 24


DIAGRAMMA Deform. vert. - Deform. orizz.

DIAGRAMMA Tensione - Deformaz. orizz.

Limo con argilla e sabbia di colore marrone-grigiastro



ECOCANTIERI S.r.l.
SERVIZI GEOTECNICI E GEOAMBIENTALI

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO 6_ INDAGINI D.H.

Committente: Comune di Bologna

**Cantiere: Sondaggi preliminari Archeologici e Geologici per
progettazione Linea Verde Tranvia**

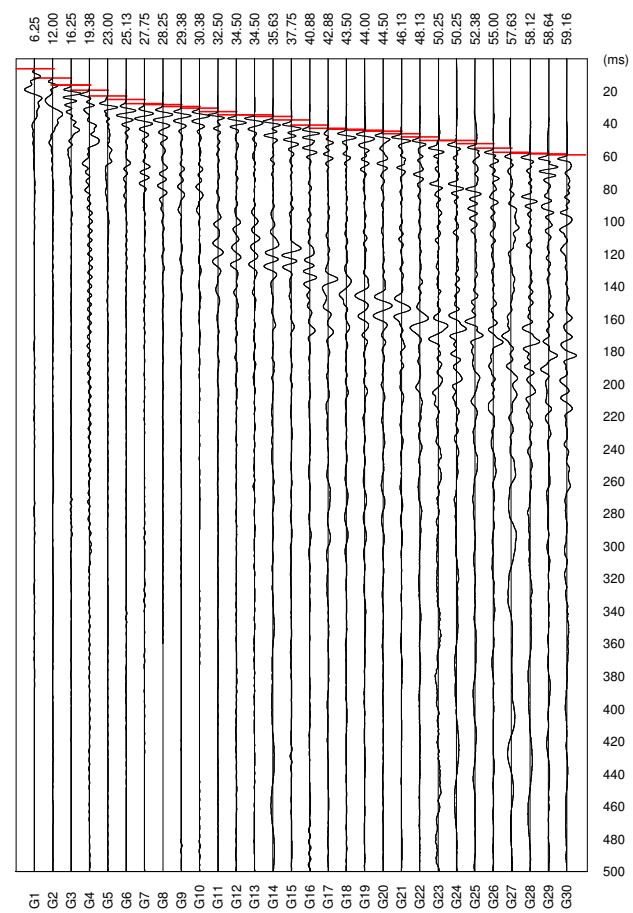
Oggetto: Indagini geognostiche

CIG: 9923964A28

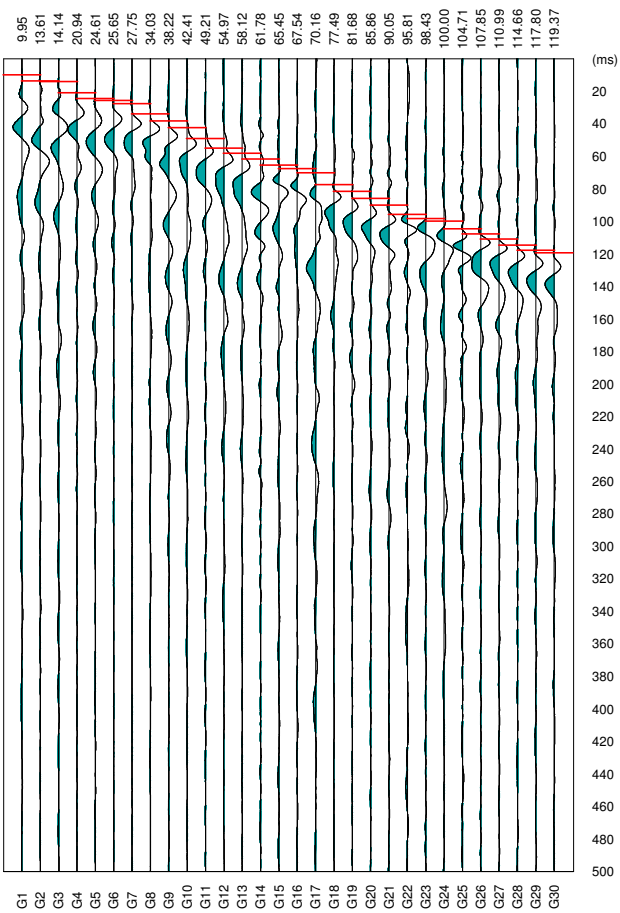
CUP: F31D21000020001



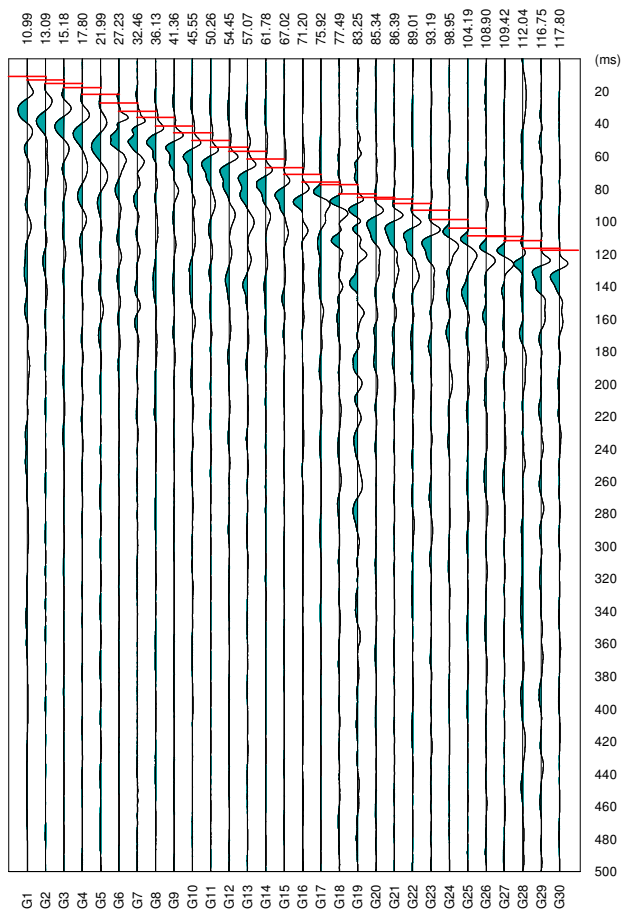
DH_LV1



Primi arrivi onde P



Primi arrivi onde Sx

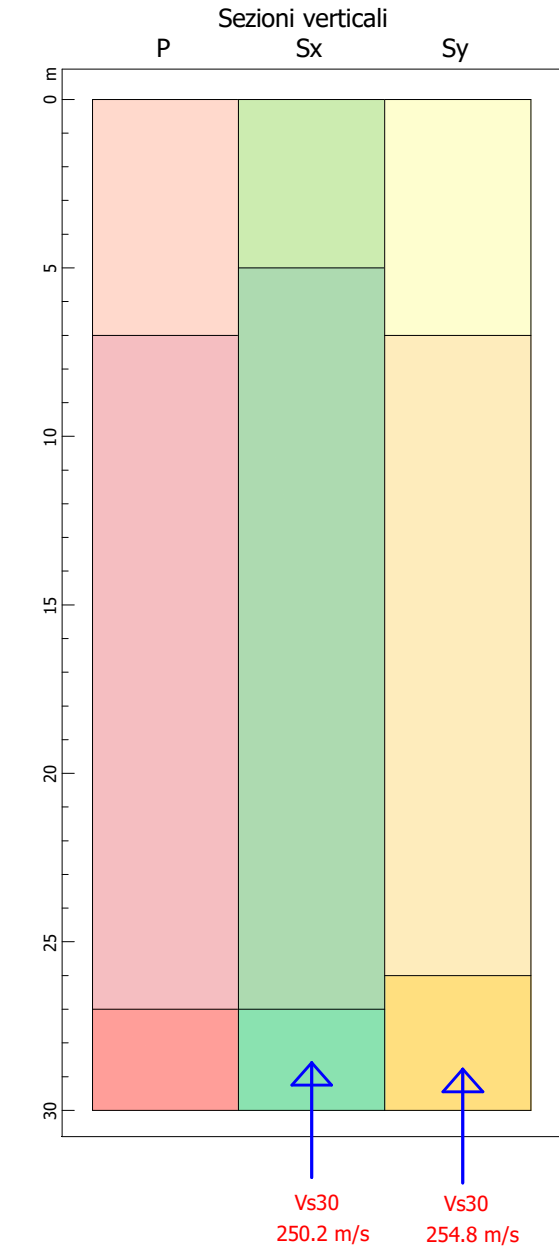
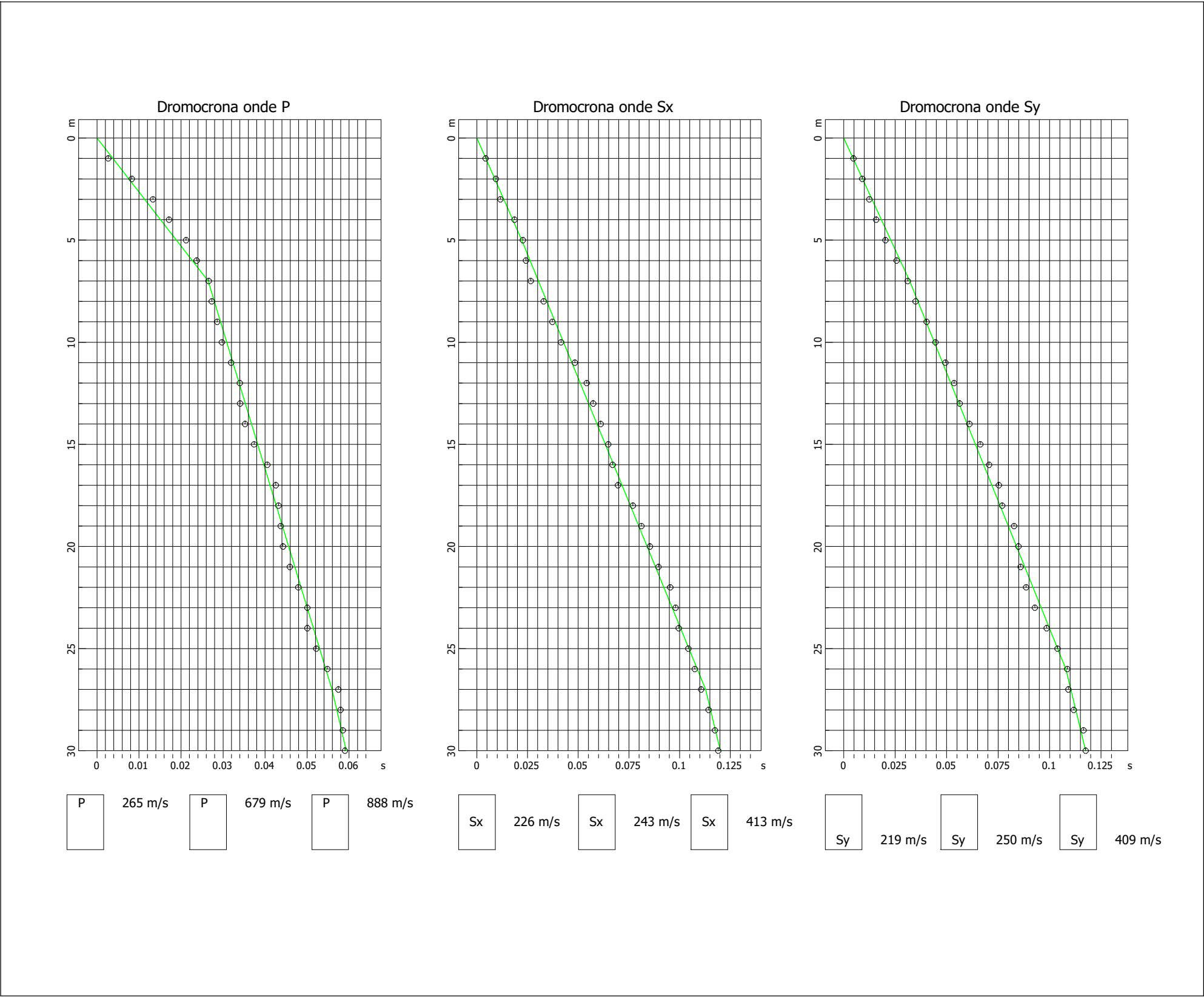


Primi arrivi onde Sy

DH_LV1

RICERCA DEI PRIMI ARRIVI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"

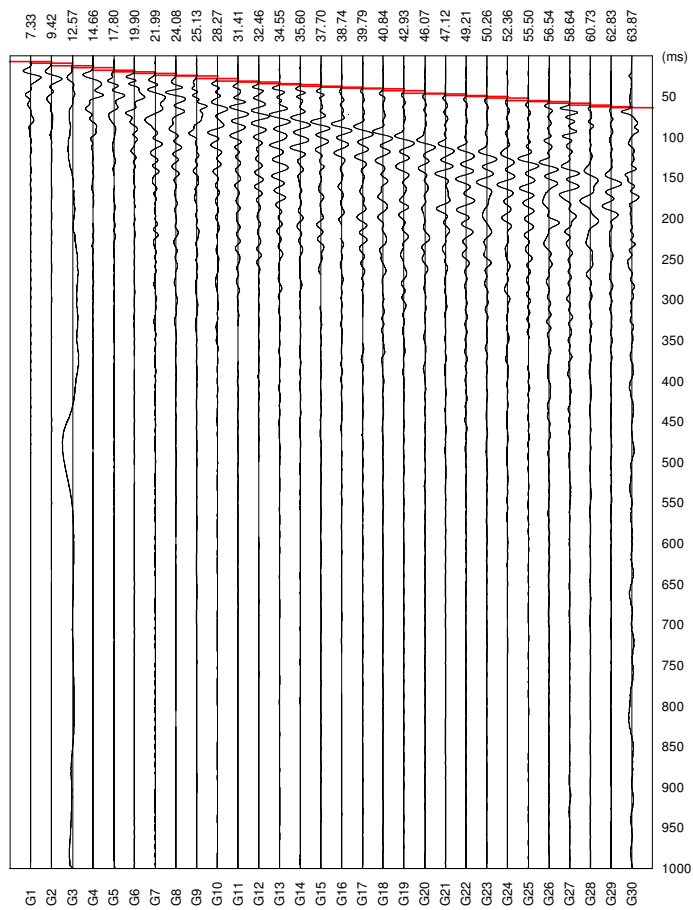
Committente: COMUNE DI BOLOGNA



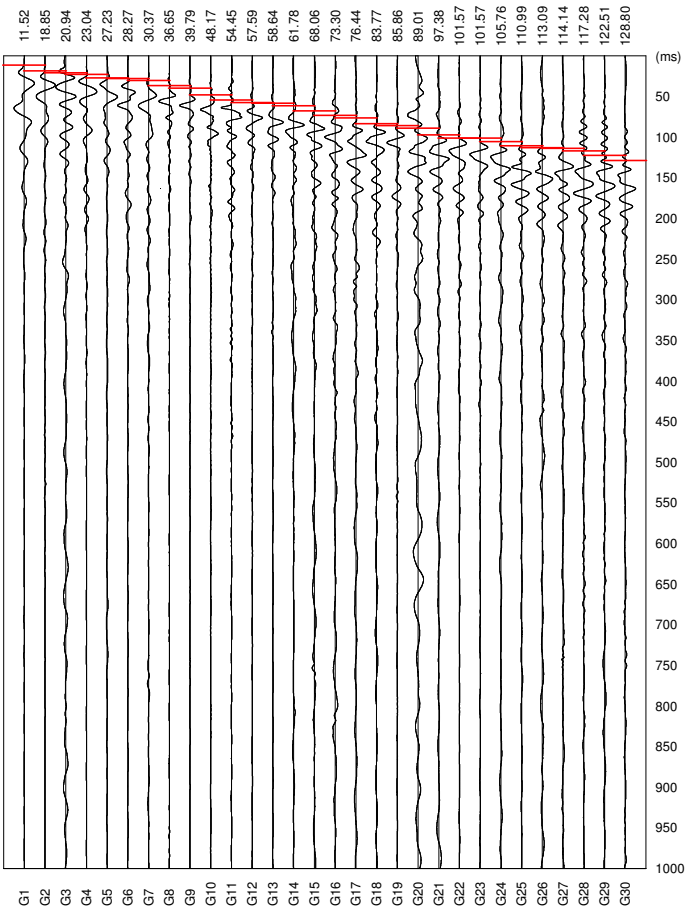
DH_LV1
DROMOCRONE E SEZIONI VERTICALI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"



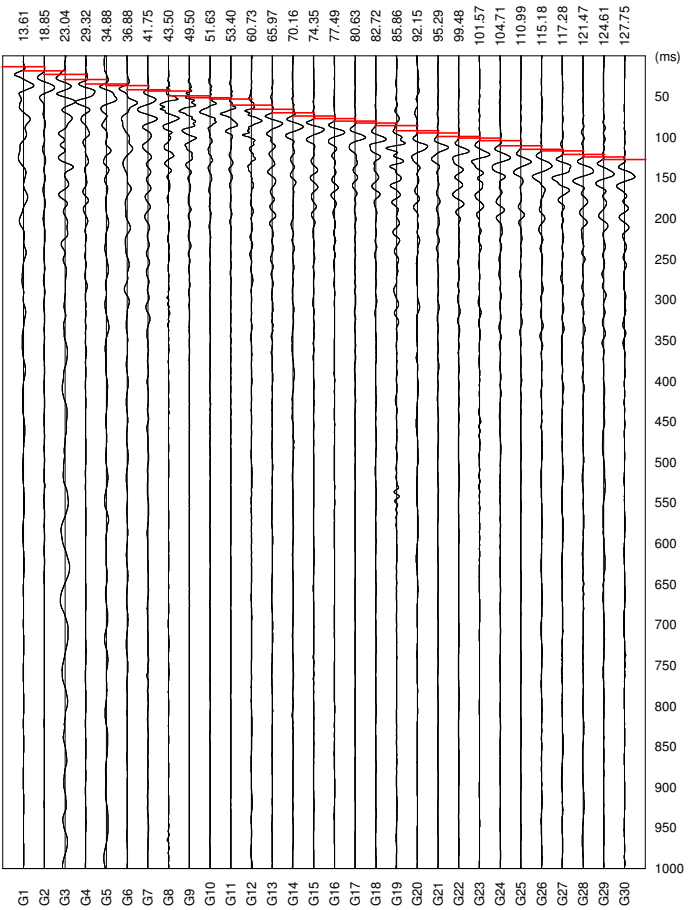
DH_LV11



Primi arrivi onde P



Primi arrivi onde Sx



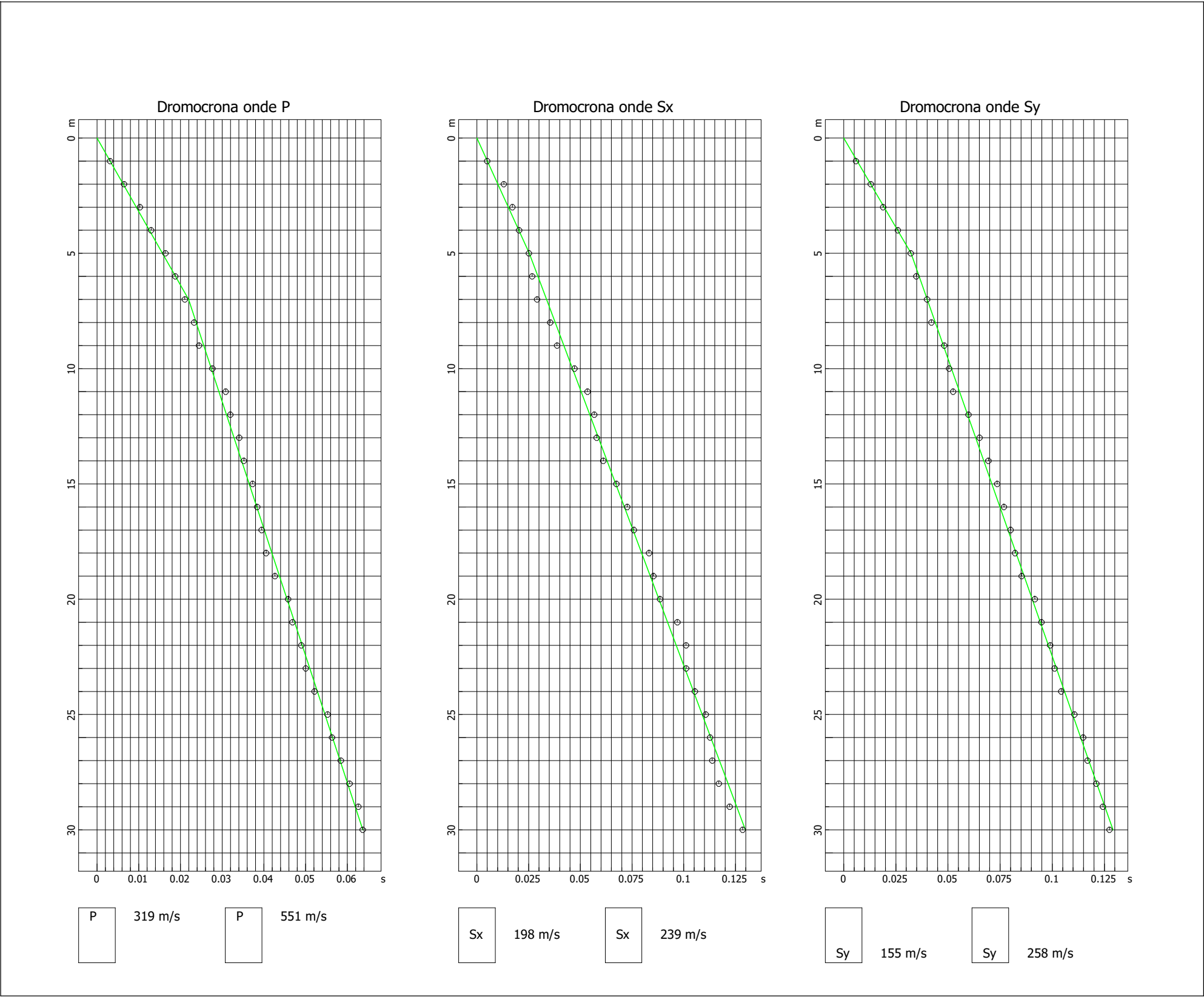
Primi arrivi onde Sy

DH_LV11

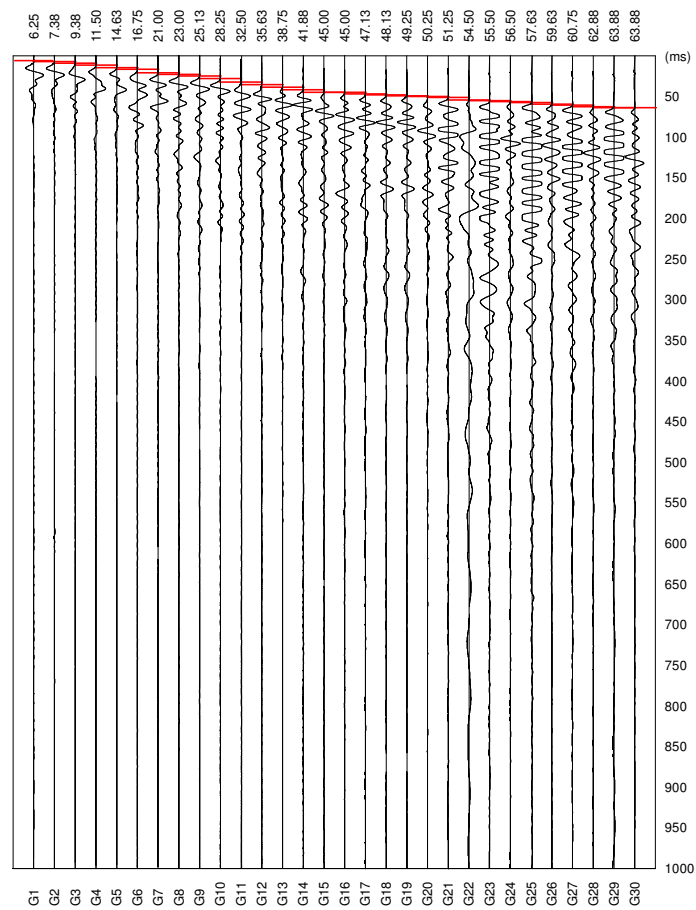
RICERCA DEI PRIMI ARRIVI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

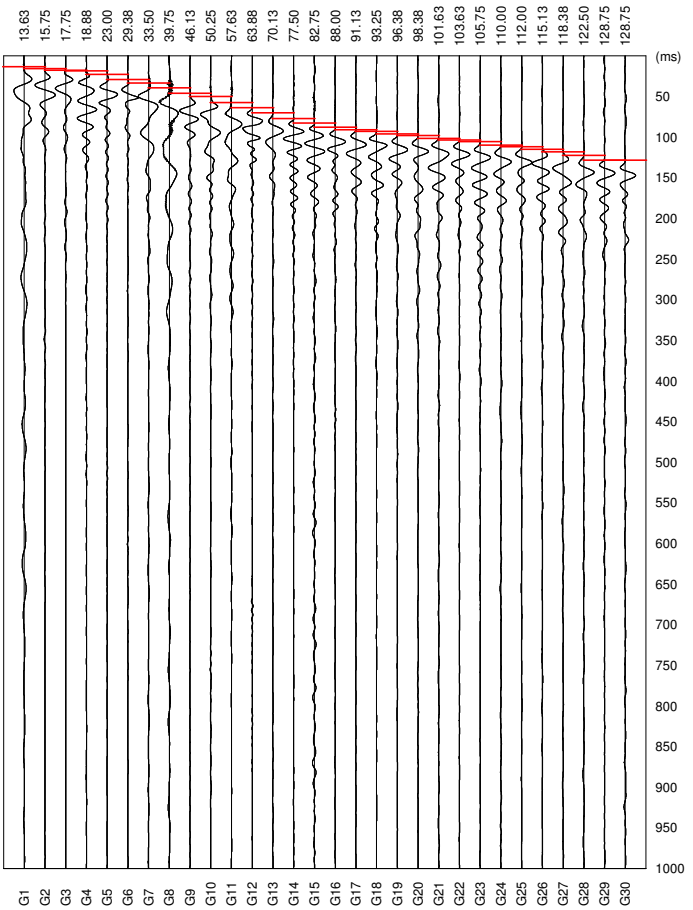
Committente: COMUNE DI BOLOGNA



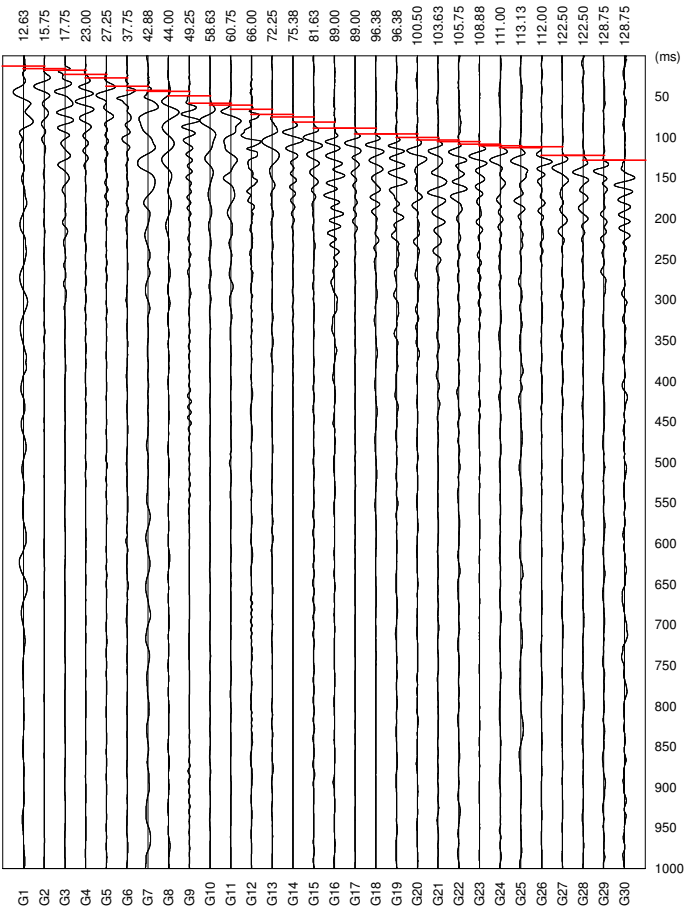
DH_LV20



Primi arrivi onde P



Primi arrivi onde Sx



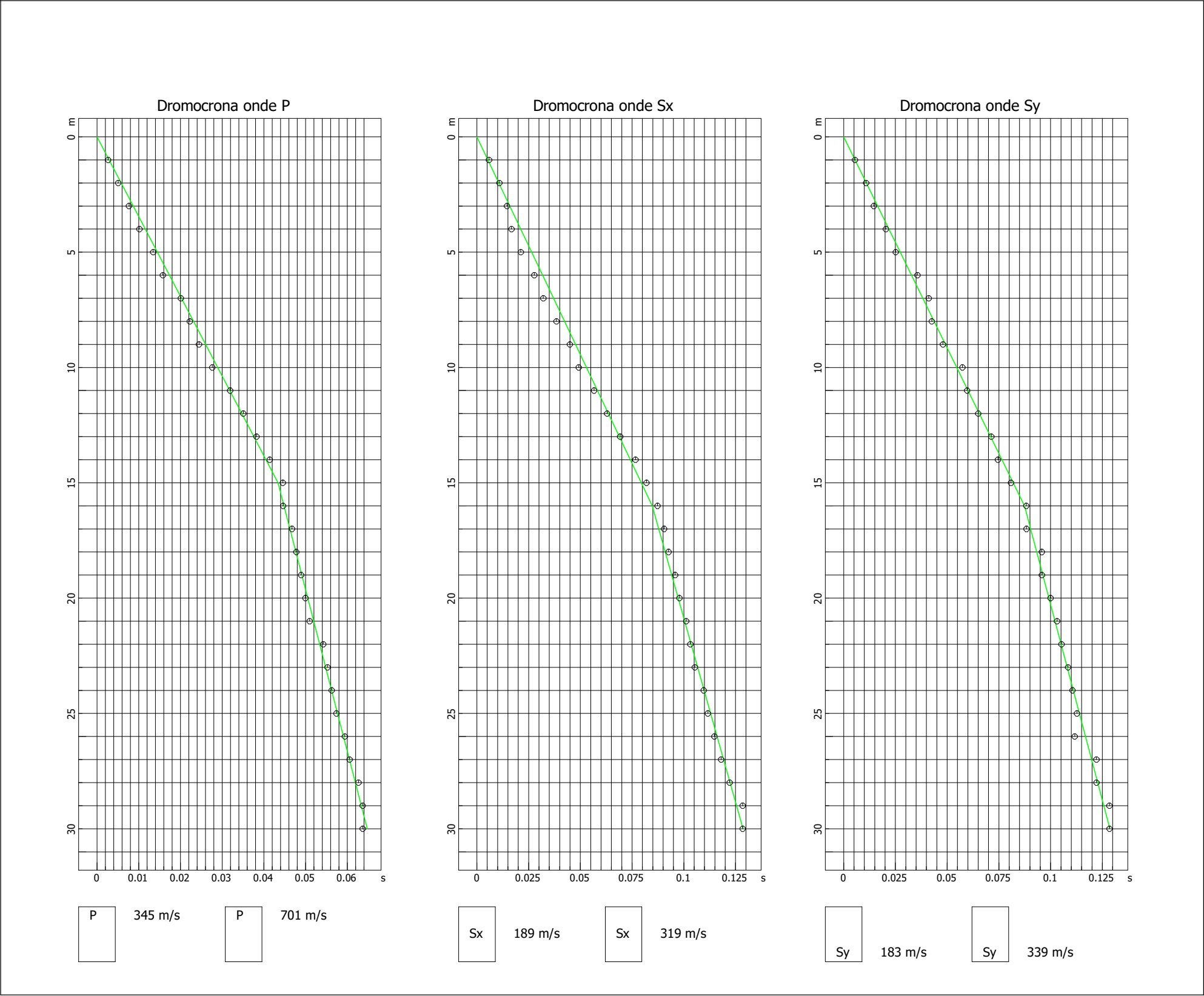
Primi arrivi onde Sy

DH_LV20

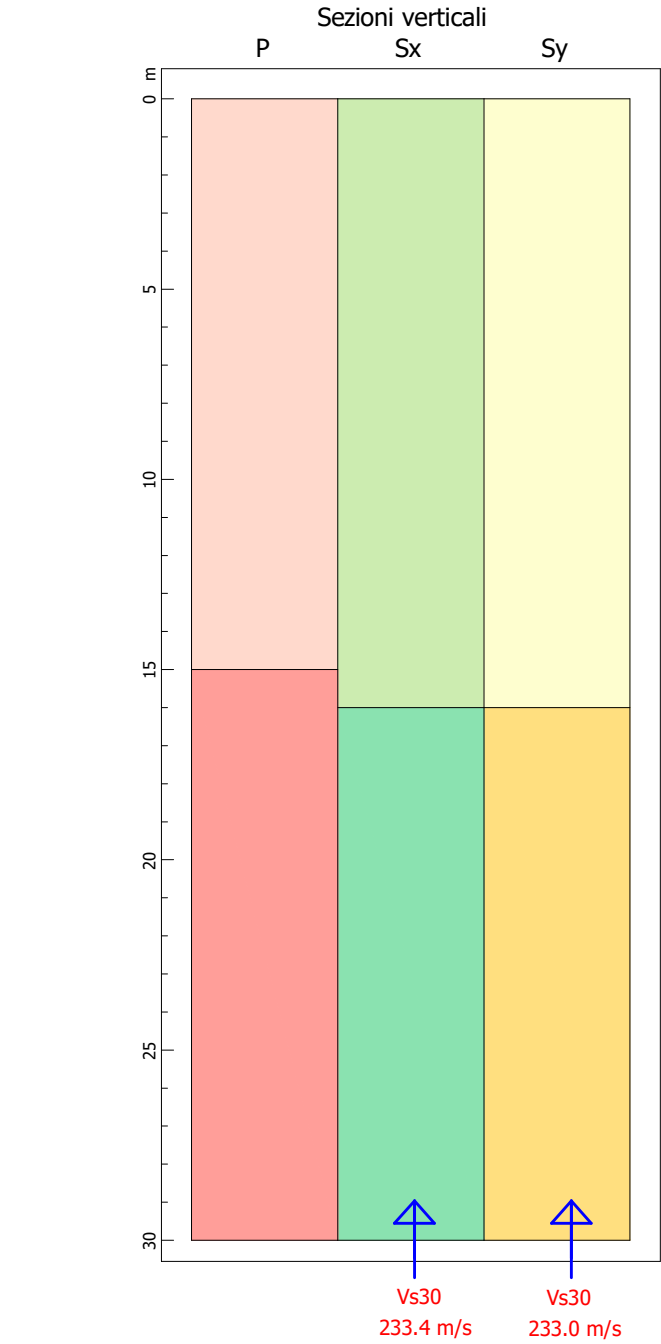
RICERCA DEI PRIMI ARRIVI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

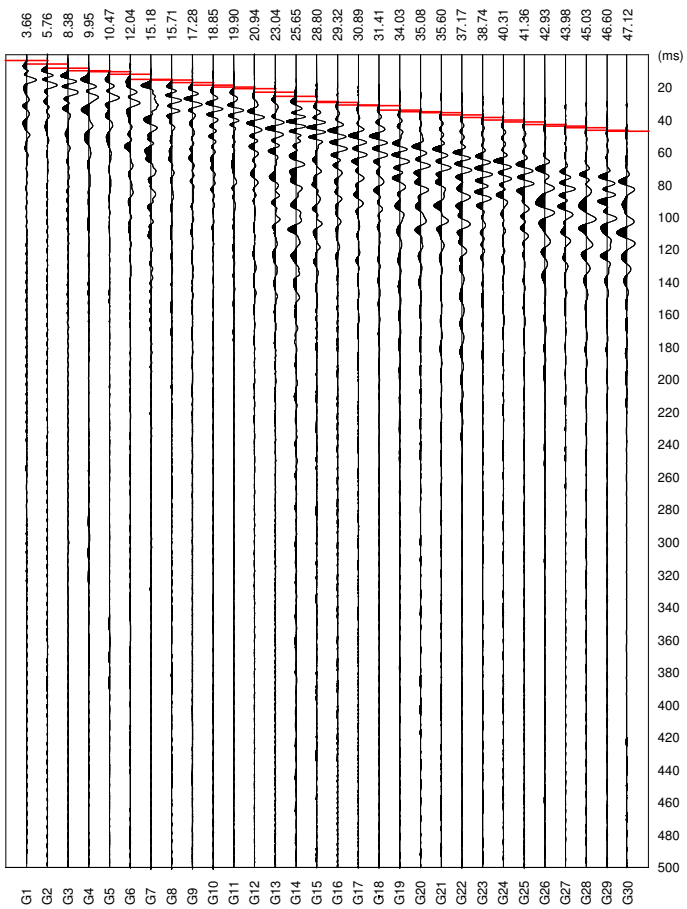
Committente: COMUNE DI BOLOGNA



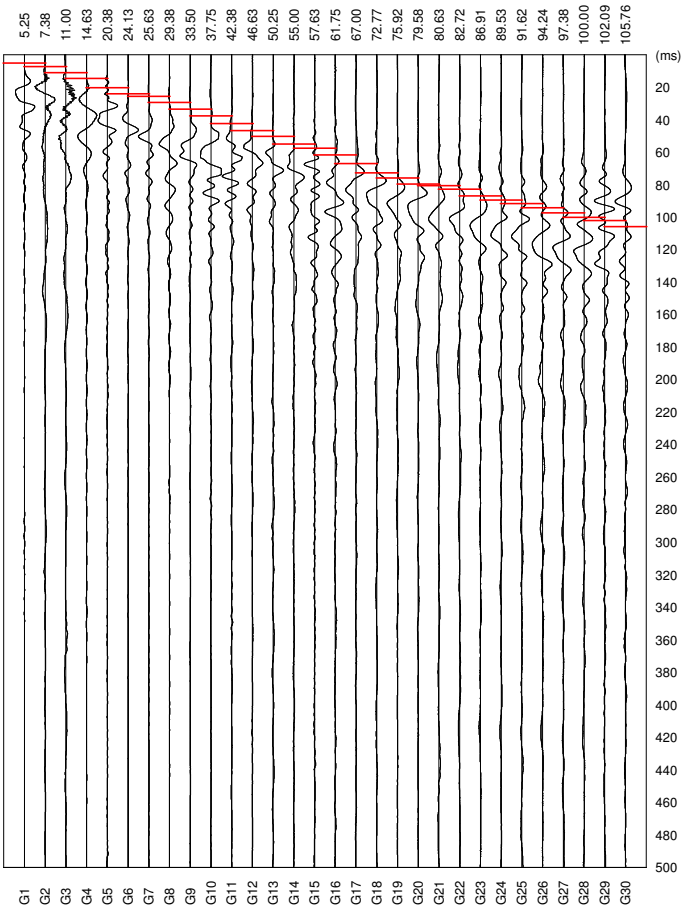
DH_LV20
DROMOCRONE E SEZIONI VERTICALI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"



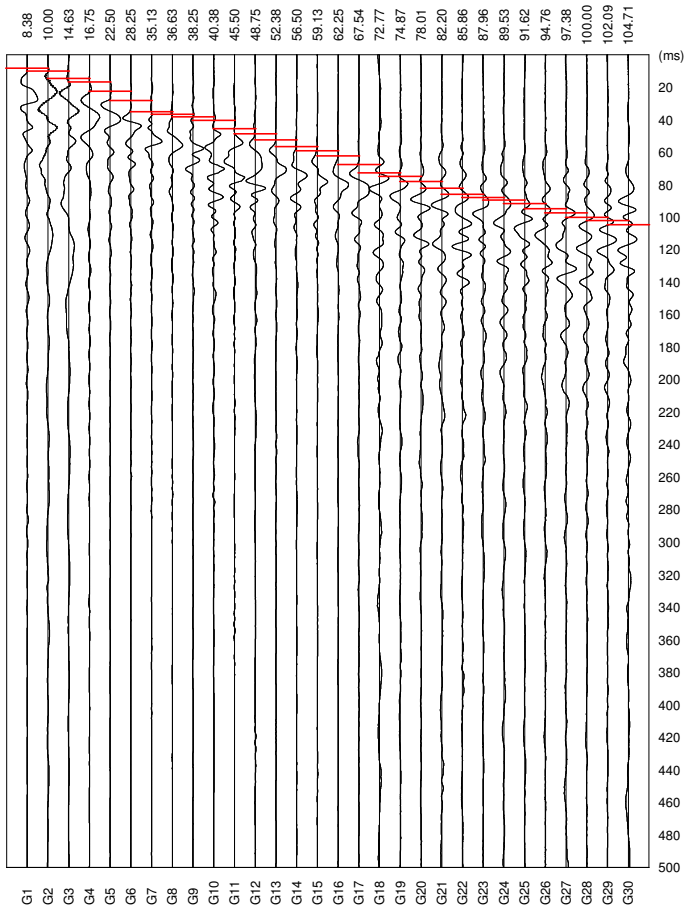
DH_LV29



Primi arrivi onde P



Primi arrivi onde Sx

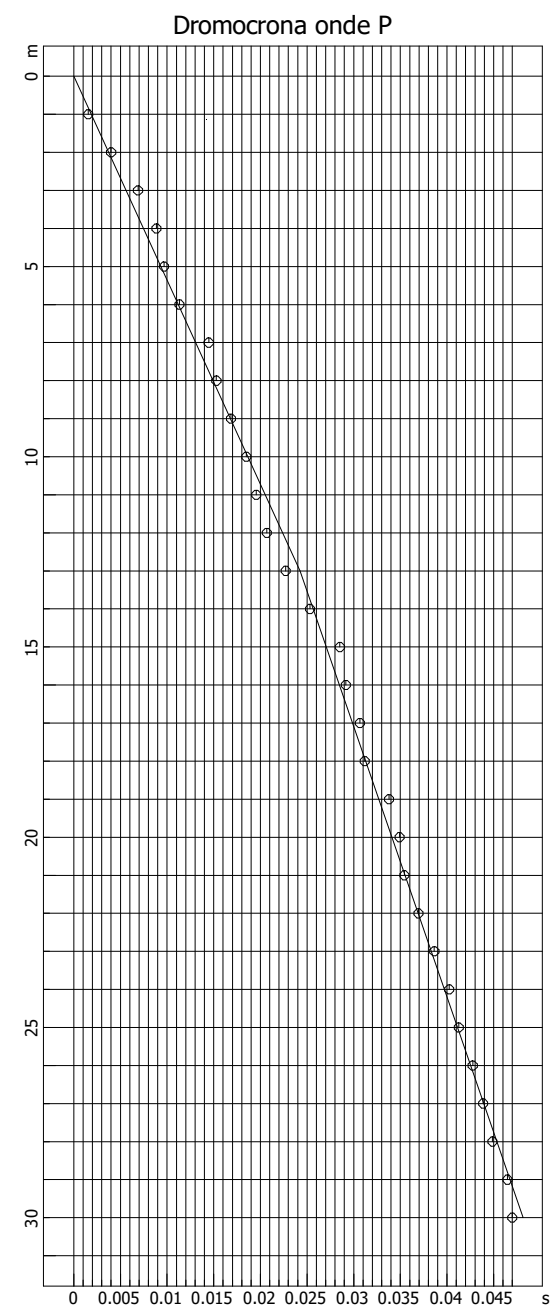


Primi arrivi onde Sy

DH_LV29

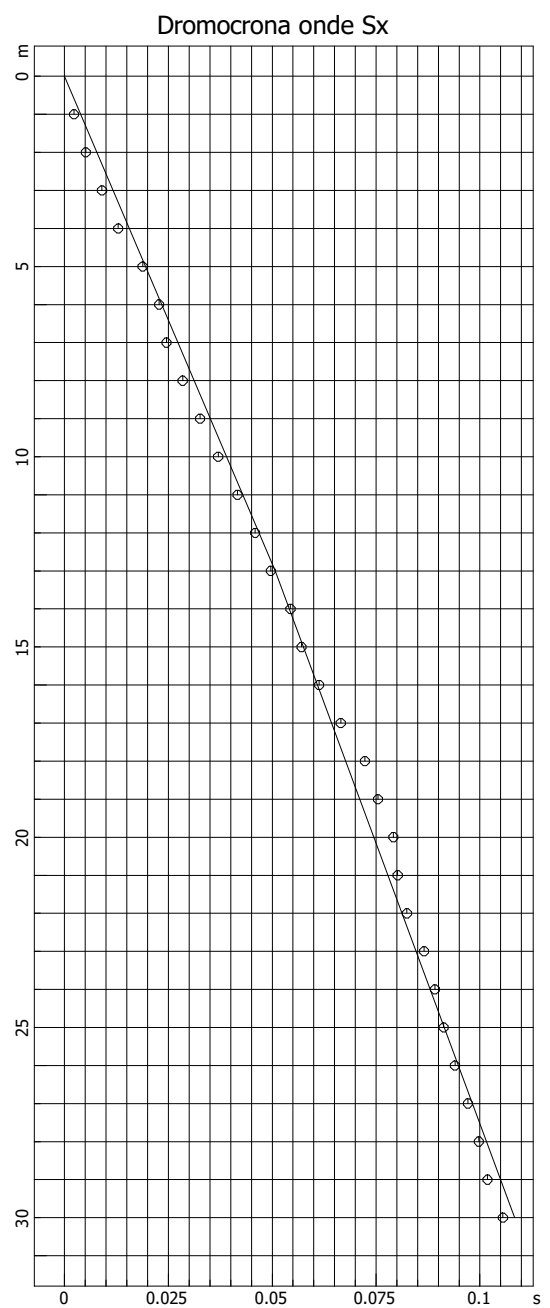
RICERCA DEI PRIMI ARRIVI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"

Committente: COMUNE DI BOLOGNA



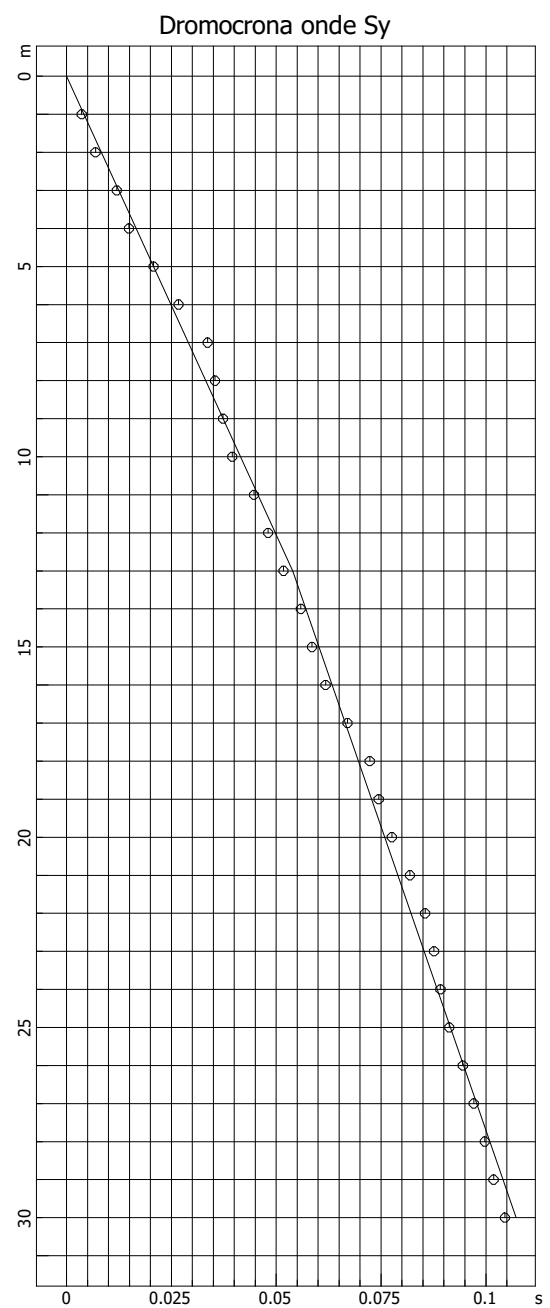
P 536 m/s

P 711 m/s



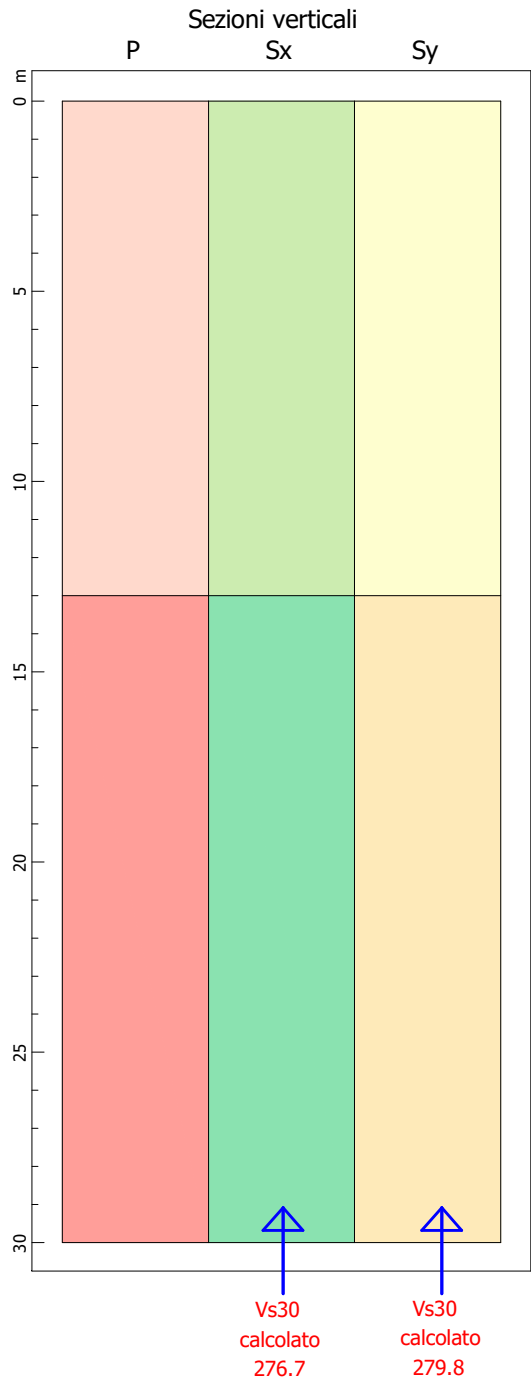
Sx 256 m/s

Sx 295 m/s



Sy 241 m/s

Sy 319 m/s

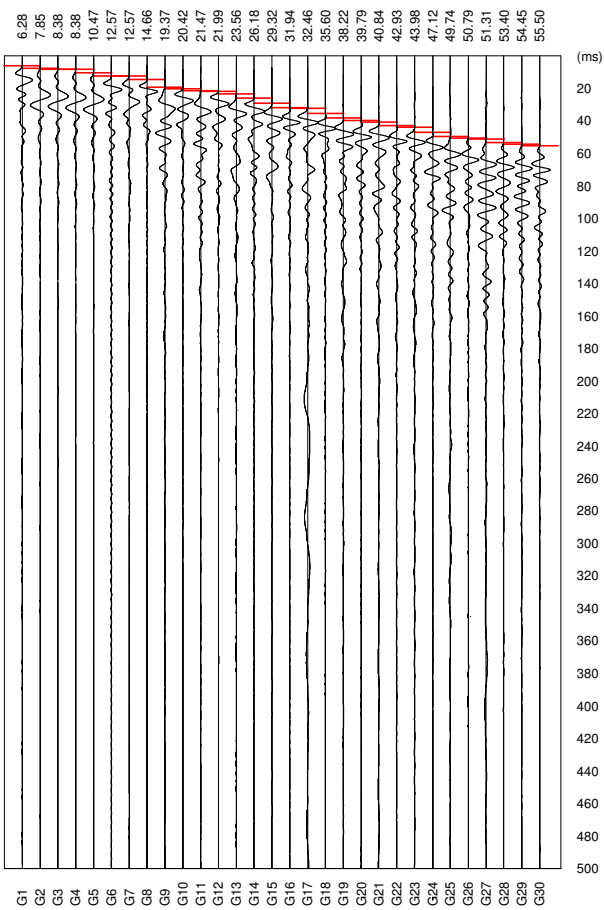


Documentazione fotografica - DH_LV29

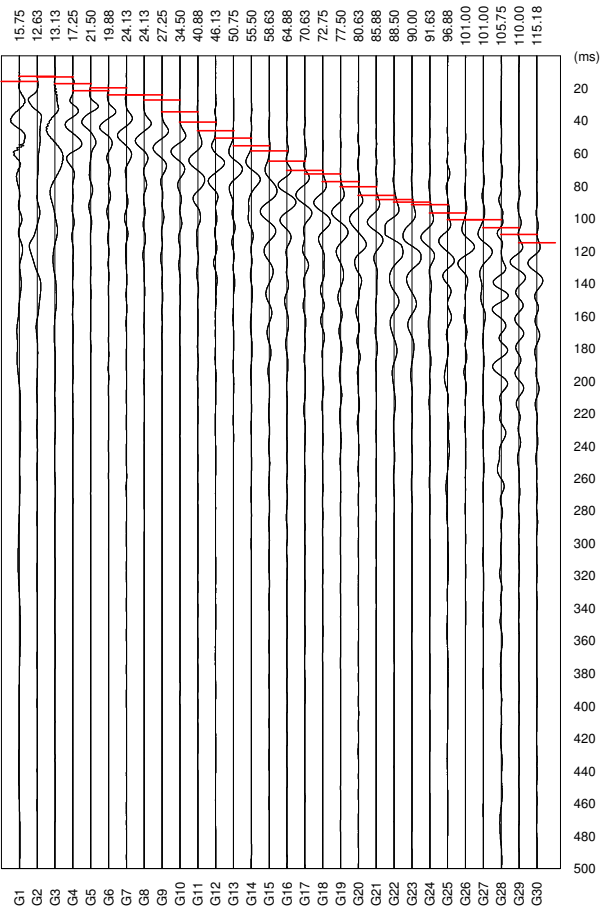


DH_LV29
DROMOCRONE E SEZIONI VERTICALI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"

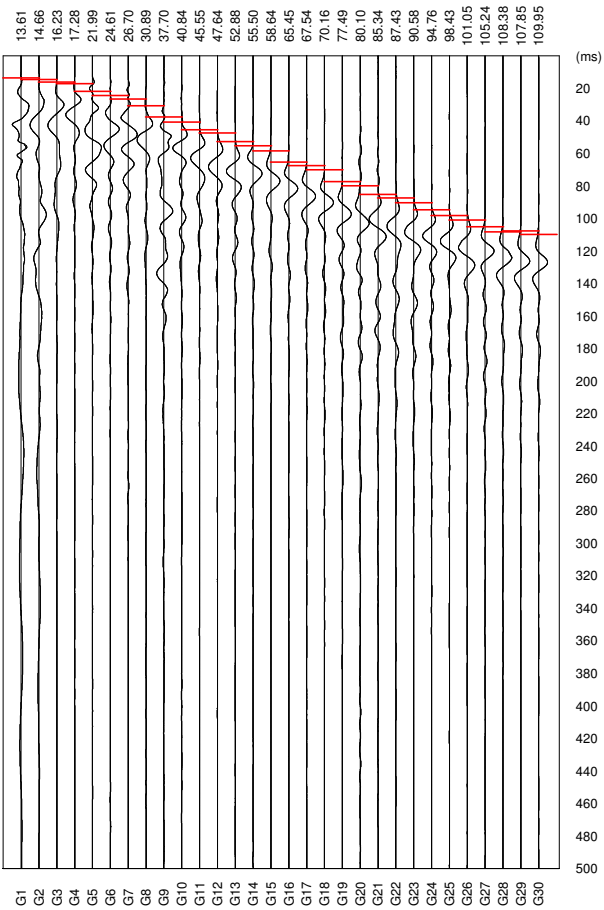
DH_LV33



Primi arrivi onde P



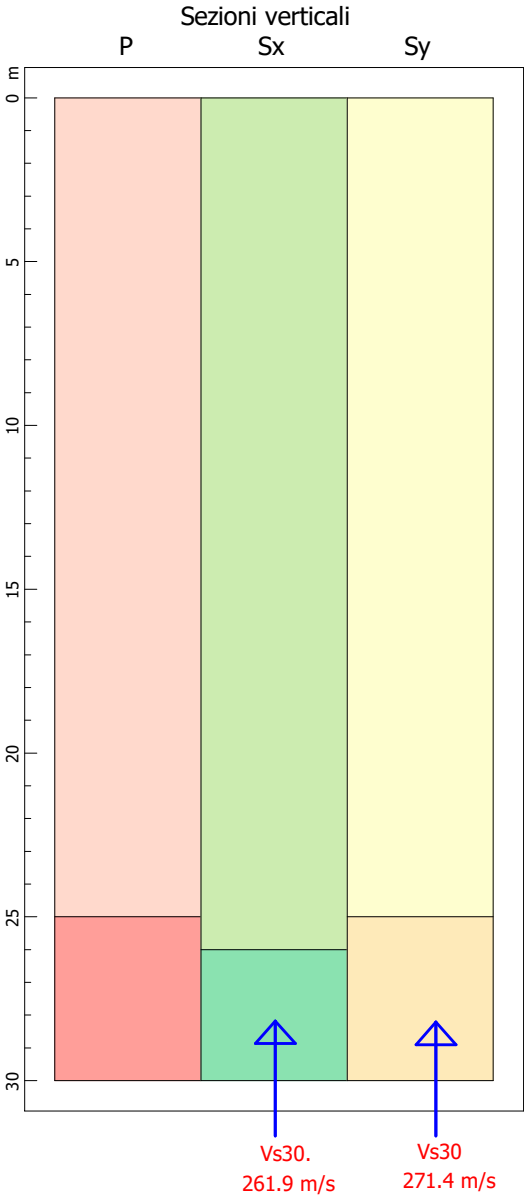
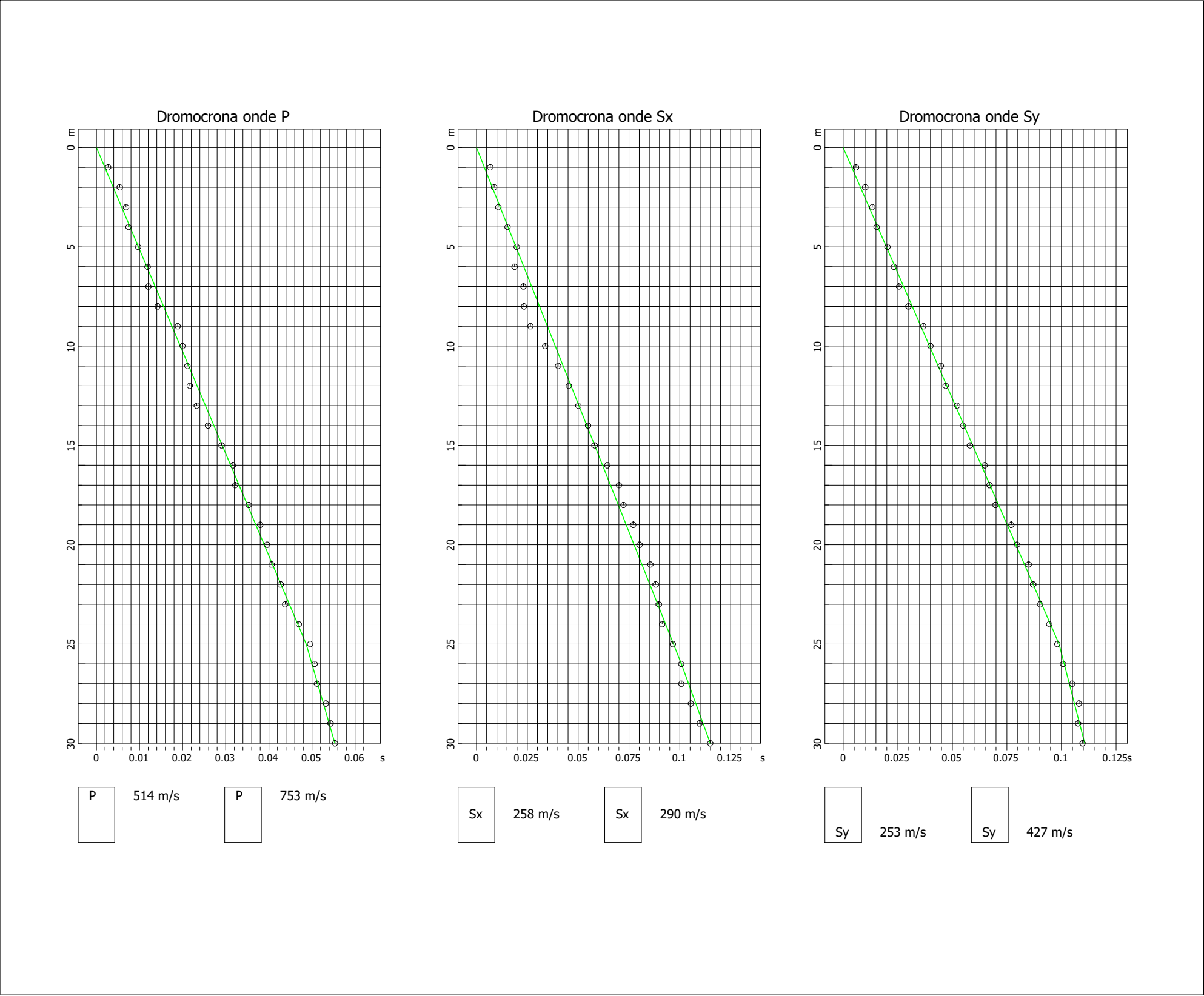
Primi arrivi onde Sx



Primi arrivi onde Sy

DH_LV33
RICERCA DEI PRIMI ARRIVI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"

Committente: COMUNE DI BOLOGNA



Documentazione fotografica - DH_LV33



DH_LV33
DROMOCRONE E SEZIONI VERTICALI DELLE ONDE "P" e "Sx" e "Sy"



ECOCANTIERI S.r.l.
SERVIZI GEOTECNICI E GEOAMBIENTALI

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO 5_ INDAGINI MASW

Committente: Comune di Bologna

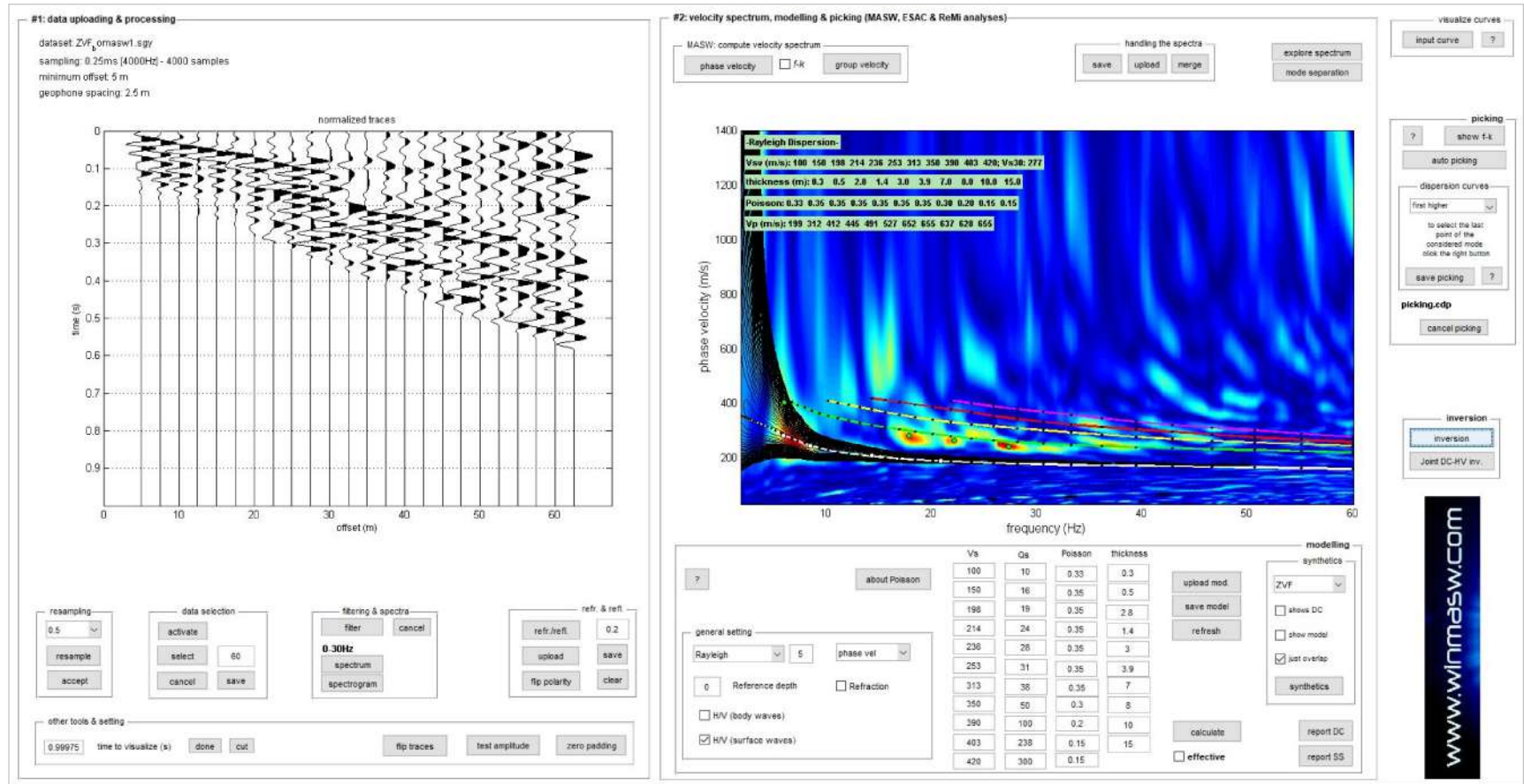
**Cantiere: Sondaggi preliminari Archeologici e Geologici per
progettazione Linea Verde Tranvia**

Oggetto: Indagini geognostiche

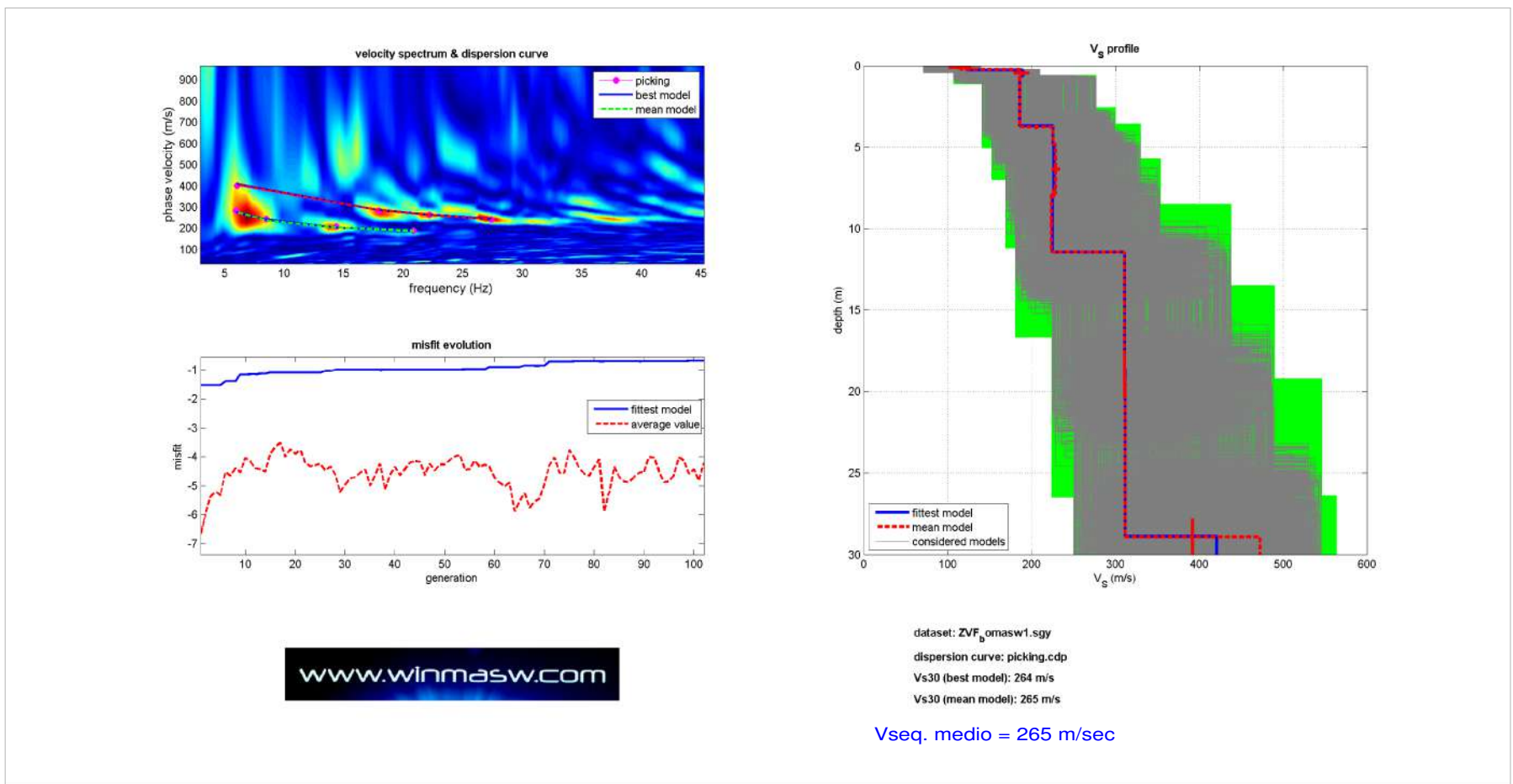
CIG: 9923964A28

CUP: F31D21000020001





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

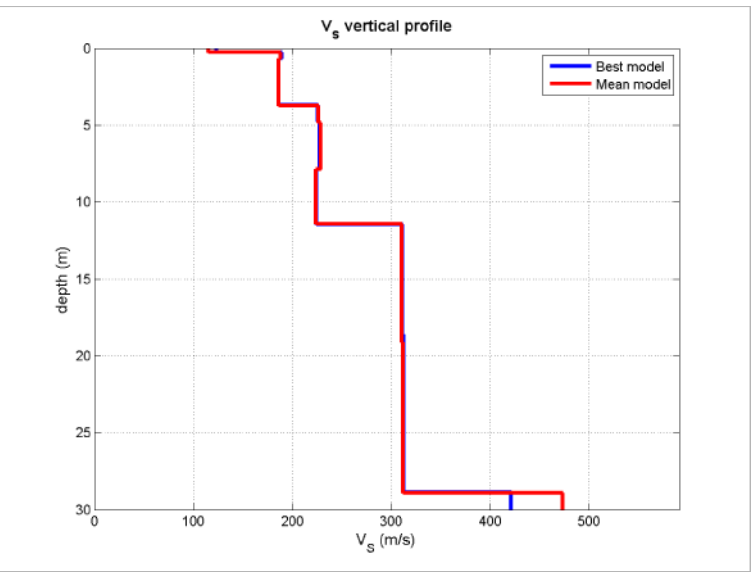


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

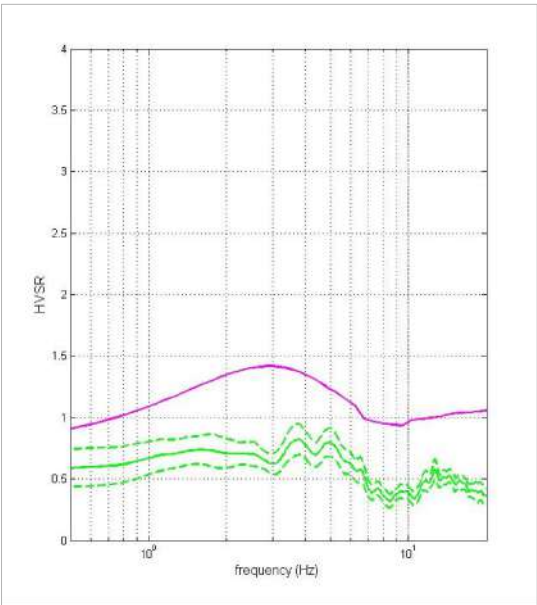
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW1

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

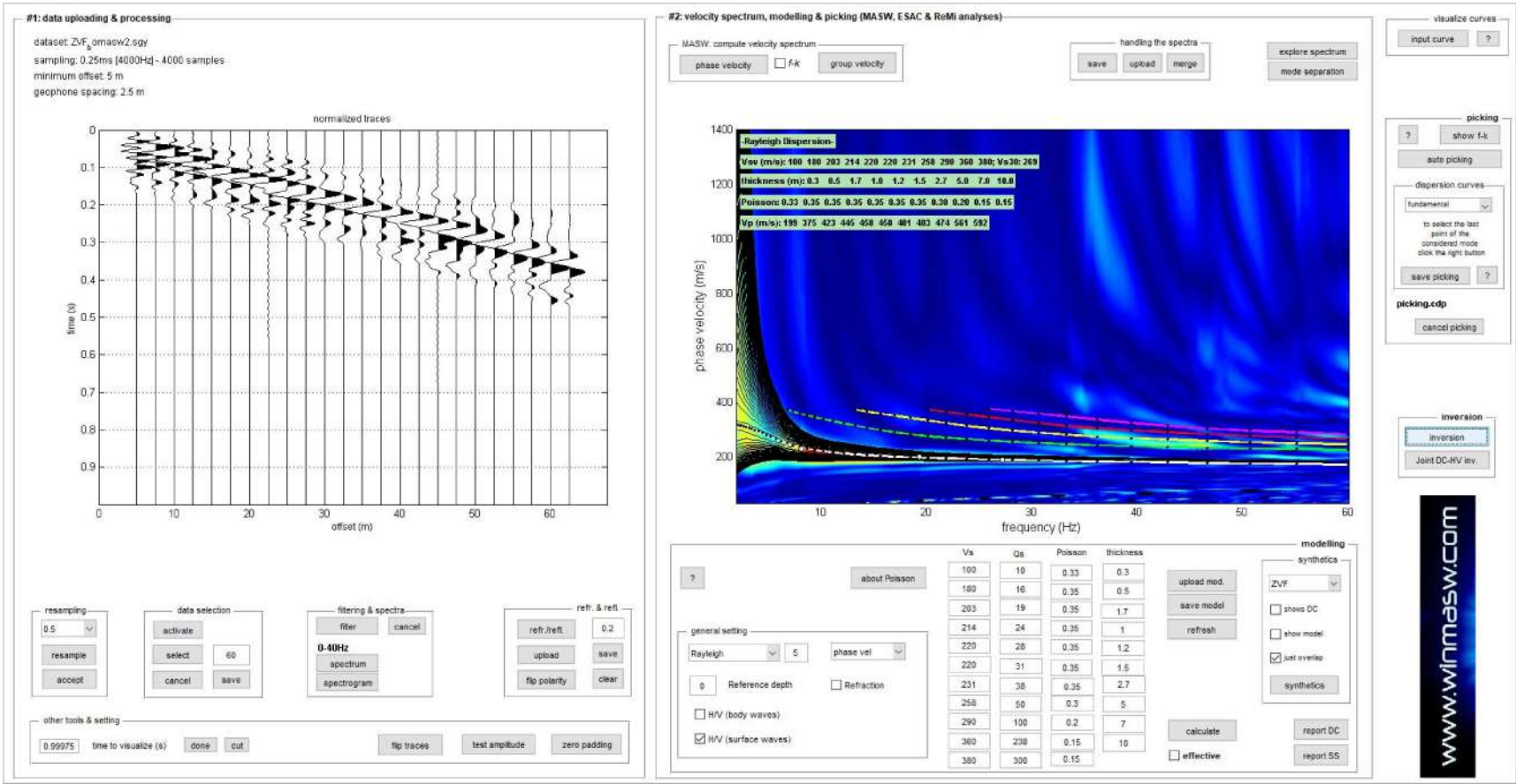


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW1 - HVSR1

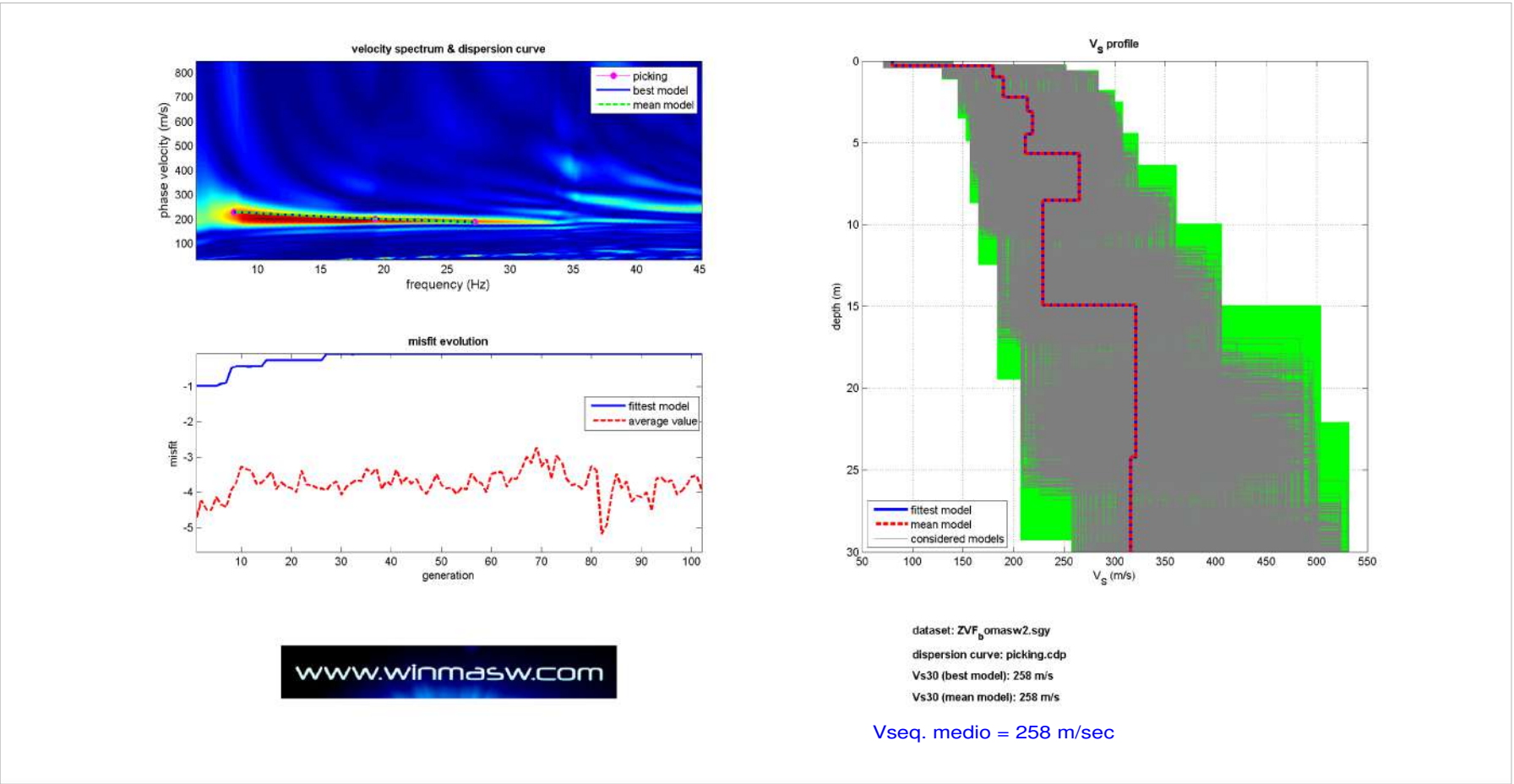


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

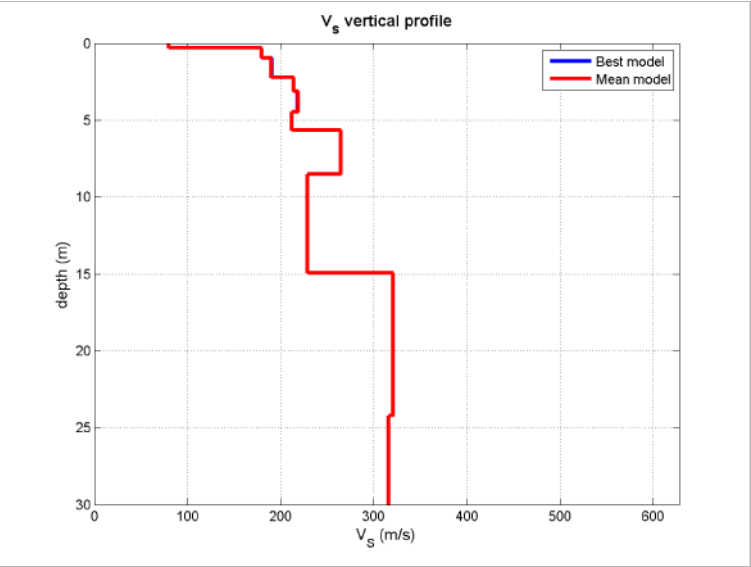


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

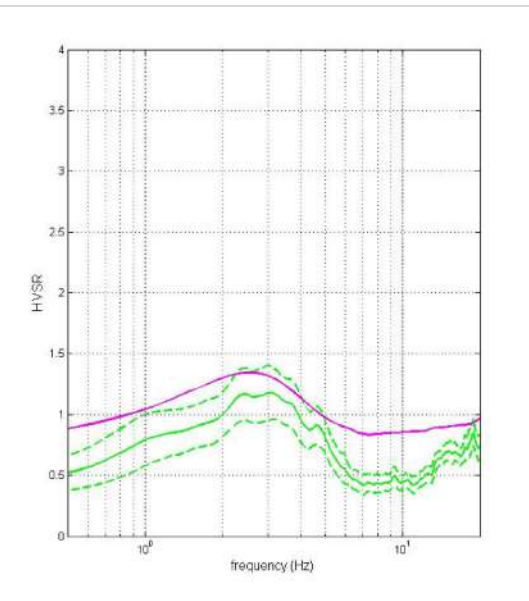
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW2

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

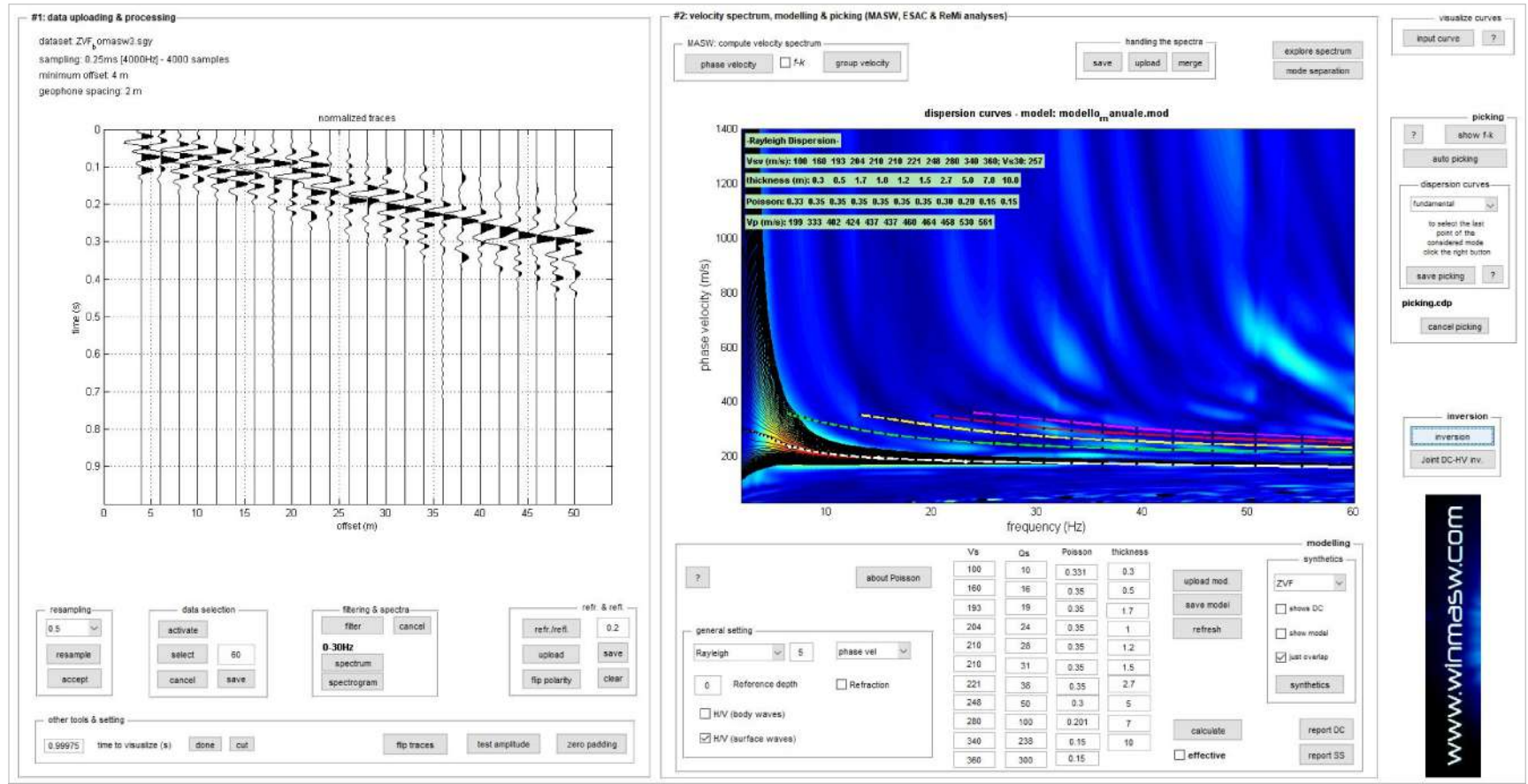


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW2 - HVSR2

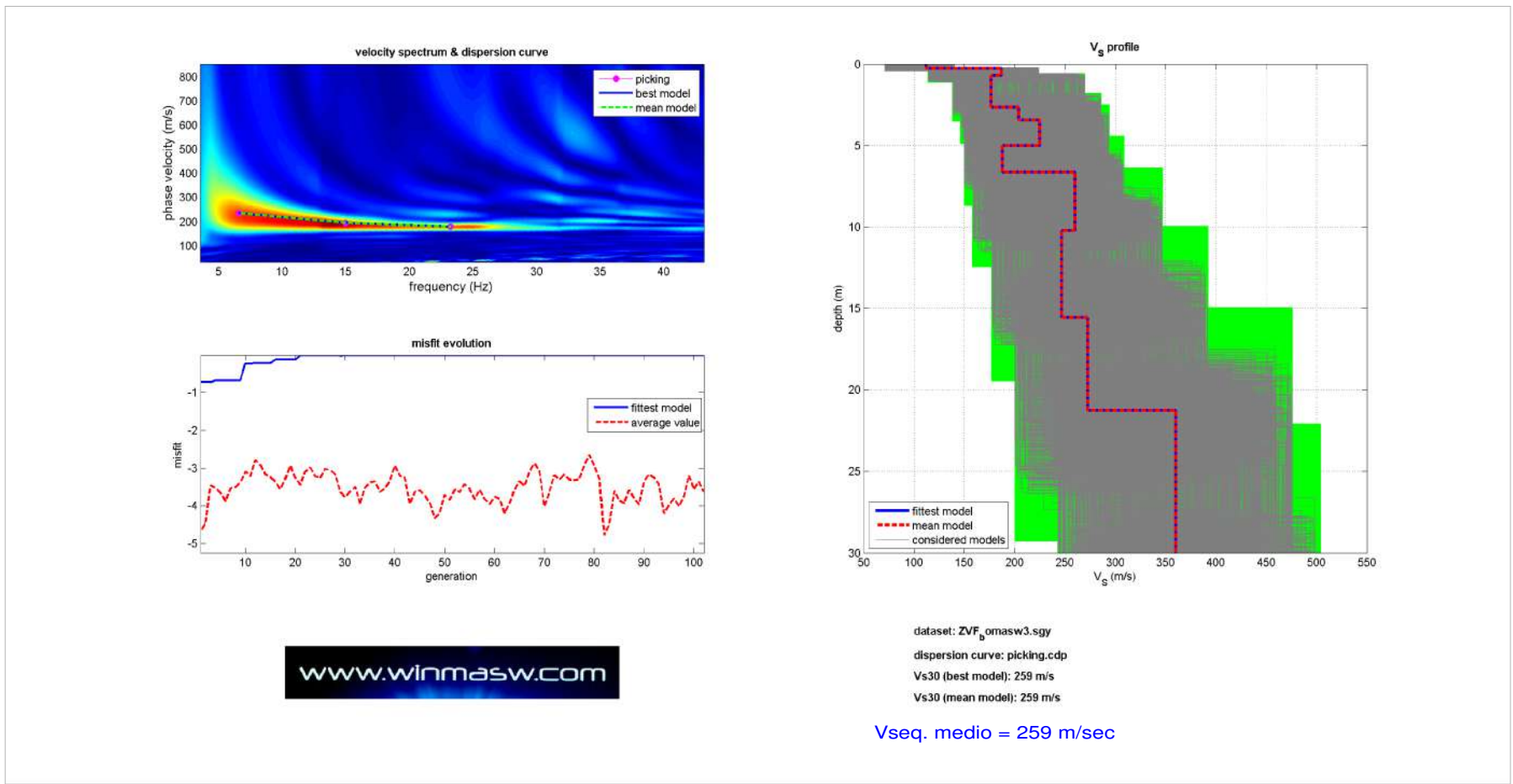


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

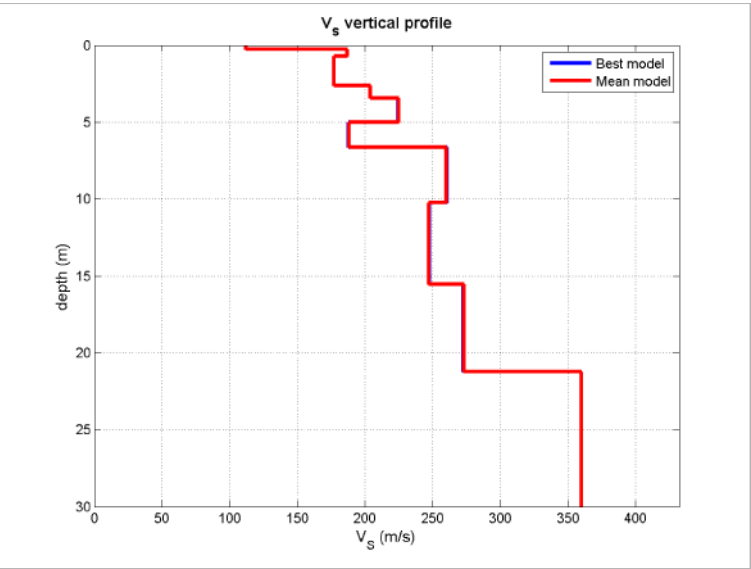


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

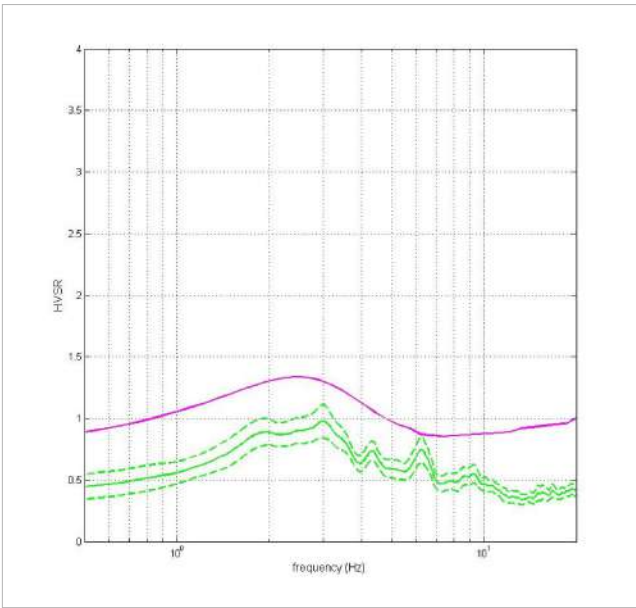
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW3

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

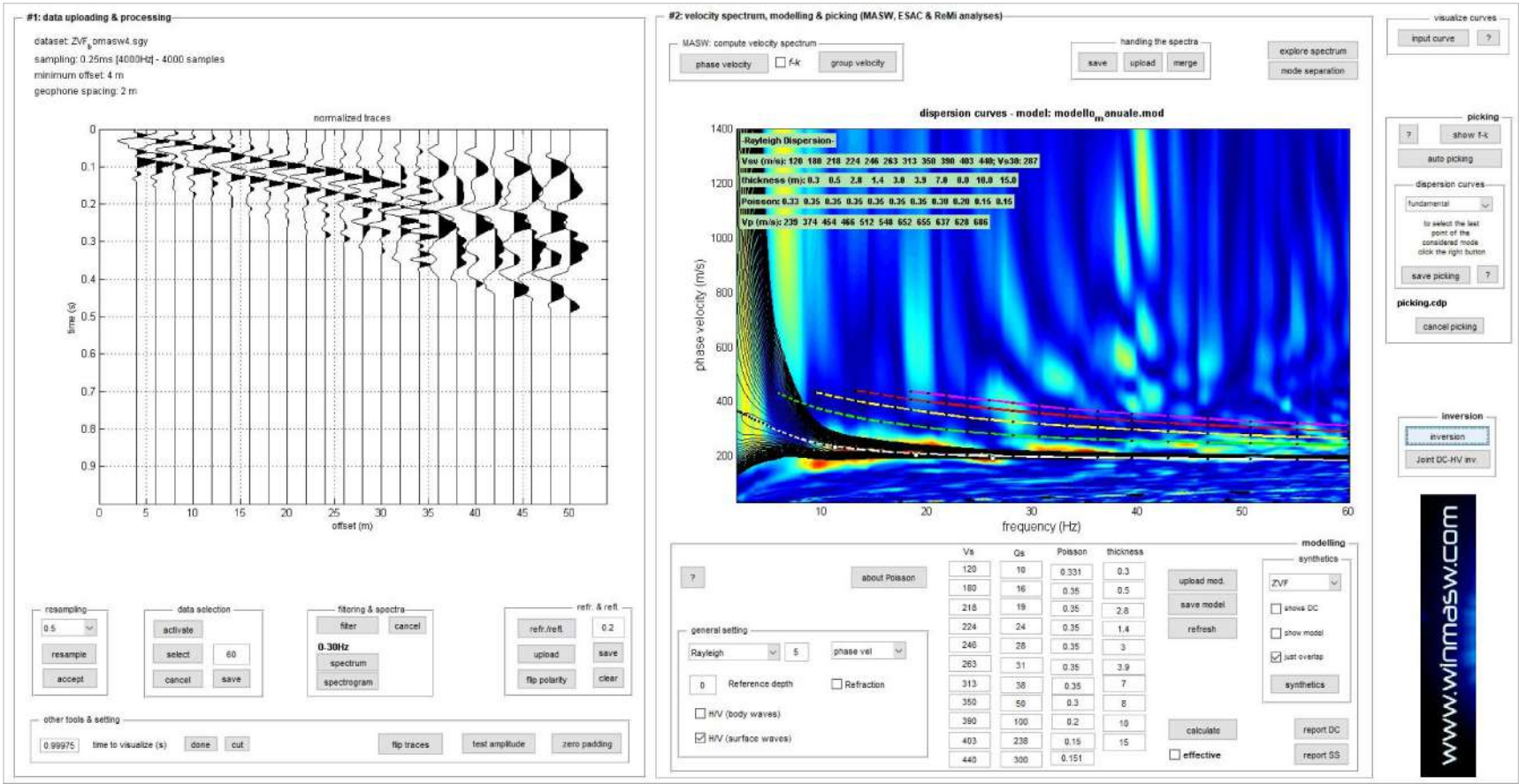


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW3 - HVSR3

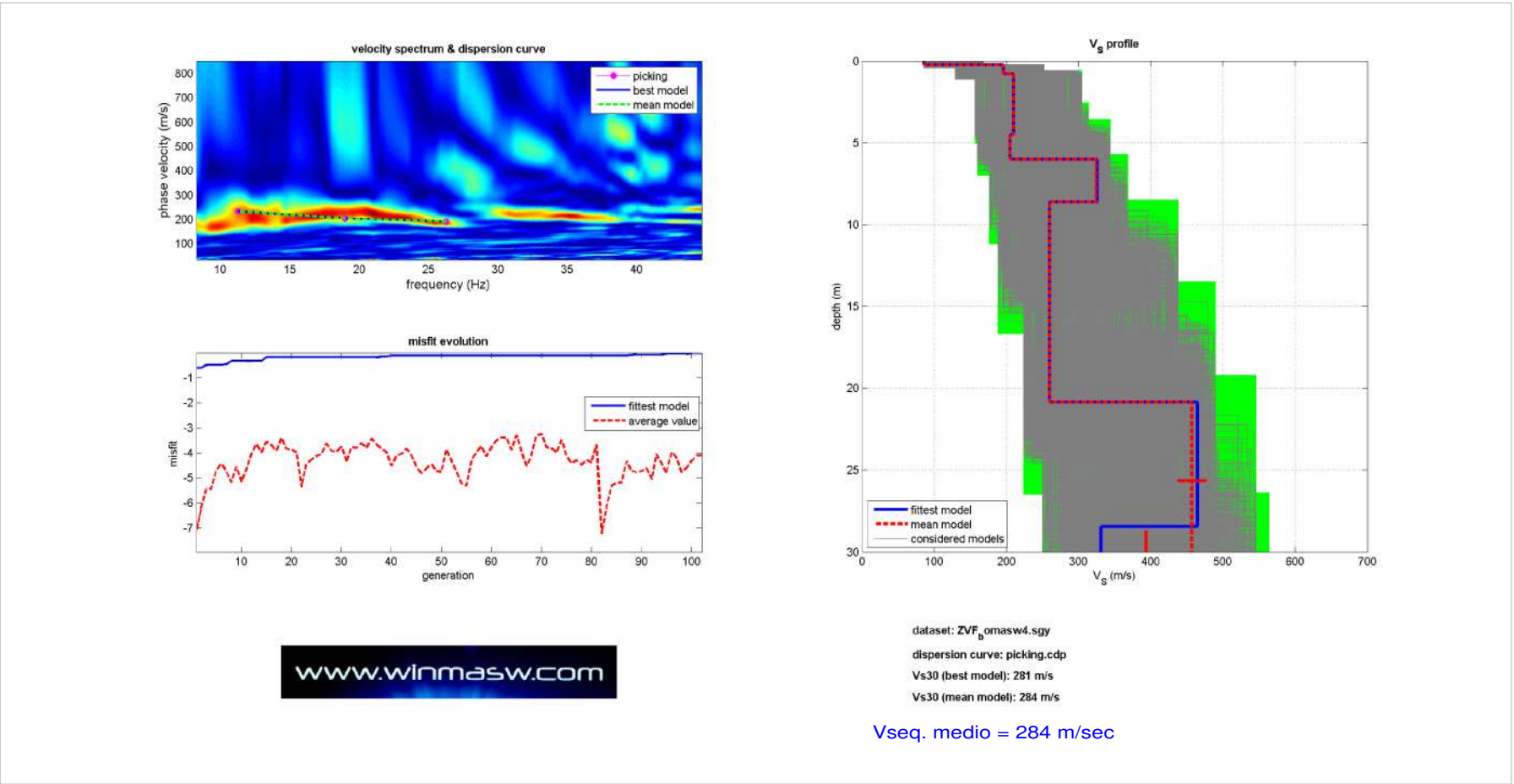


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





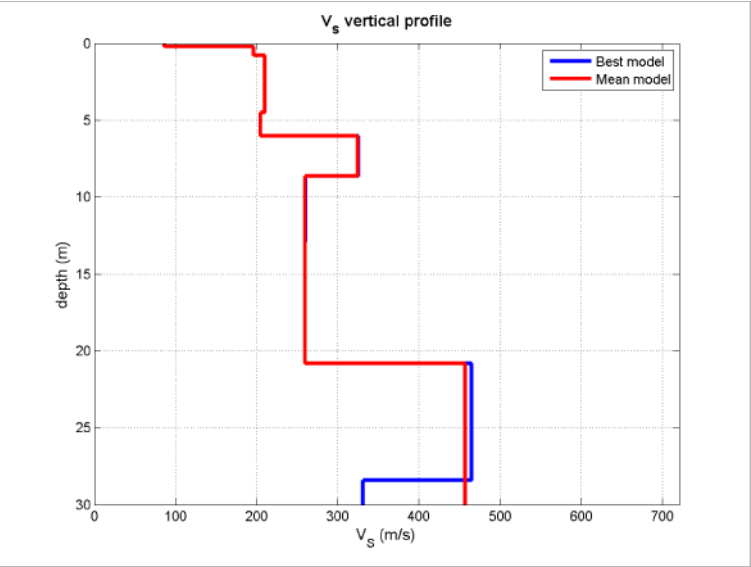
PICKING SPETTRO DI VELOCITA'



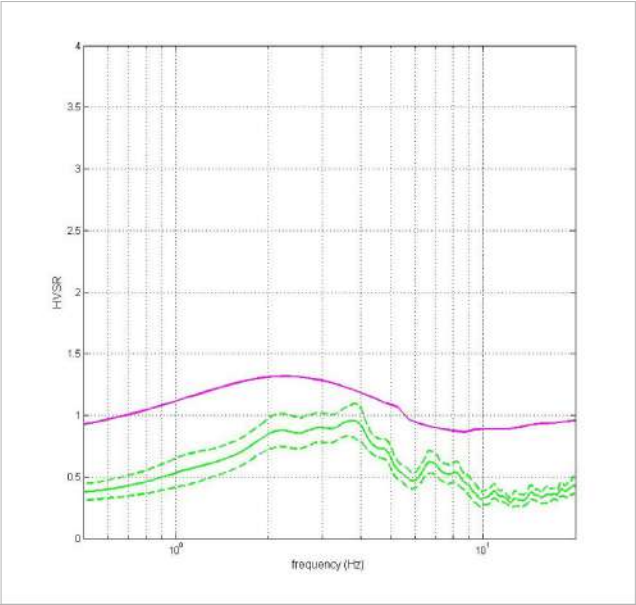
INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

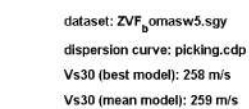


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW4 - HVSR4

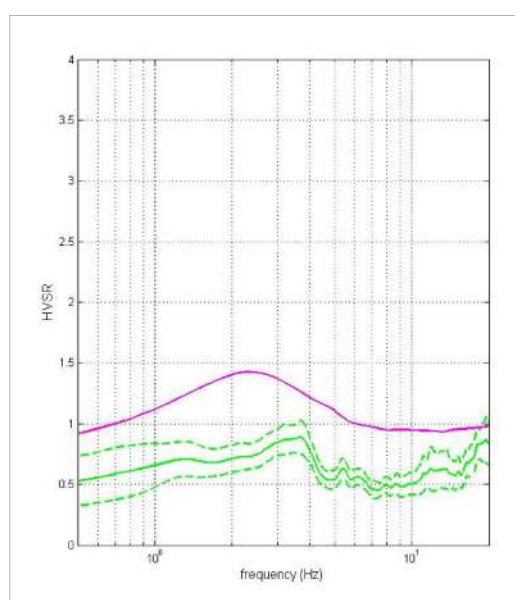


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





Vseq. medio = 259 m/sec

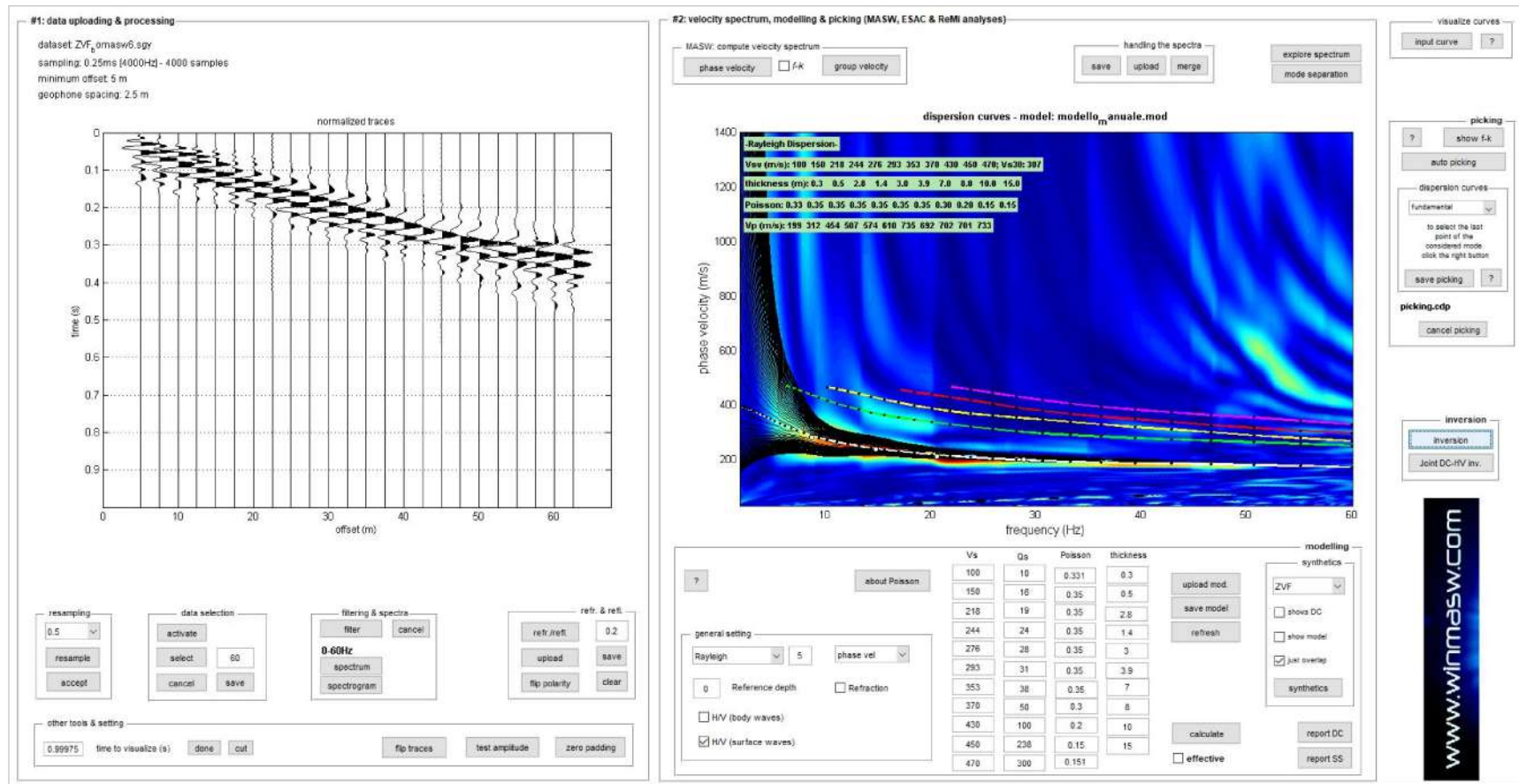


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

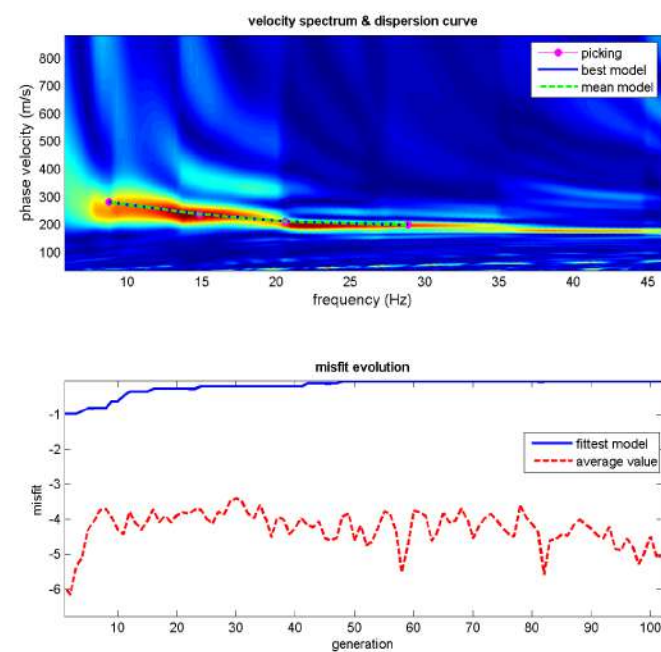


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

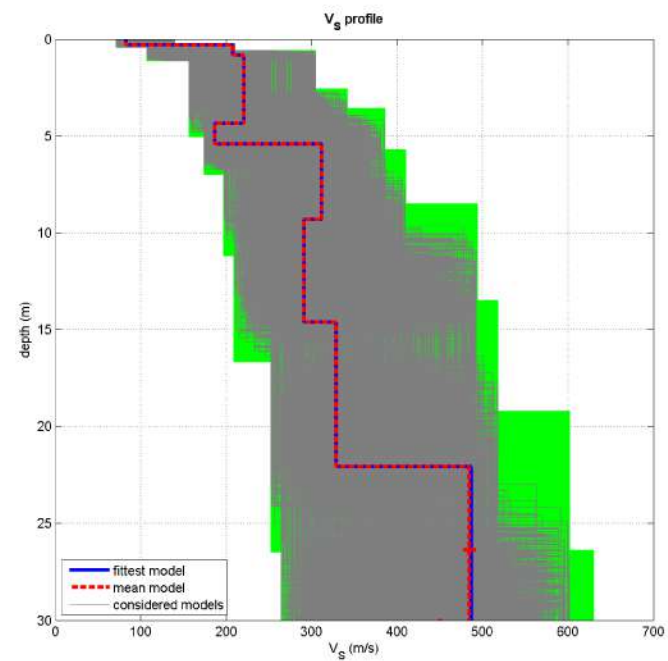
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW5



PICKING SPETTRO DI VELOCITA'



www.winmasw.com



dataset: ZVF_omasw6.sgy
dispersion curve: picking.cdp
Vs30 (best model): 308 m/s
Vs30 (mean model): 307 m/s

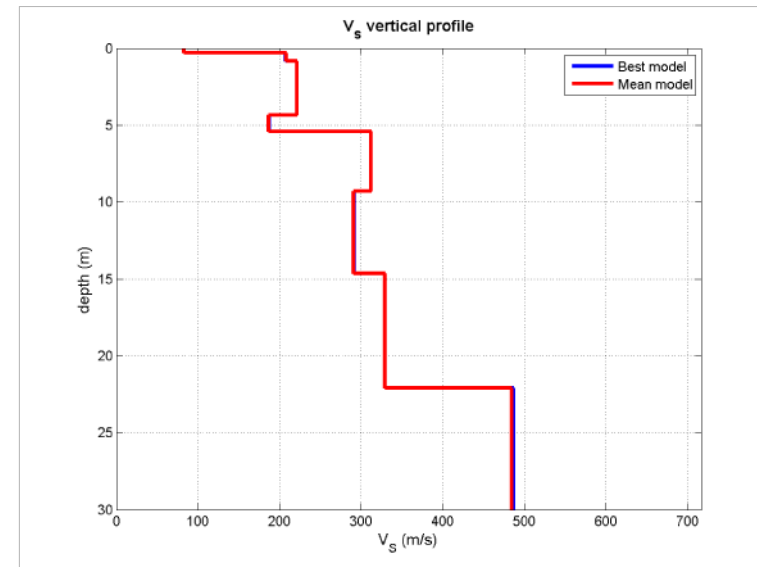
Vseq. medio = 307 m/sec

INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

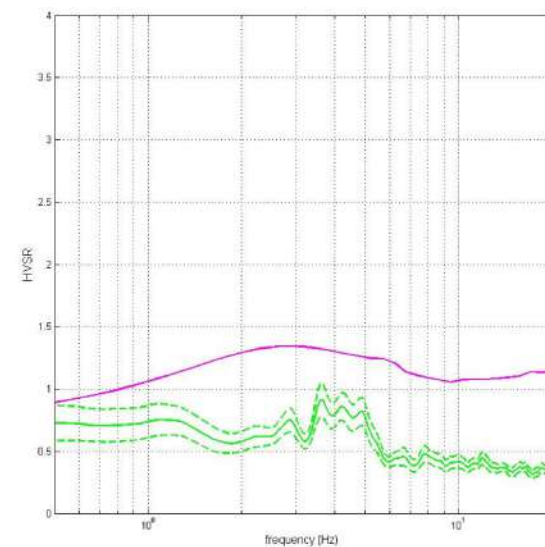
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW6

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

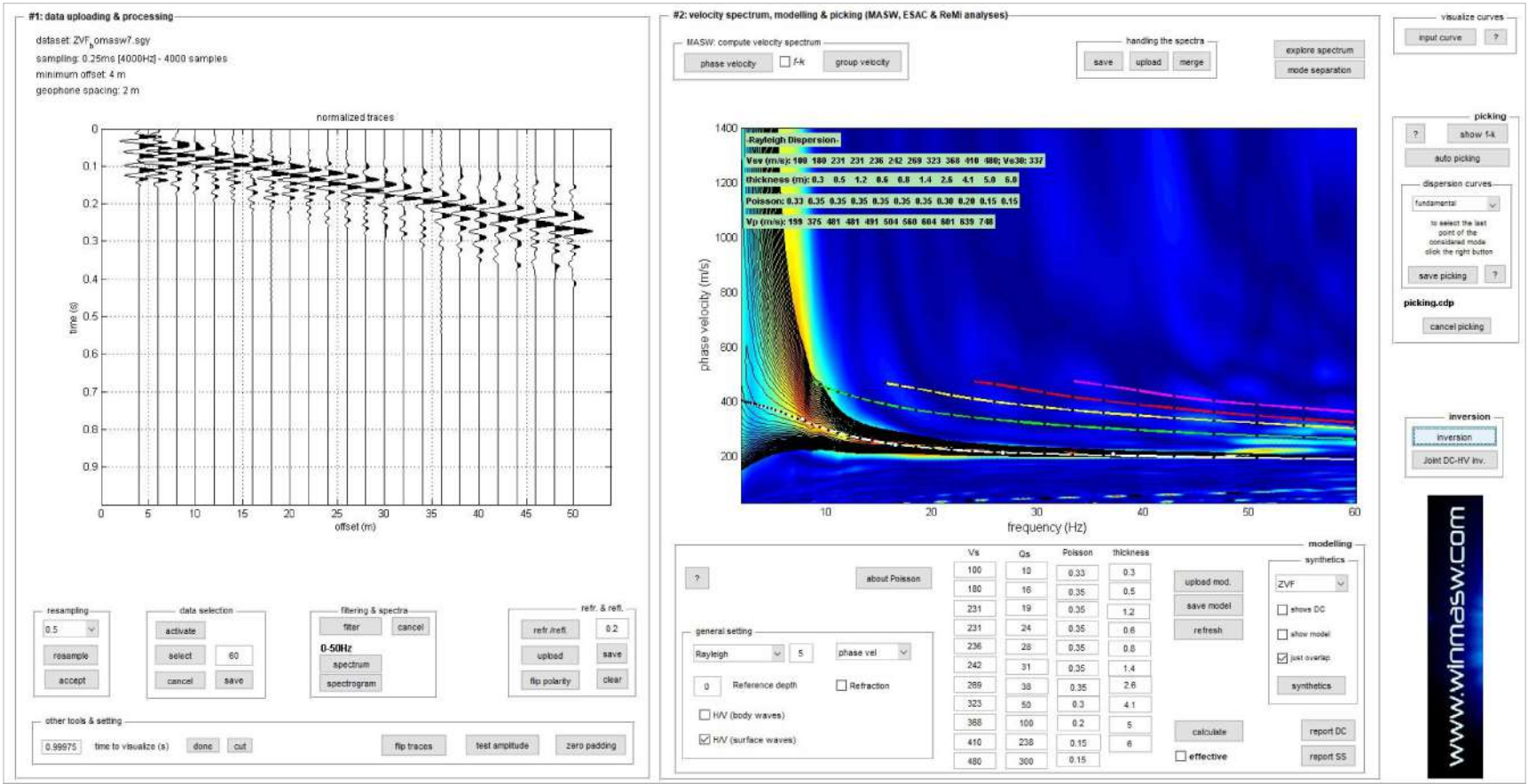


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW6 - HVSR6

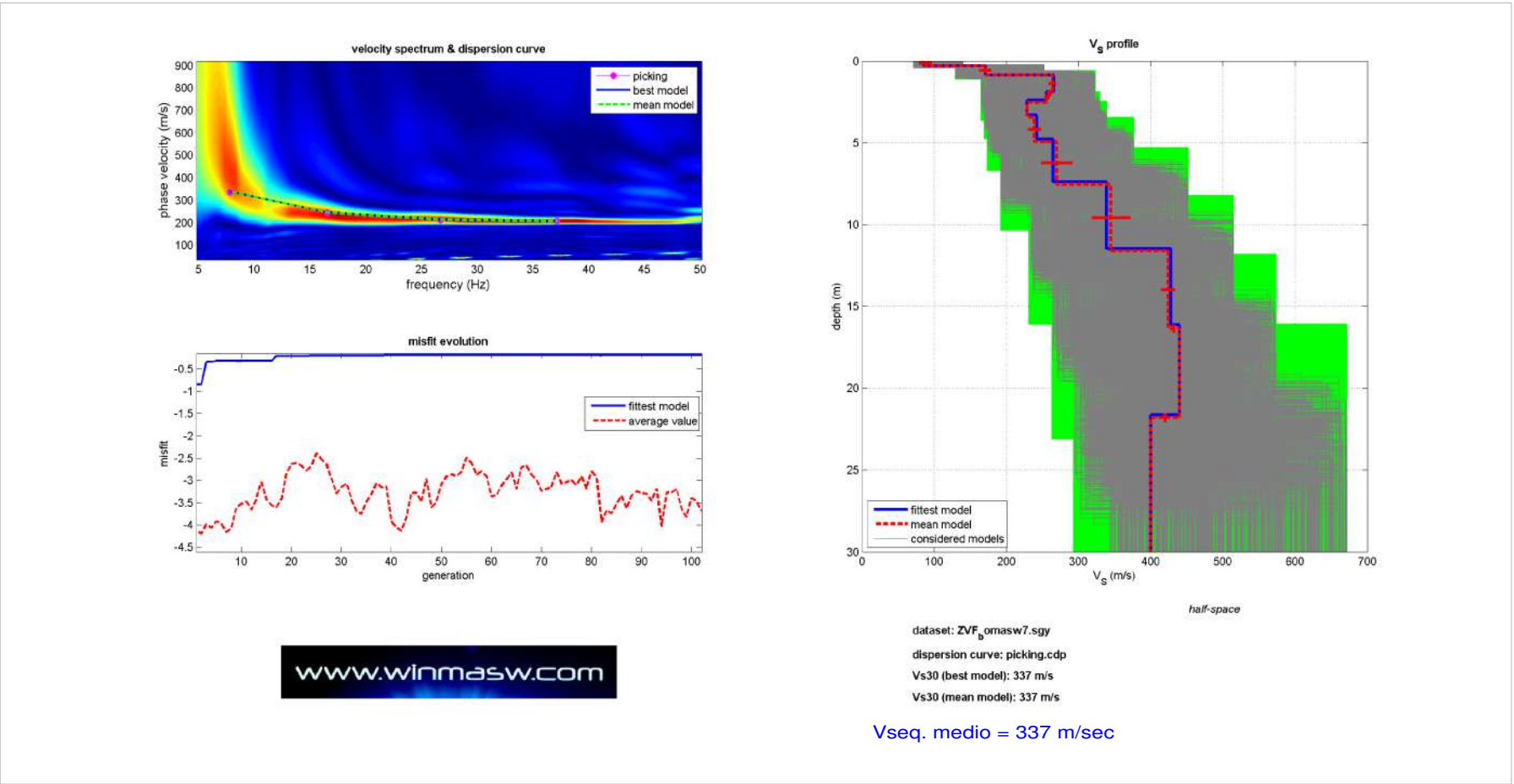


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

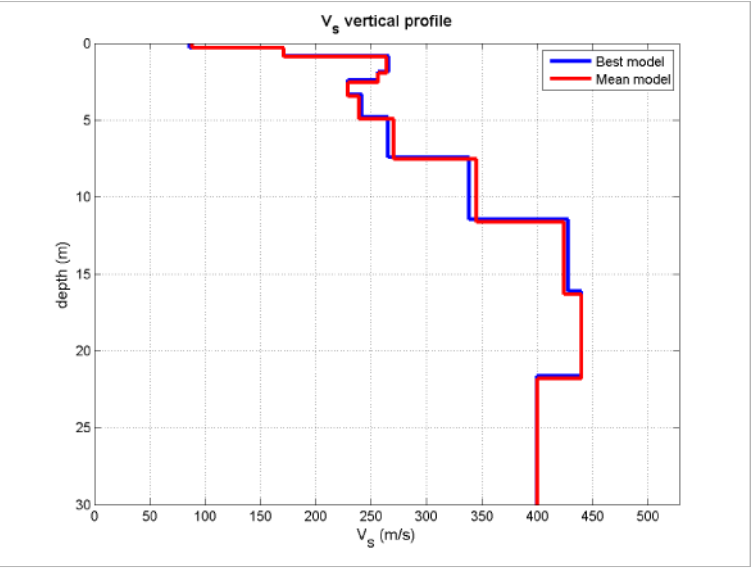


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

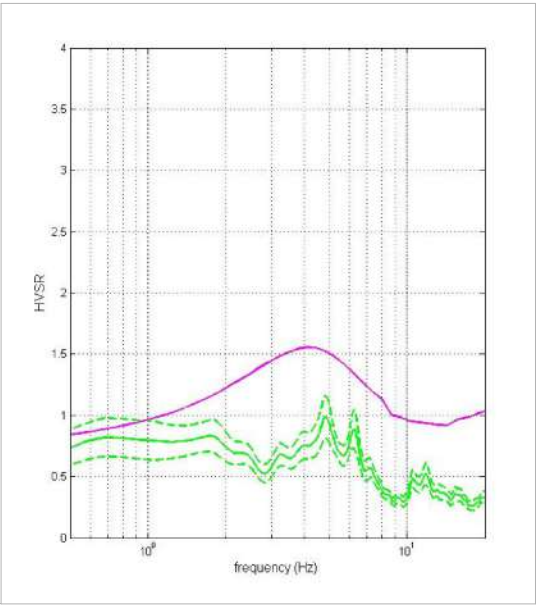
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW7

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

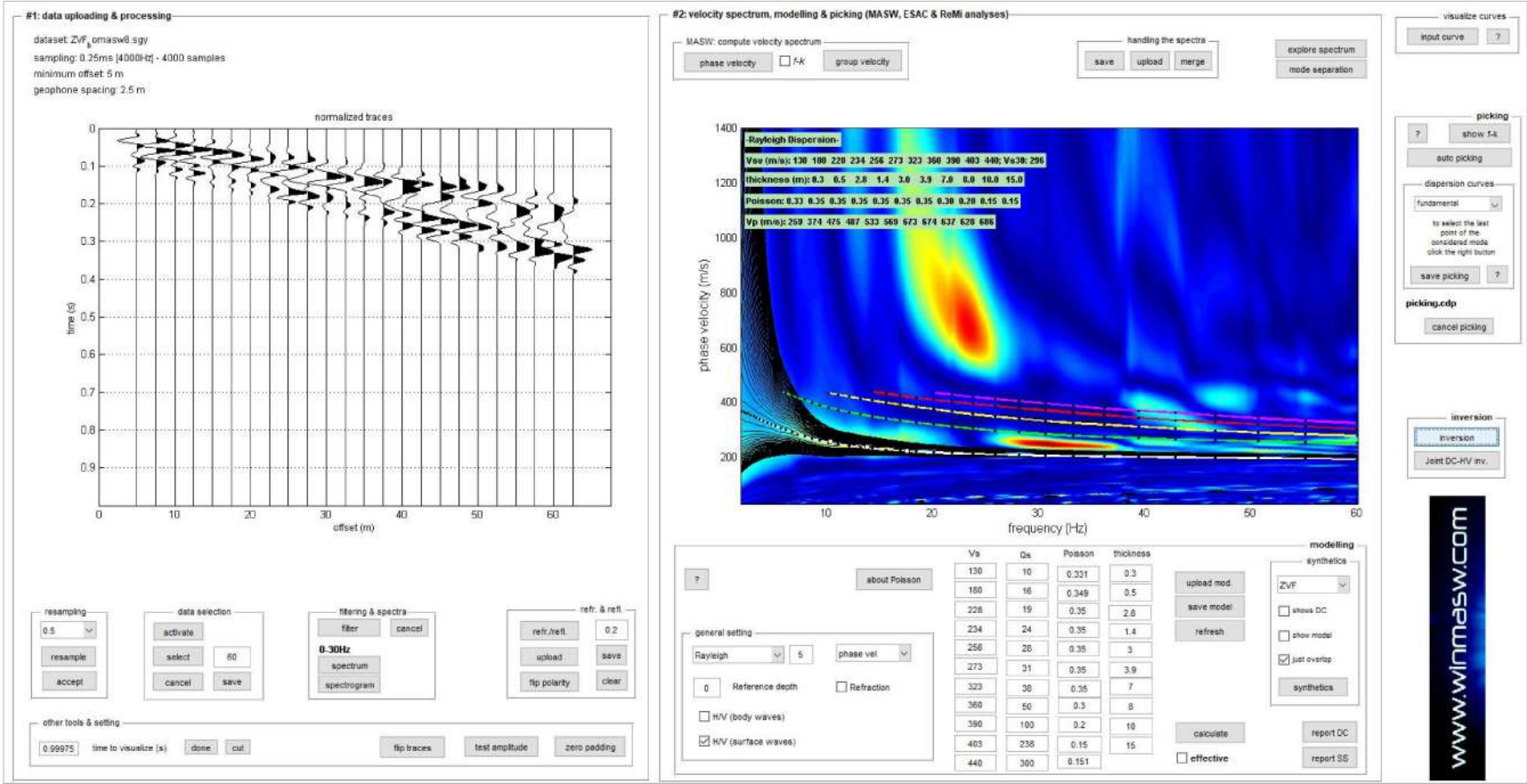


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW7 - HVSR7

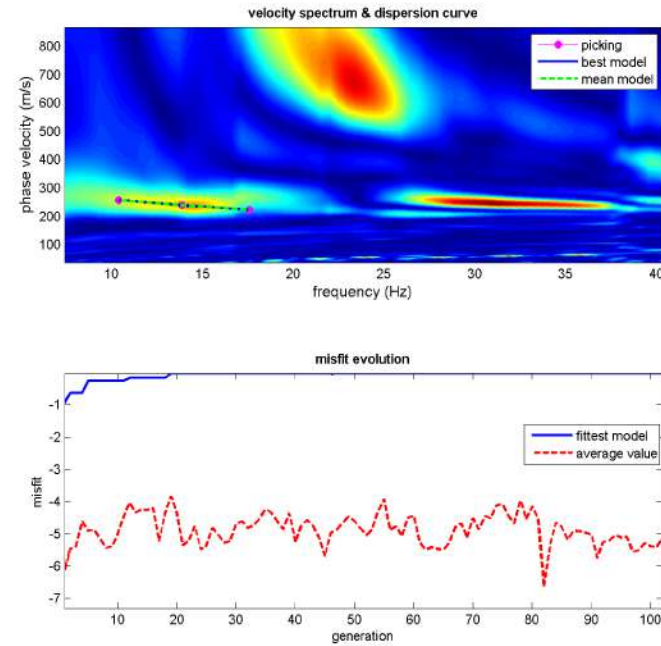


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

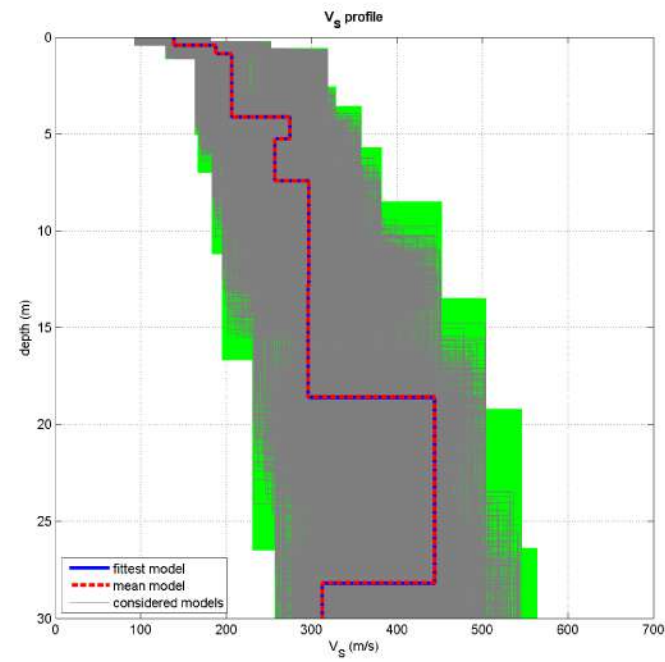




PICKING SPETTRO DI VELOCITA'



www.winmasw.com



dataset: ZVF_omasw8.sgy
dispersion curve: picking.cdp
Vs30 (best model): 304 m/s
Vs30 (mean model): 304 m/s

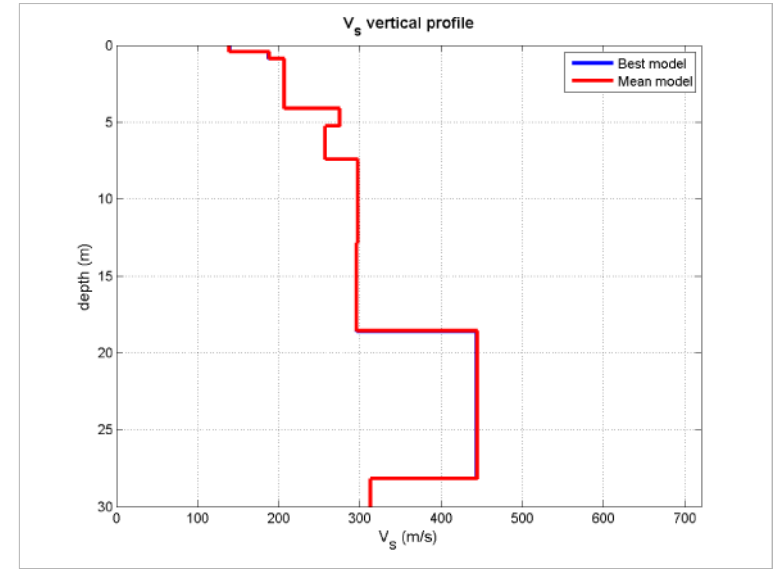
Vseq. medio = 304 m/sec

INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

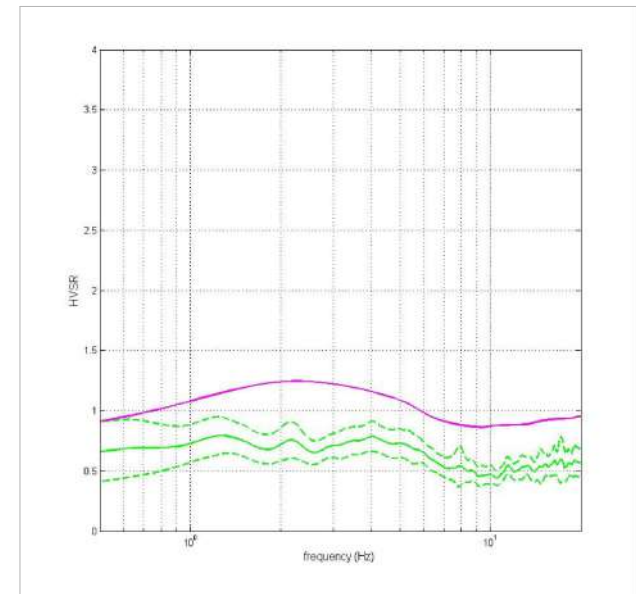
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW8

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

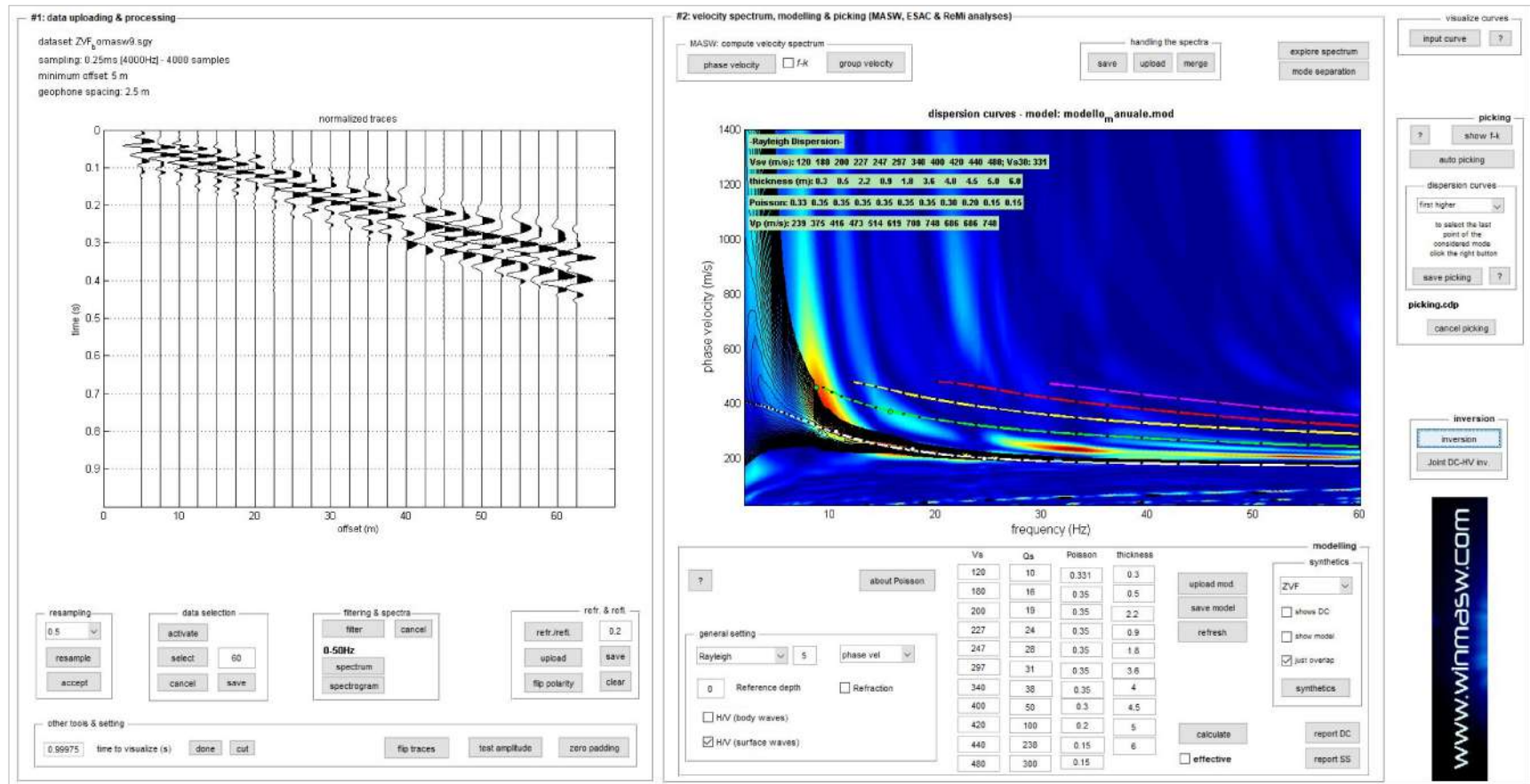


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW8 - HVSR8

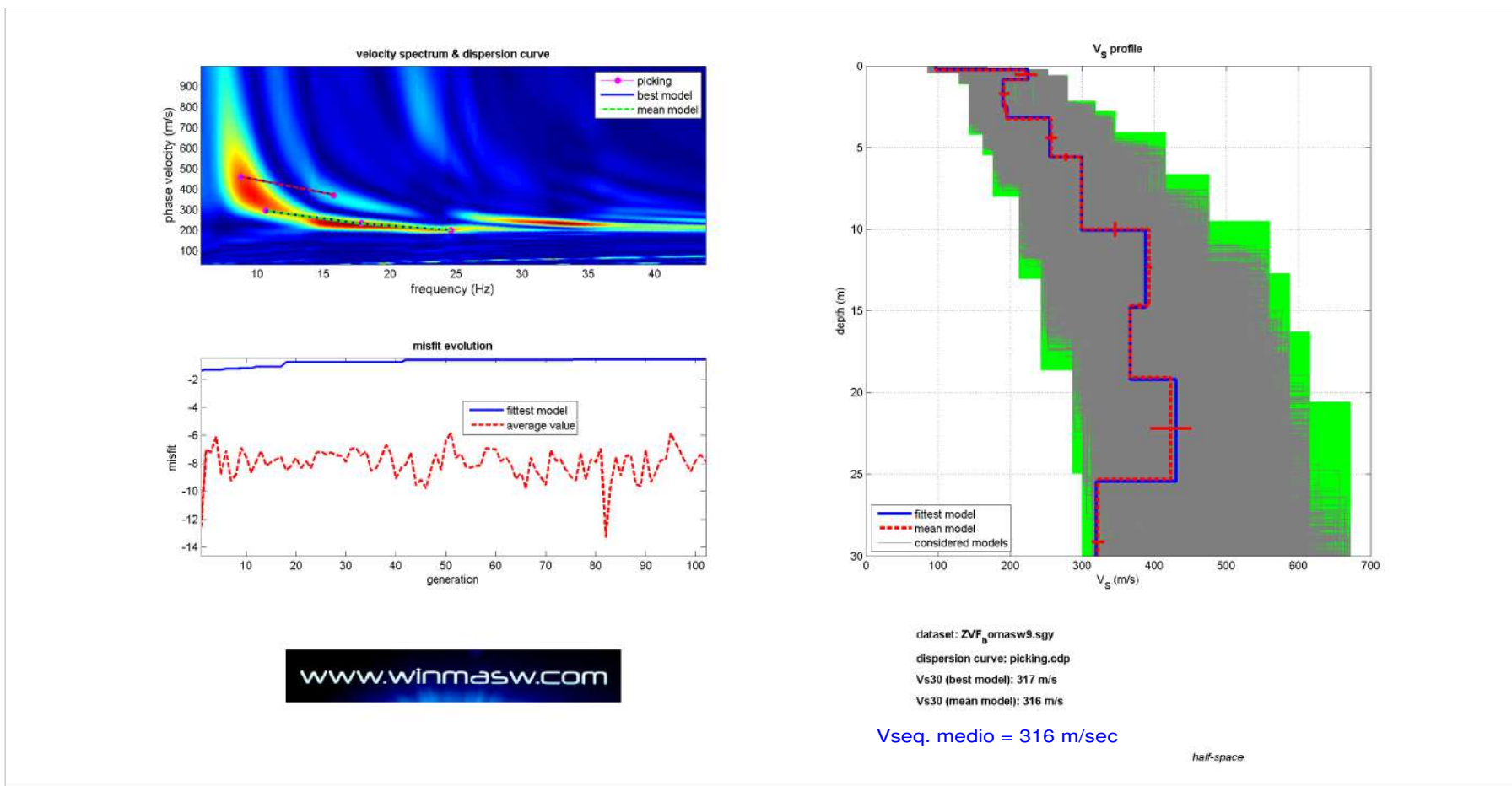


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

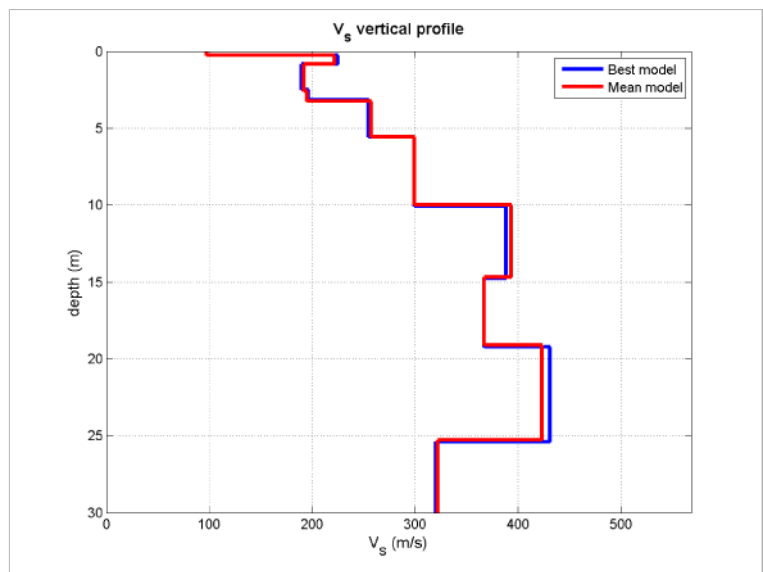


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

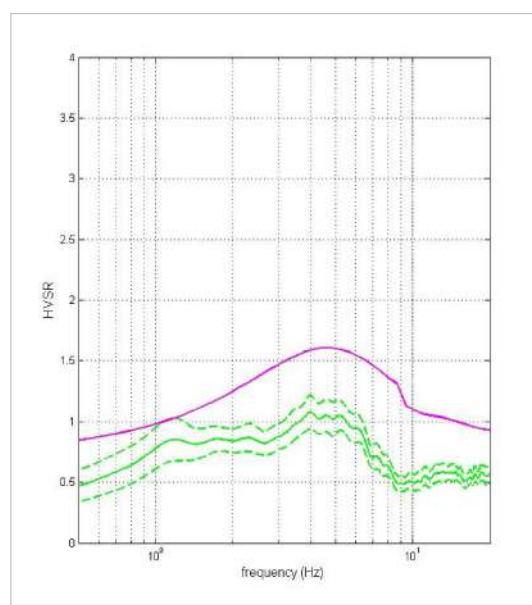
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW9

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

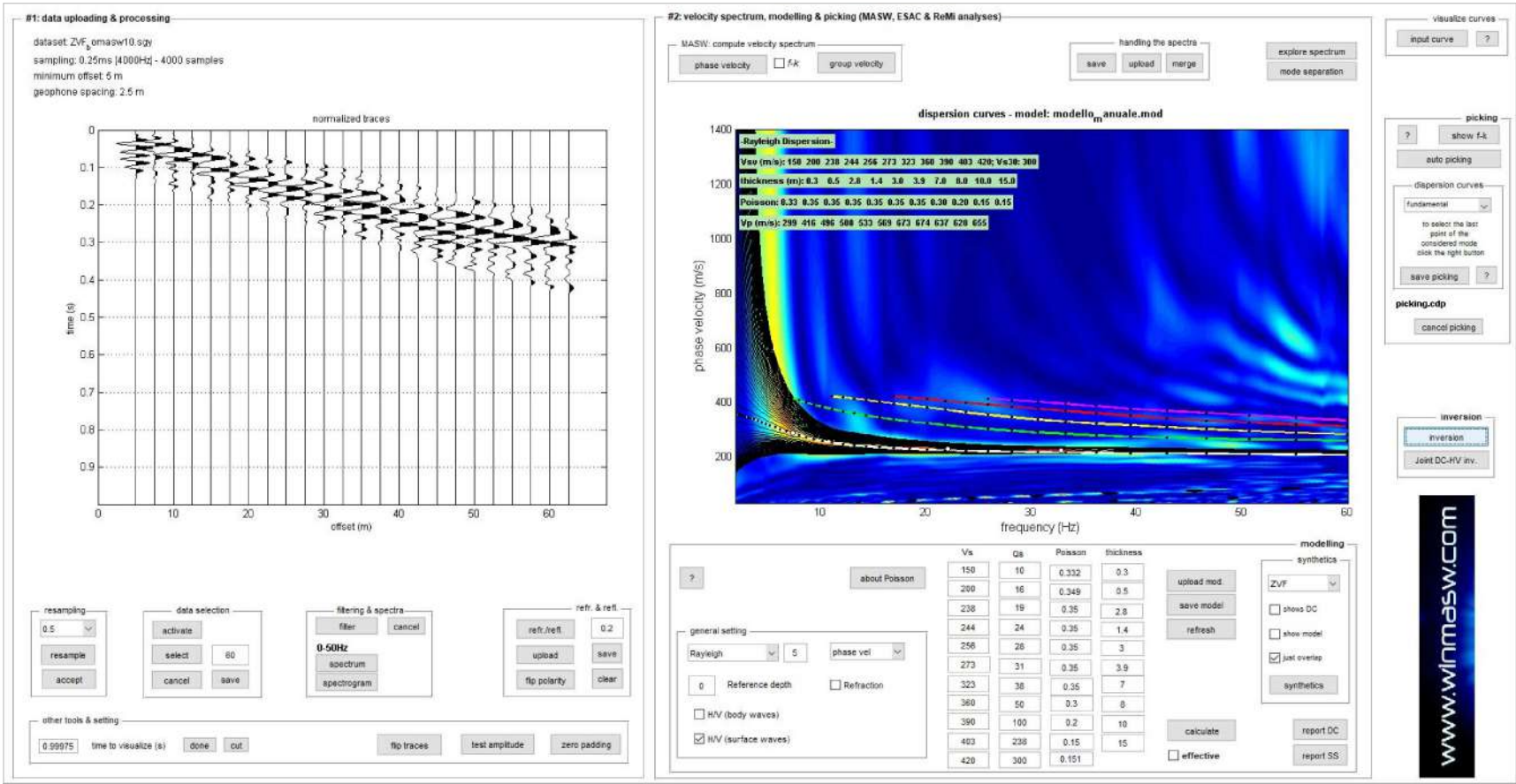


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW9 - HVSR9

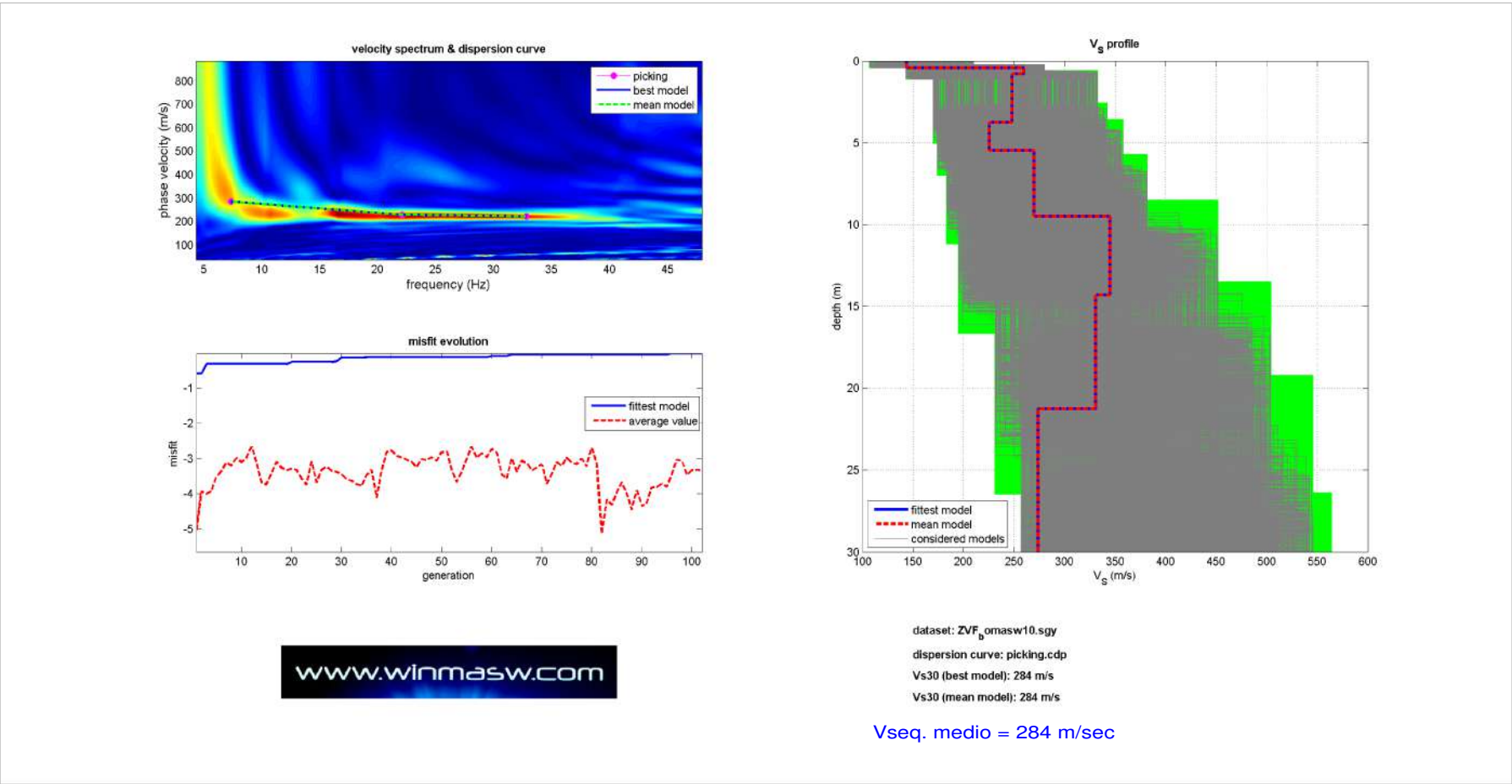


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

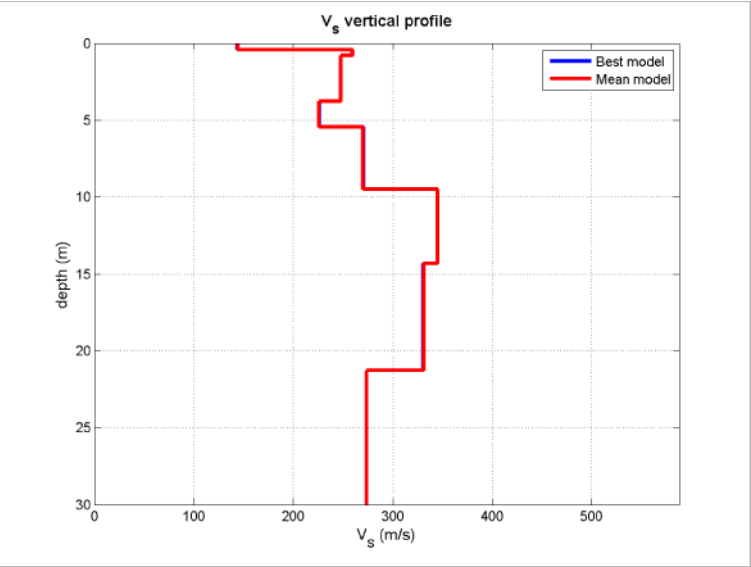


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

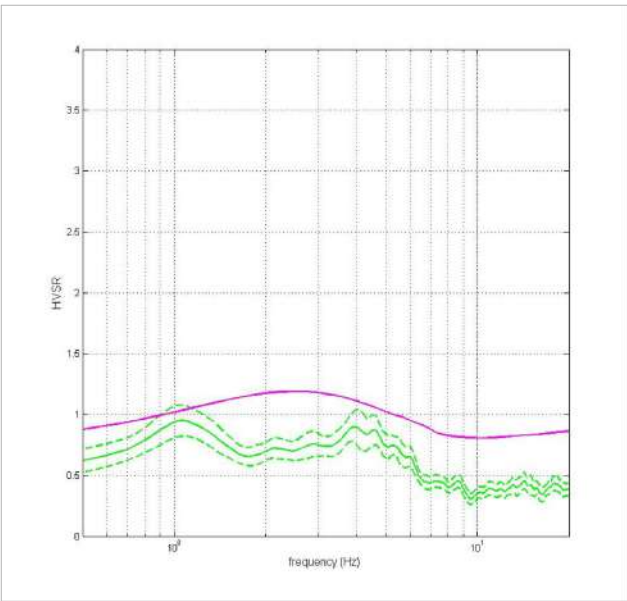
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW10

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

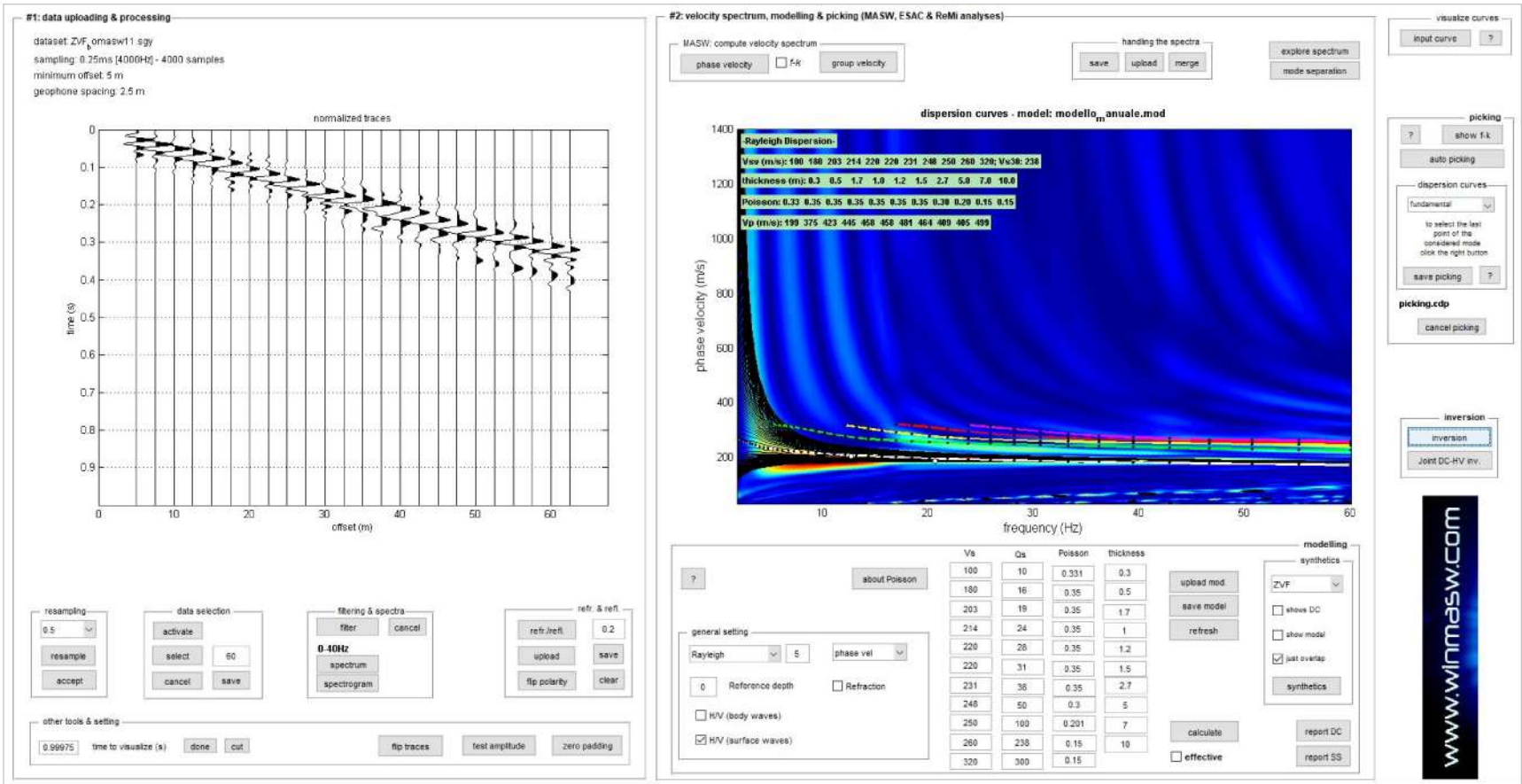


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW10 - HVSR10

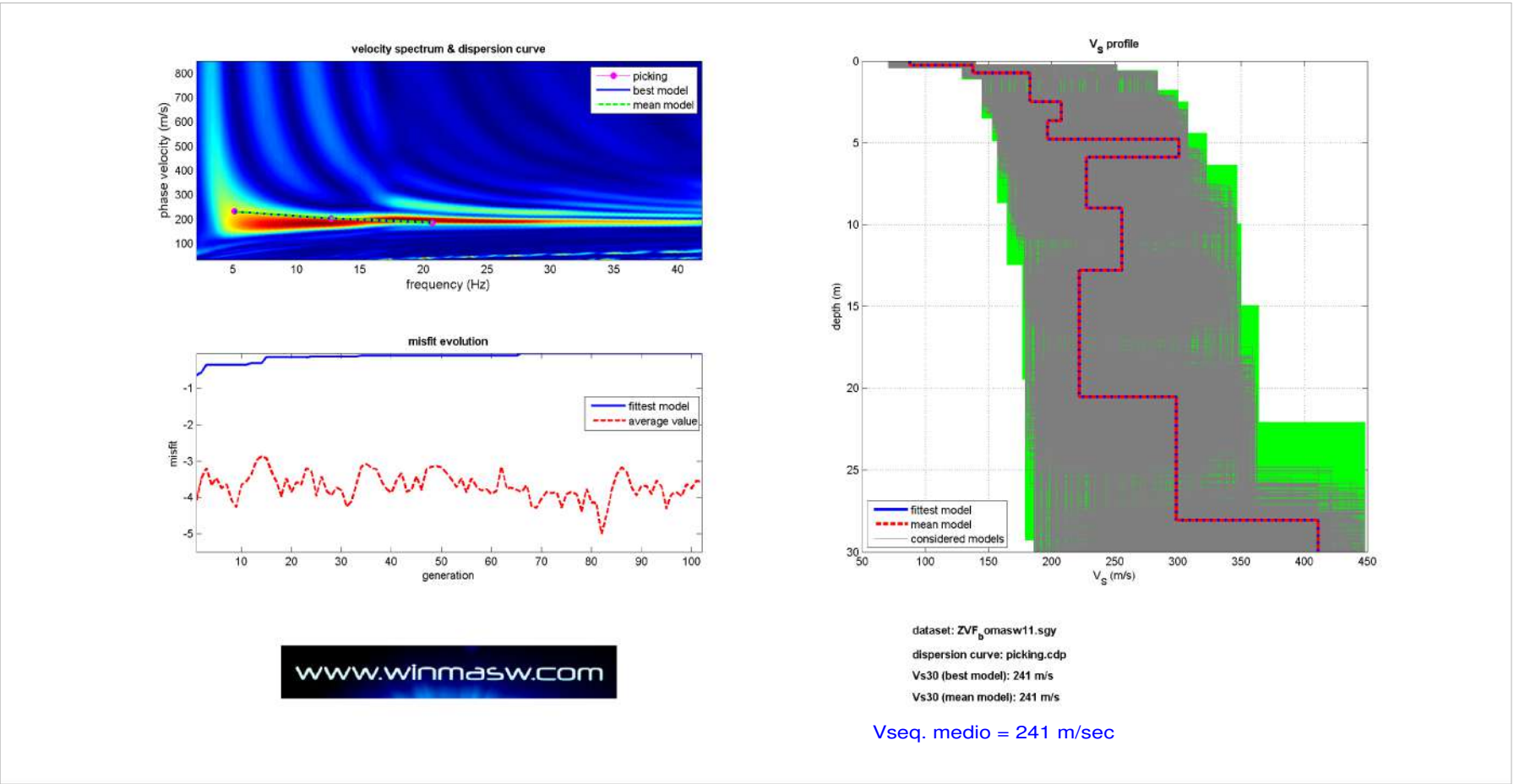


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

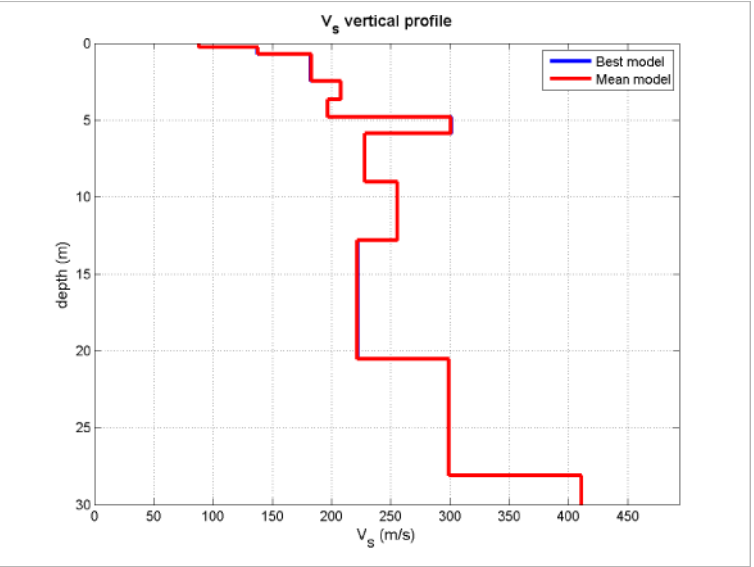


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

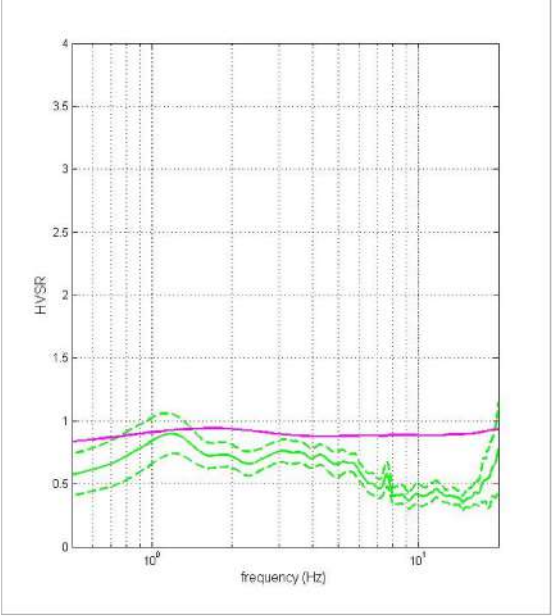
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW11

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

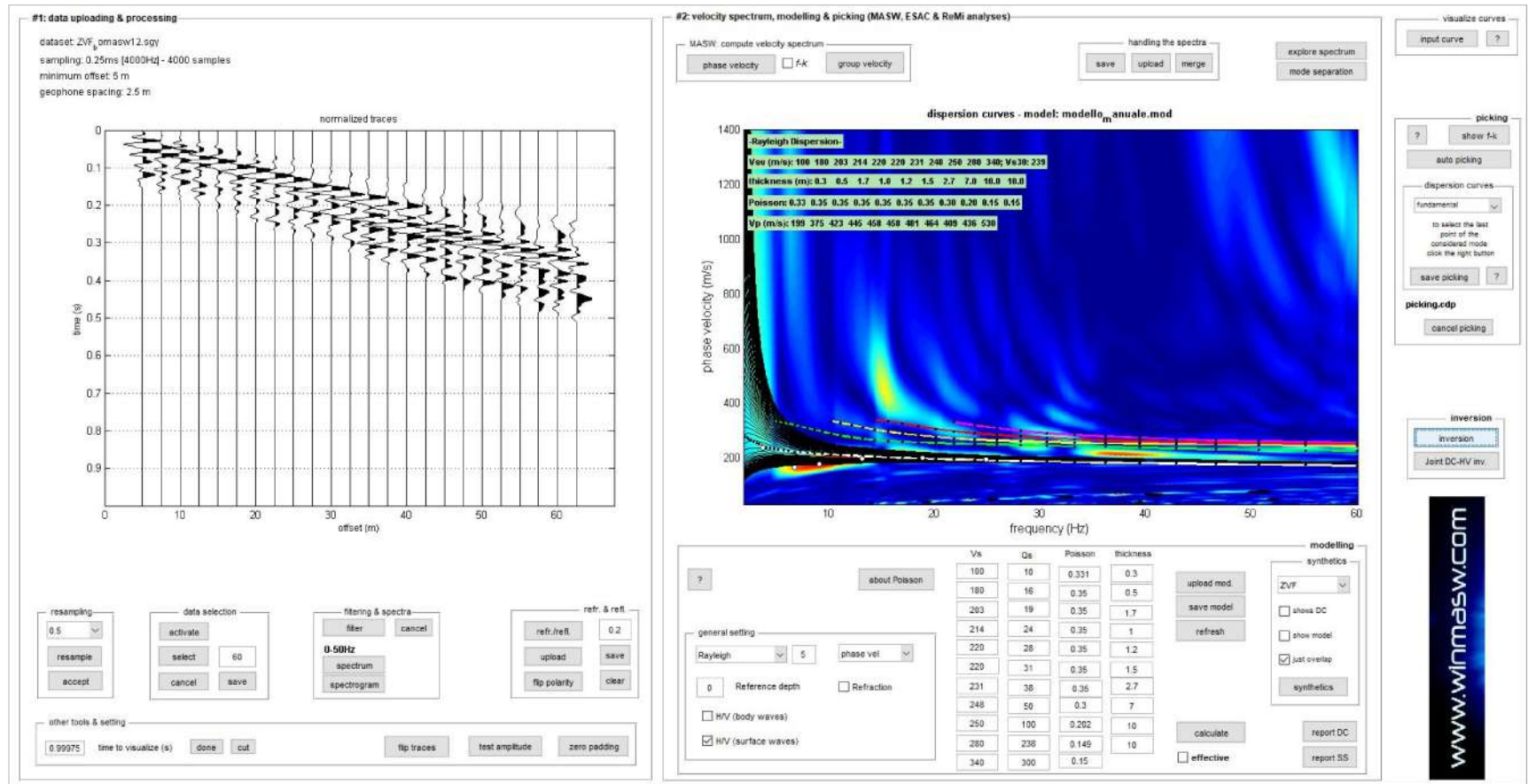


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW11 - HVSR11

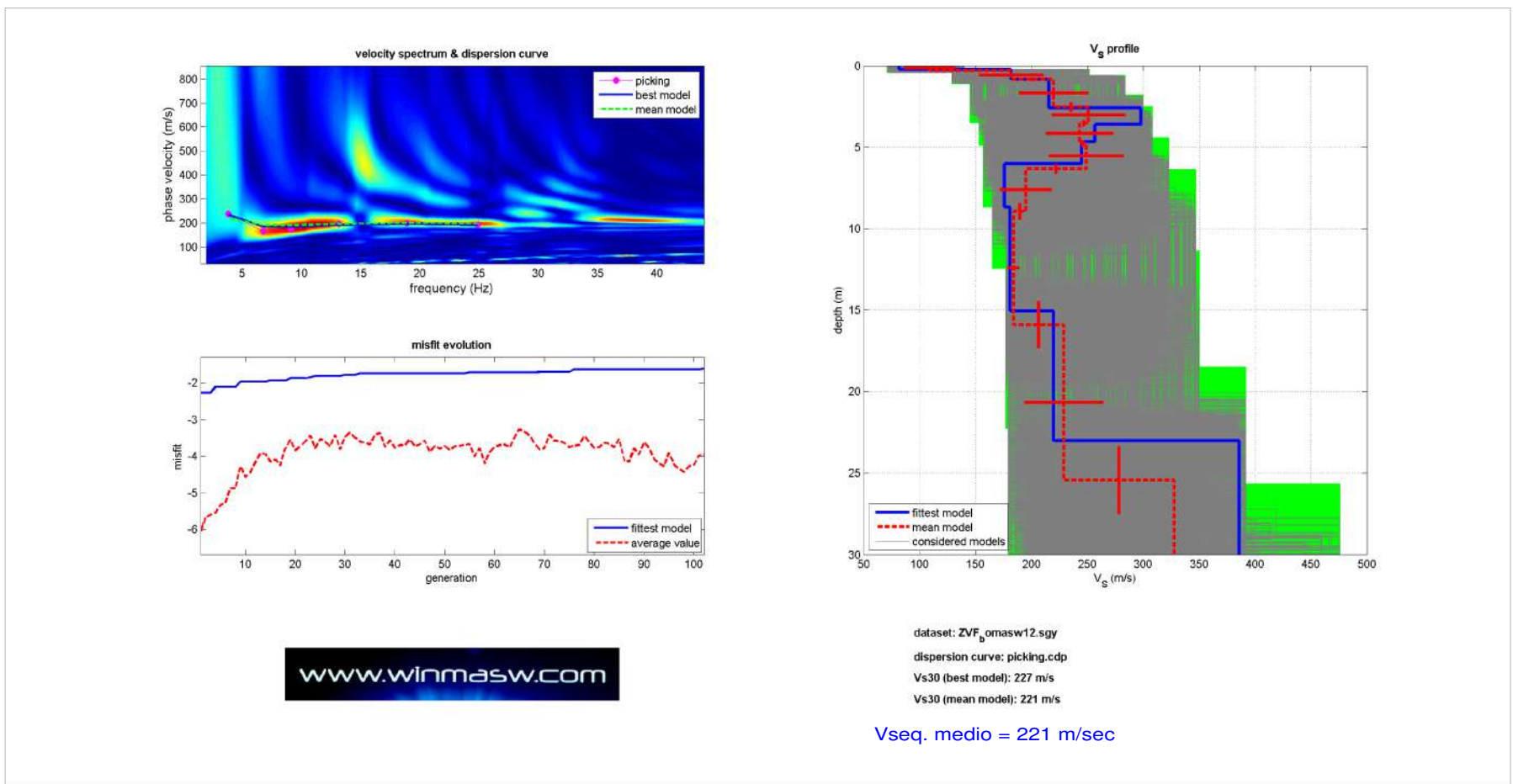


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

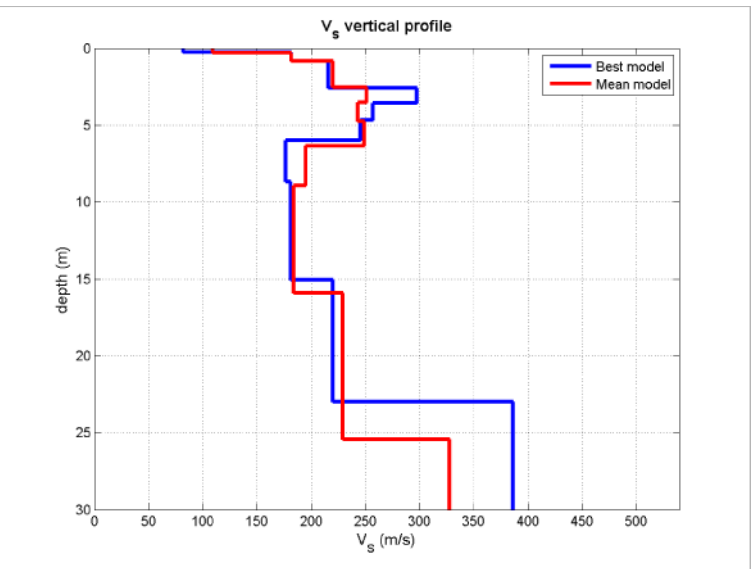


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

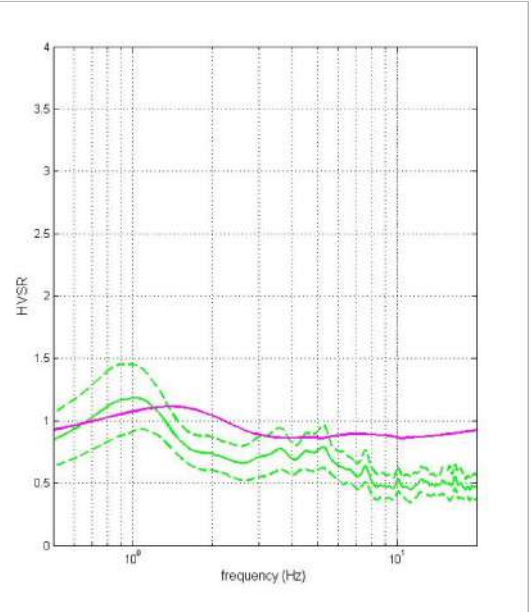
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW12

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

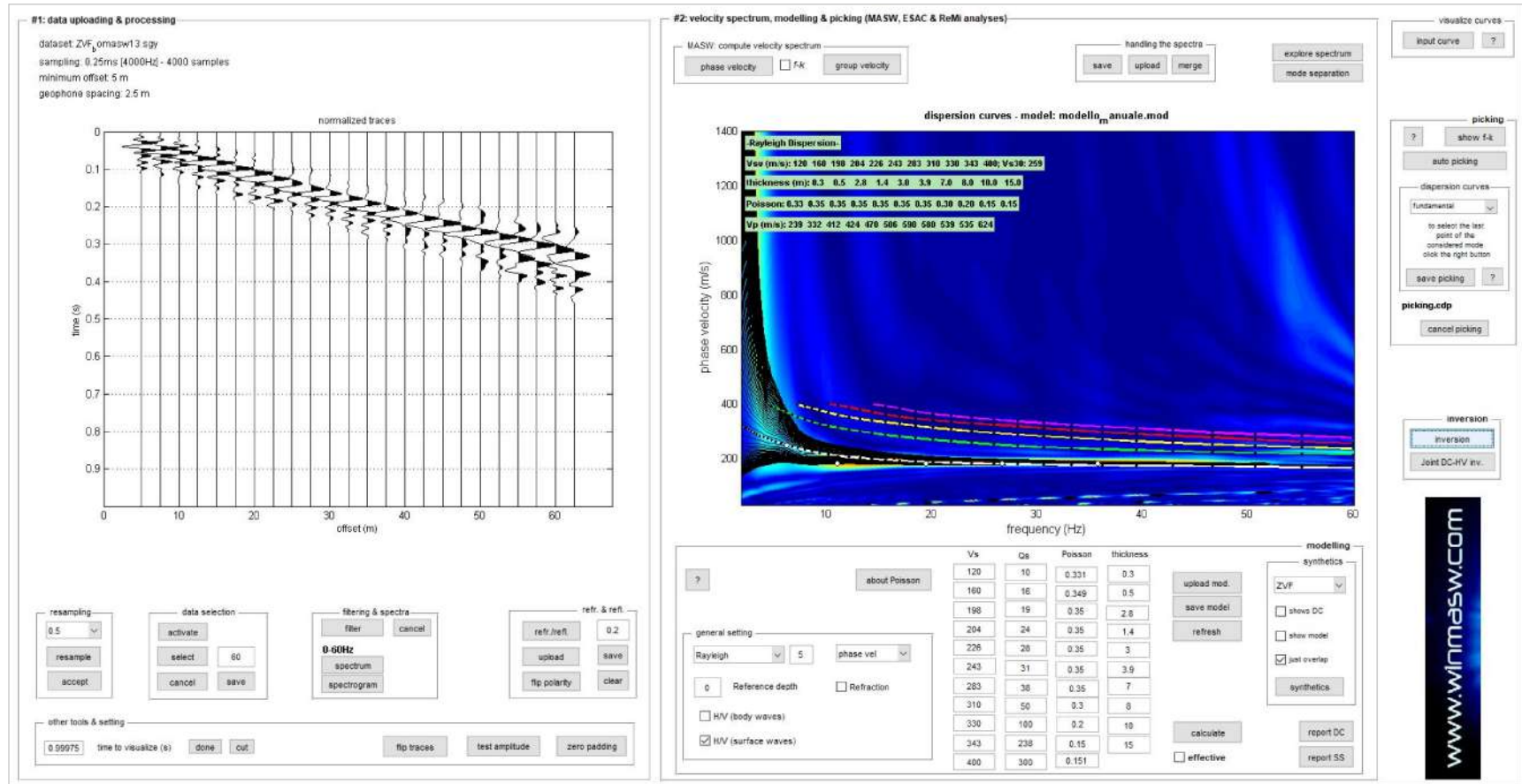


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW12 - HVSR12

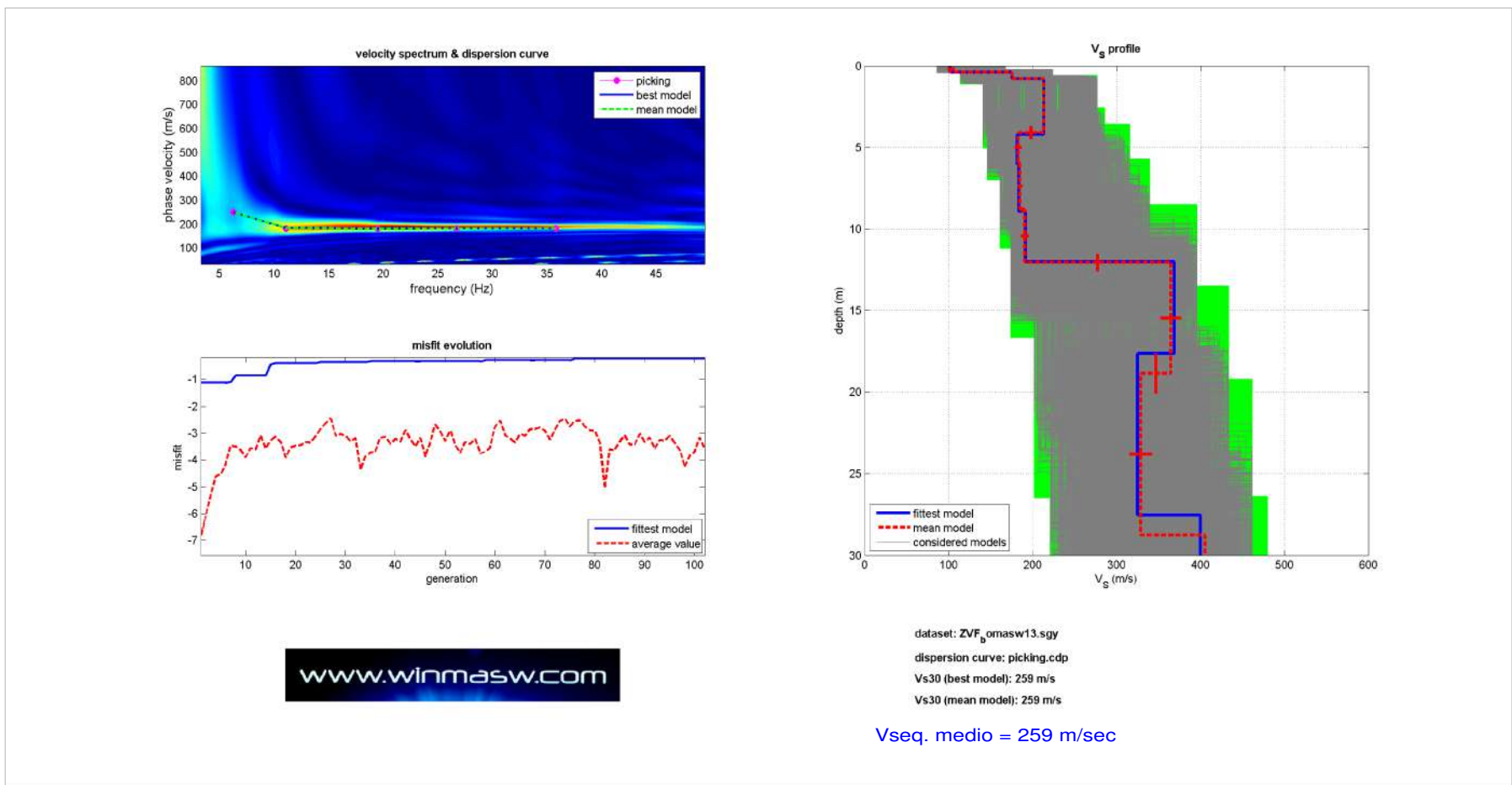


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

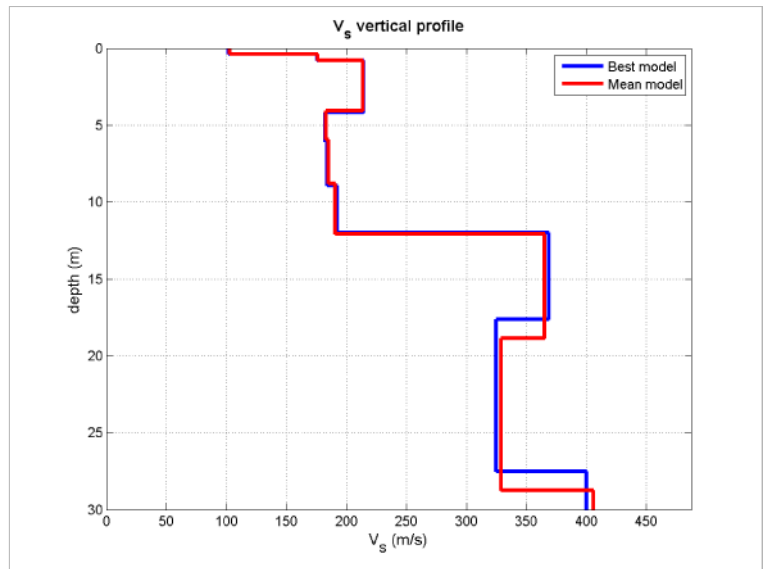


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

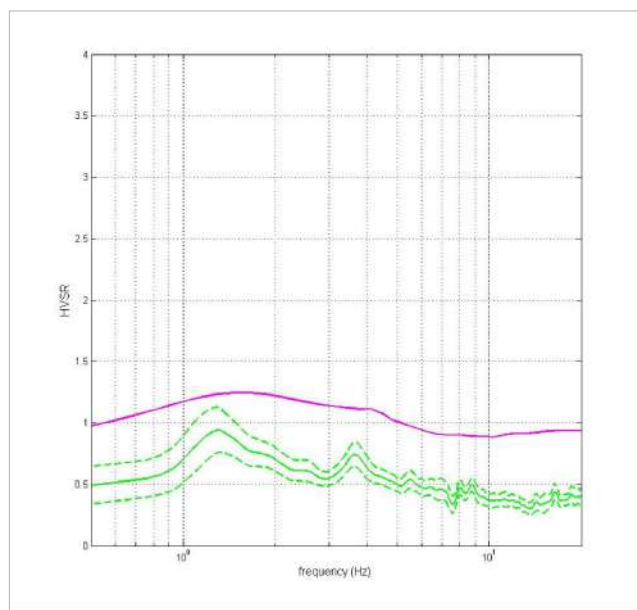
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW13

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

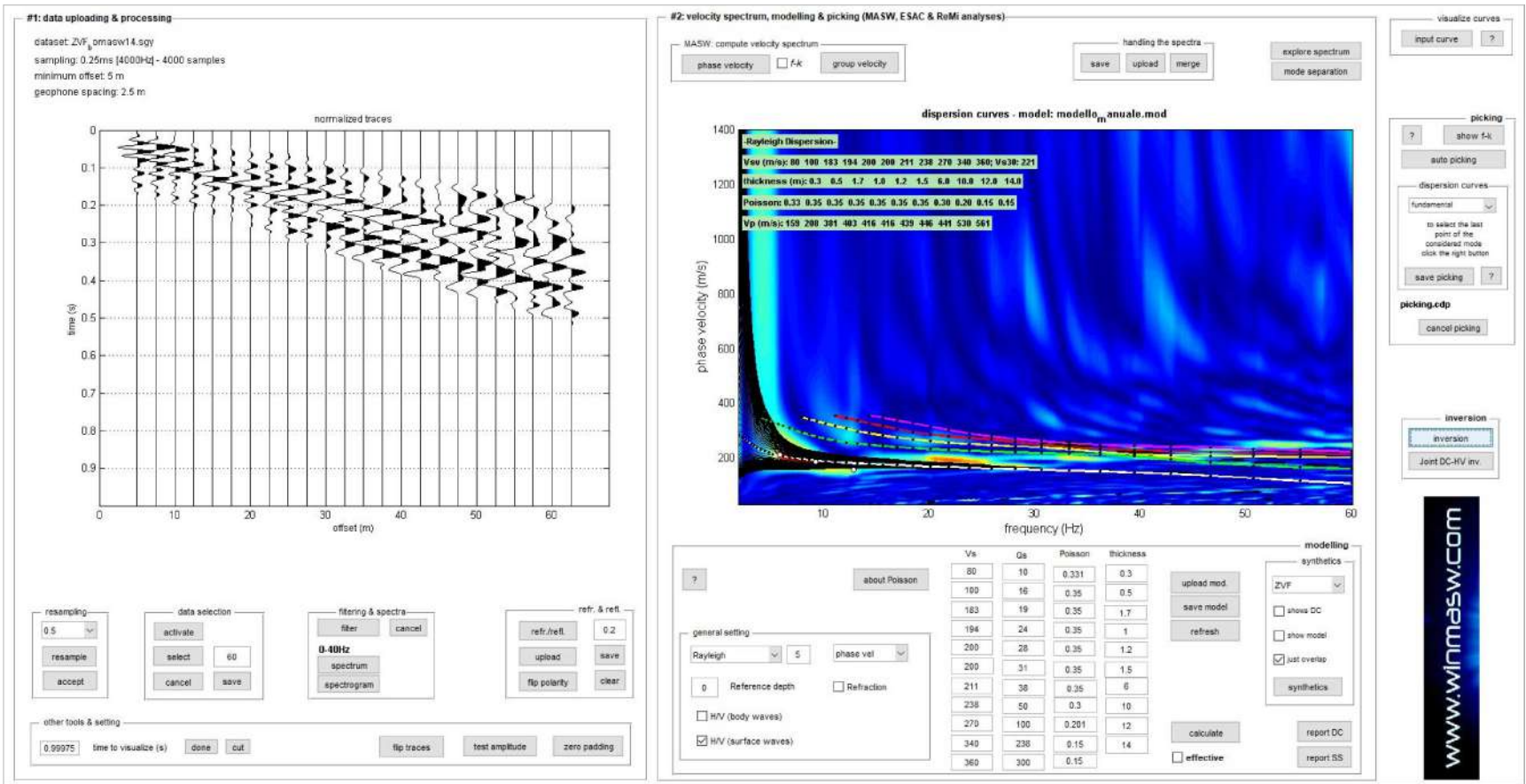


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW13 - HVSR13

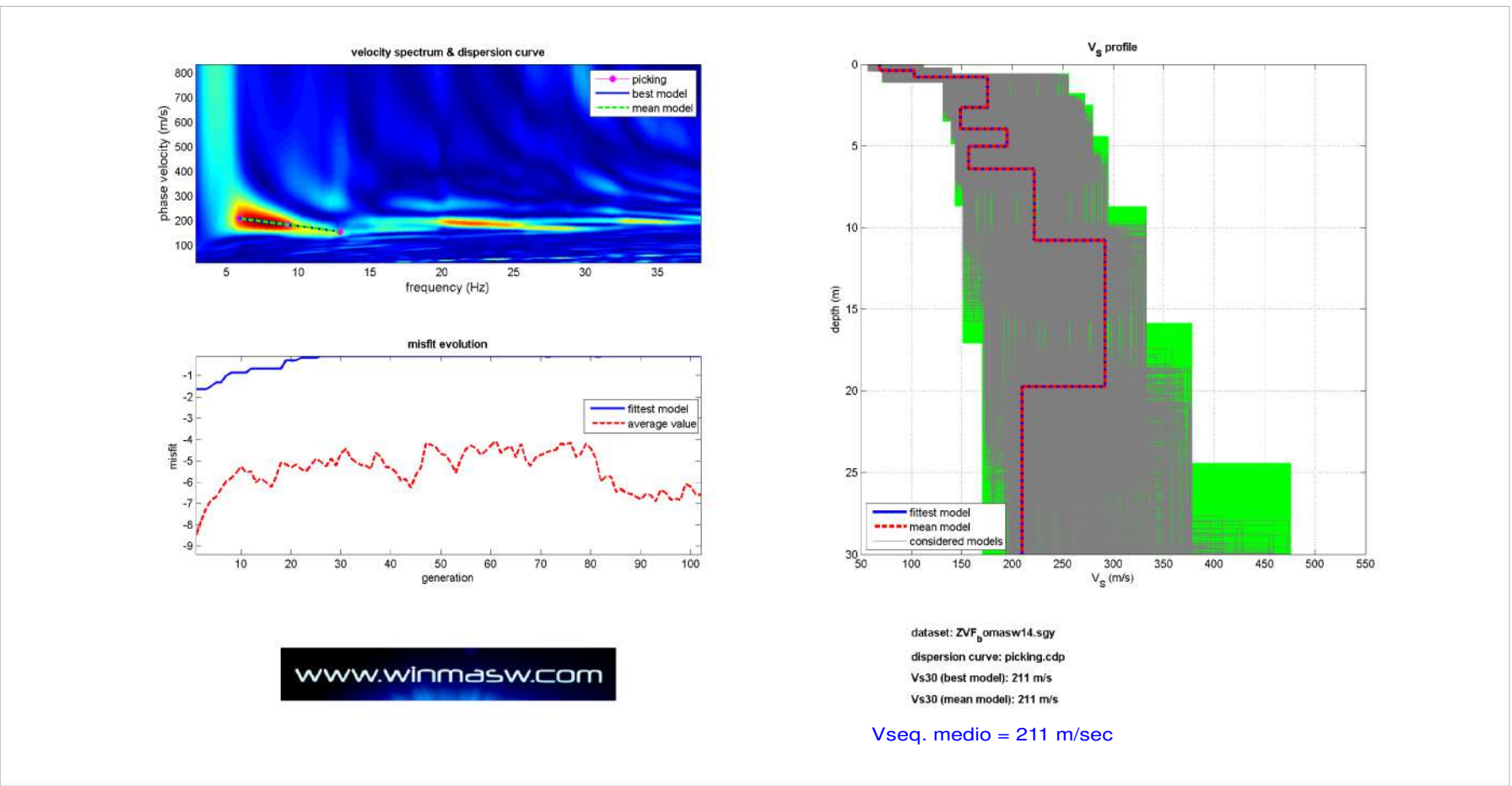


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

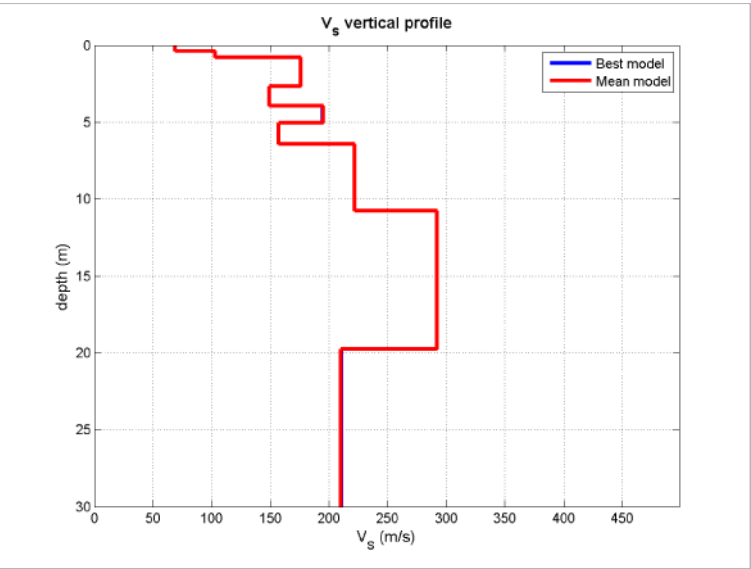


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

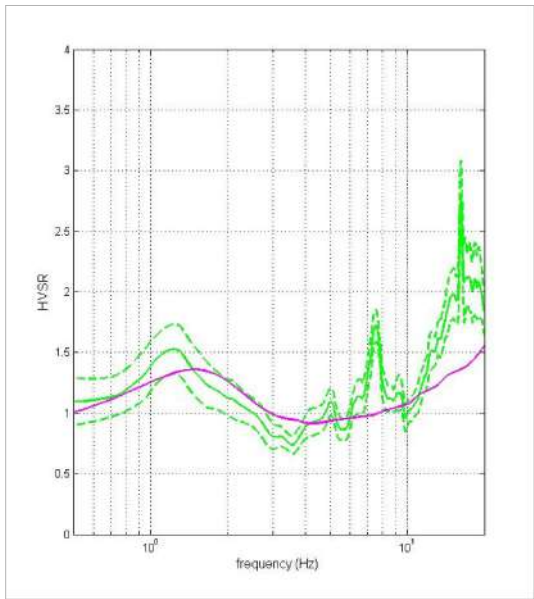
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW14

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'

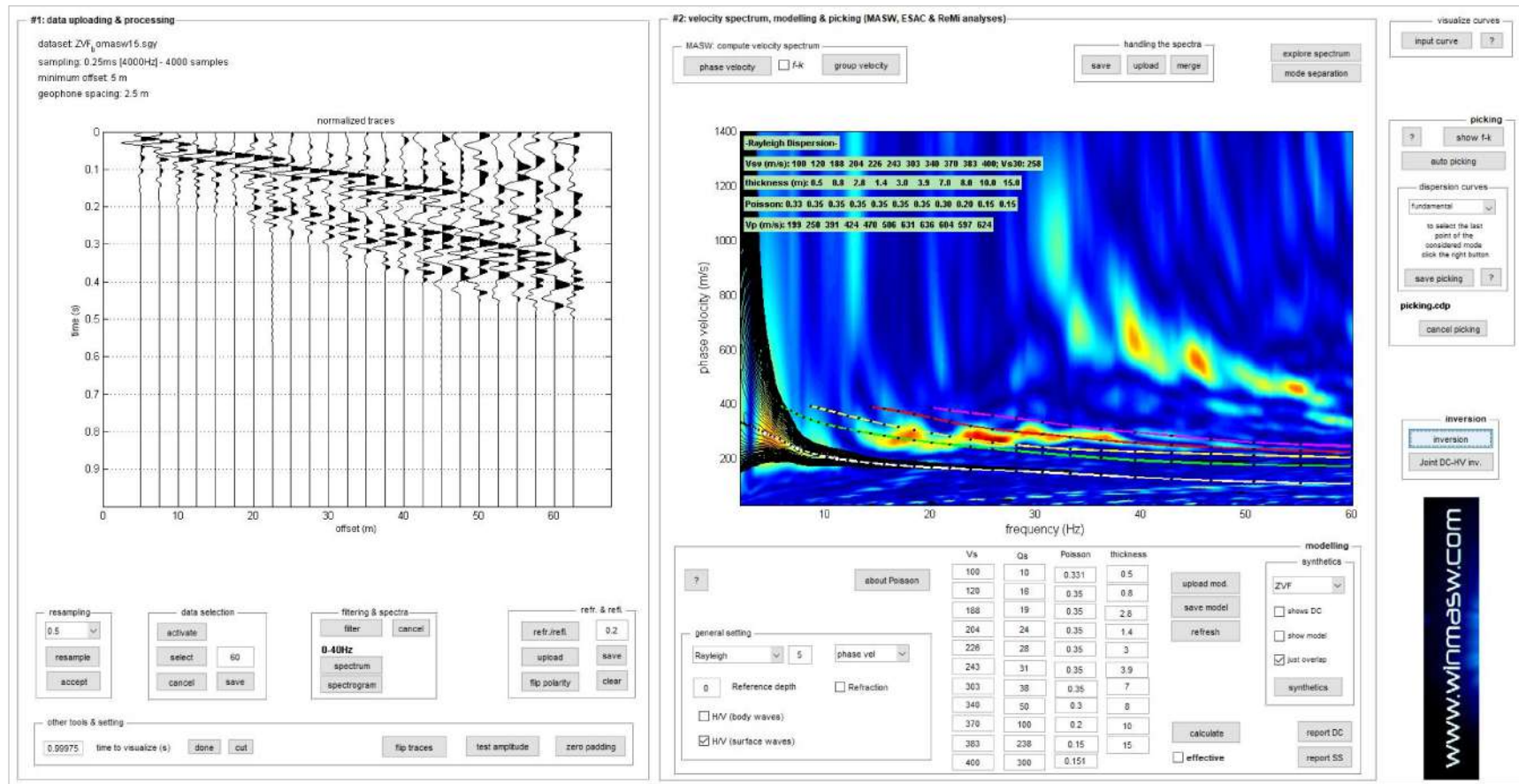


INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW14 - HVSR14

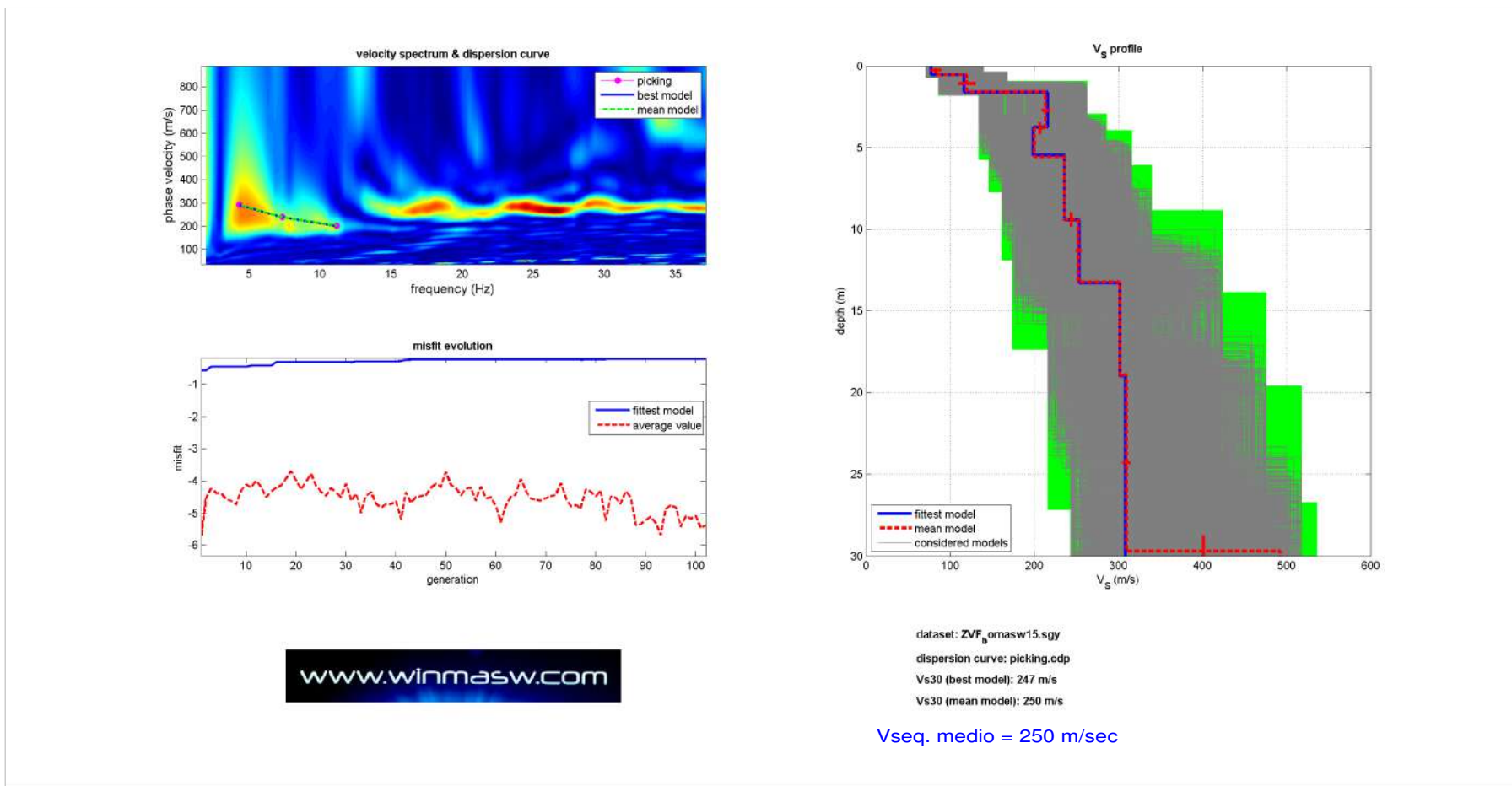


DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





PICKING SPETTRO DI VELOCITA'

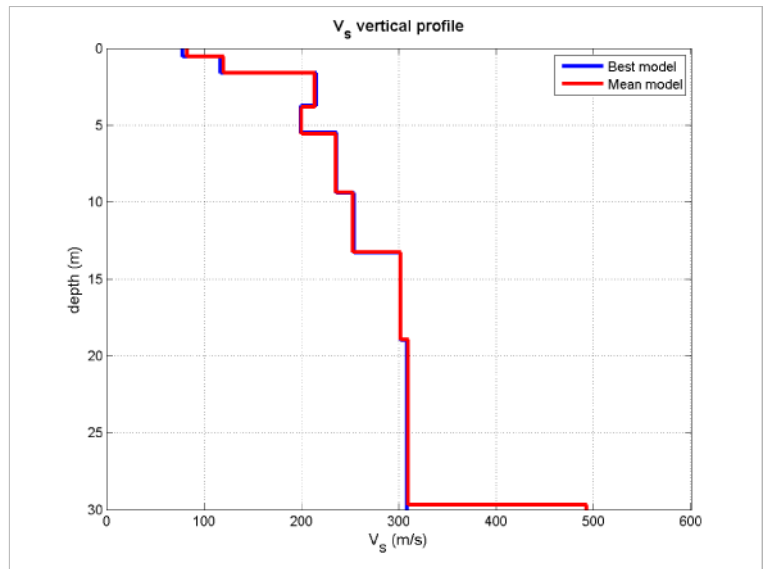


INVERSIONE CURVA DI DISPERSIONE

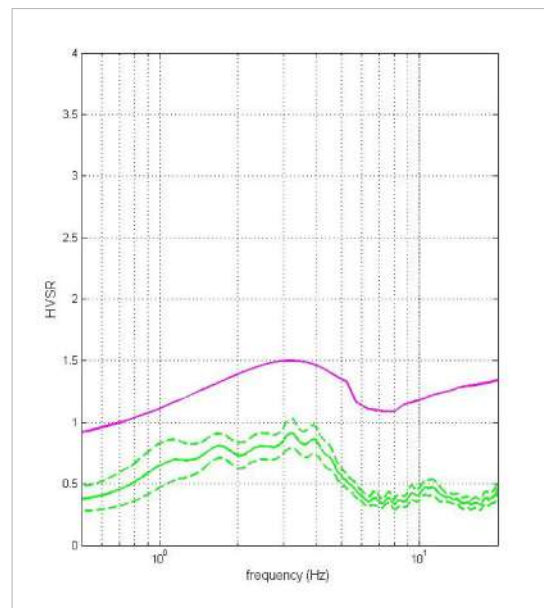
RISULTANZE DELL'ANALISI SISMICA MASW15

Committente: COMUNE DI BOLOGNA

PROFILO DI VELOCITA'



INTERPRETAZIONE CONGIUNTA MASW15 - HVSR15



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





ECOCANTIERI S.r.l.
SERVIZI GEOTECNICI E GEOAMBIENTALI

REPORT INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO 4_ INDAGINI HVSR

Committente: Comune di Bologna

**Cantiere: Sondaggi preliminari Archeologici e Geologici per
progettazione Linea Verde Tranvia**

Oggetto: Indagini geognostiche

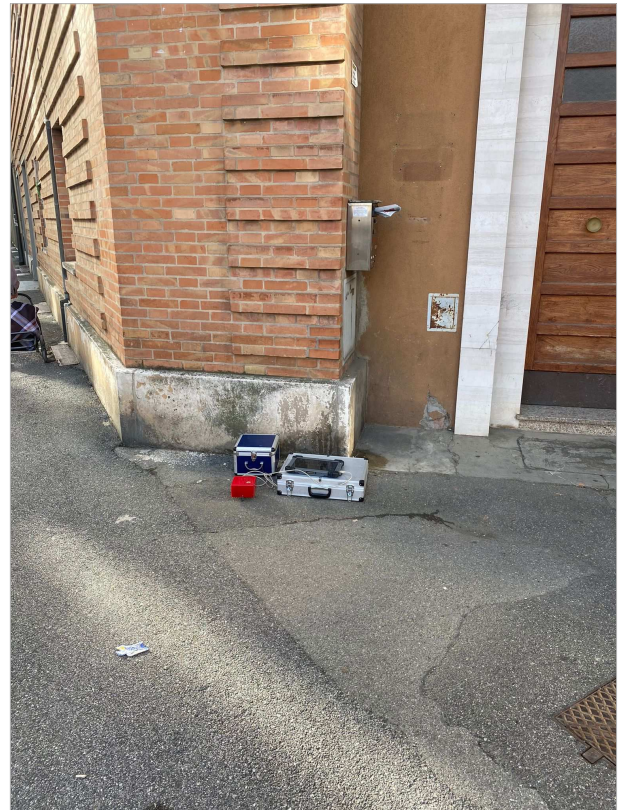
CIG: 9923964A28

CUP: F31D21000020001



HVSR1

DATE	23.10.2023	HOUR	9:11	PLACE	Bologna
OPERATOR	Geologica Toscana snc		GPS TYPE and #		
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE	4931653	Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE	1686609	ALTITUDE	36 m slm
STATION TYPE	GPA Engineering		SENSOR TYPE		3D - 4,5 Hz
STATION #			SENSOR #		DISK #
FILE NAME	Bologna_HVSR1.saf			POINT #	
GAIN	SAMPL. FREQ		300 Hz	REC. DURATION	20 min minutes seconds
WEATHER	WIND	<input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):			
CONDITIONS	RAIN	<input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):			
Temperature (approx):		14 Remarks			
GROUND	<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)				
TYPE	<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other				
		<input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks			
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type					
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type					
TRANSIENTS	none	few	moderate	many	very dense
cars				<input checked="" type="checkbox"/>	
trucks			<input checked="" type="checkbox"/>		
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>			
other	<input checked="" type="checkbox"/>				
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type			
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Buildings			
OBSERVATIONS		FREQUENCY: Hz (if computed in the field)			



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR1

Peak frequency (Hz): 3.8 (± 3.2)

Peak HVSR value: 0.8 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: 3.754 > 0.5 (OK)
- #2. [$nc > 200$]: 8483 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 7.1Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 0.8 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)$]: 3.185 > 0.188 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.127 < 1.58 (OK)

[show data](#)
[reset](#)
[show location](#)

step#1 (optional) - decimate
 64Hz

step#2 - H/V computation
 both Rad. & Tr.
 20 window length (s)
 8 tapering (%)
 9 outlier tolerance threshold
 10%
☐ show particle motion (raw data)
☒ full output

step#3a (optional) - directivity analysis
 max freq: 32 Hz

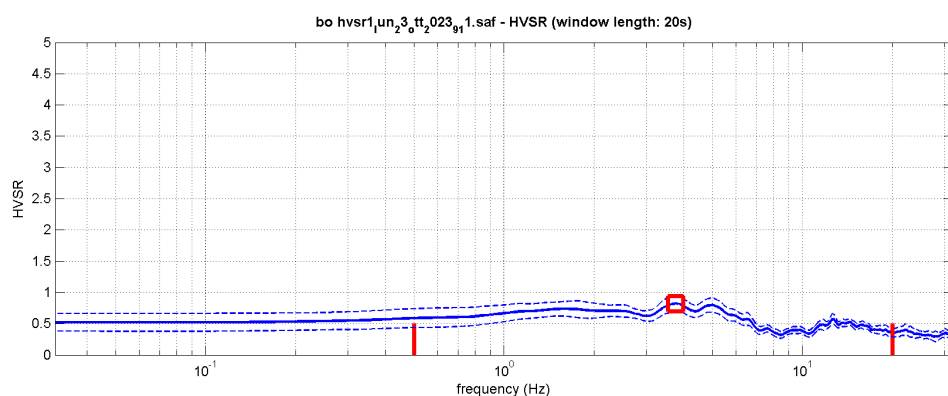
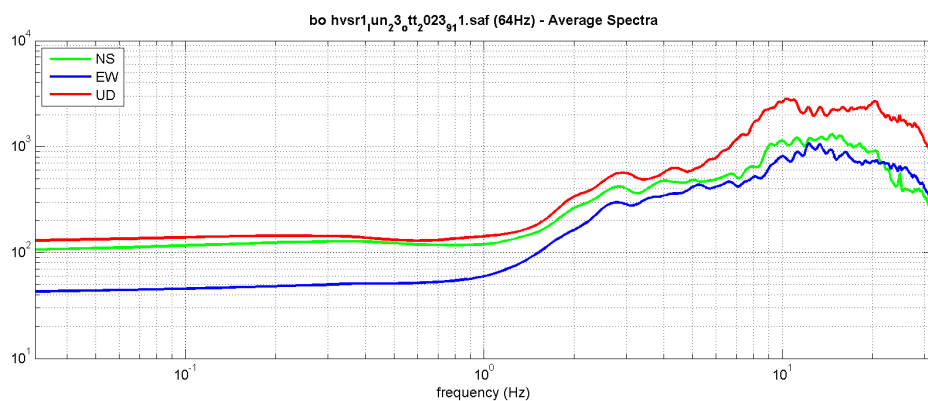
step#3b (optional) - directivity over time
 time step: 50 s

save - option#1: save HVSR as it is
 save HV/ from 0.05 to 64 Hz

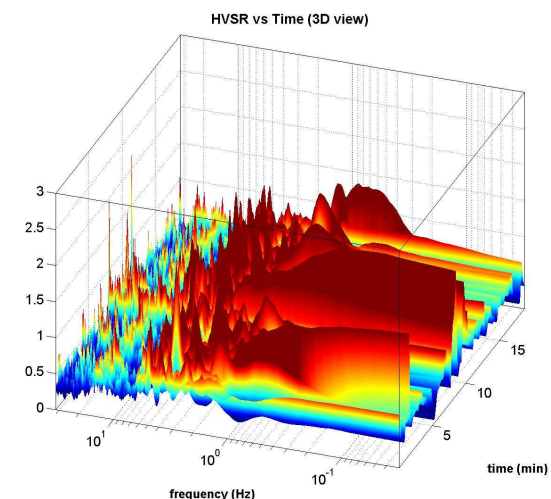
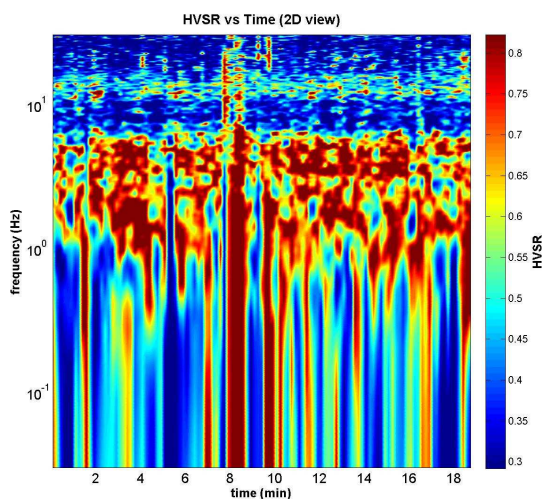
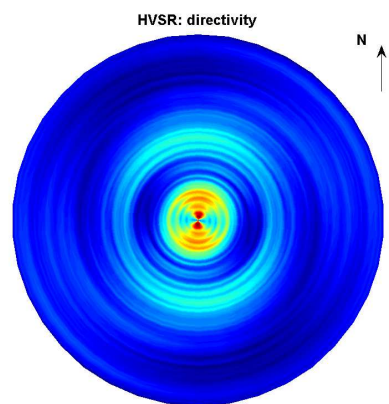
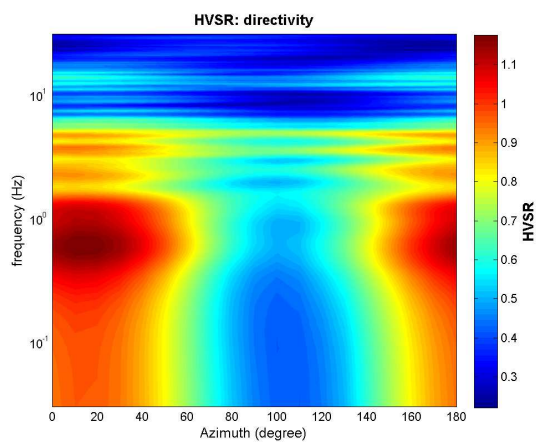
save - option#2: picking HV curve

quick analysis (f=Vs/4H)
 180 average Vs (m/s)
 (from surface to bedrock)
 20 depth of the bedrock (m)
 1000 Vs of the bedrock

www.winmasw.com



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/ls, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve



HVSR2

DATE 23.10.2023		HOUR 9:41		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4932116		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1686642		ALTITUDE 35 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR2.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 15 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks			<input checked="" type="checkbox"/>				pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks			<input checked="" type="checkbox"/>																																					
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Buildings																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR2

Peak frequency (Hz): 3.1 (± 5.8)
Peak HVSR value: 1.2 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $3.065 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $6683 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.8Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.7Hz (OK)
- #3. $[A_0 > 2]$: $1.2 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)
- #5. $[\sigma_{Af} < \epsilon(f_0)]$: $5.760 > 0.153$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.221 < 1.58$ (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr2_un2_3_tt_023_94.1.saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr2_un2_3_tt_023_94.1.saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/ESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

N

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR vs Time (3D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR3

DATE 23.10.2023		HOUR 10:06		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4932526		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1686646		ALTITUDE 33 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR3.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):																																						
		Temperature (approx): 16		Remarks																																				
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other																																						
		<input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Buildings, Trees																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: (if computed in the field) Hz																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR3

Peak frequency (Hz): 3.0 (± 1.8)

Peak HVSR value: 1.0 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 2.972 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 6657 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.8Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 7.0Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.0 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 1.754 > 0.149 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.134 < 1.58 (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max. freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr3_un2_3_tt_023_0_e_saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr3_un2_3_tt_023_0_e_saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

N

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR vs Time (3D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR4

DATE 23.10.2023		HOUR 10:33		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4932670		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1686669		ALTITUDE 33 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR4.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 18 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Buildings, Trees																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR4

Peak frequency (Hz): 3.8 (± 2.3)
 Peak HVSR value: 1.0 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: 3.785 > 0.5 (OK)
- #2. [$nc > 200$]: 8100 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f^- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f^-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 1.0Hz (OK)
- #2. [exists f^+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f^+) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.8Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.0 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 2.292 > 0.189 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.138 < 1.58 (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save- option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save- option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr4_un2_3_ft_023_0_3.saf (64Hz) - Average Spectra

This plot shows the average H/V ratio for three components: NS (green), EW (blue), and UD (red). The x-axis is frequency in Hz on a logarithmic scale from 10⁻¹ to 10¹. The y-axis is the H/V ratio on a logarithmic scale from 10¹ to 10⁴. The UD component shows a prominent peak around 10 Hz, while the NS and EW components show broader peaks at higher frequencies.

bo hvsr4_un2_3_ft_023_0_3.saf - HVSR (window length: 20s)

This plot shows the HVSR ratio for the same three components. The x-axis is frequency in Hz on a logarithmic scale from 10⁻¹ to 10¹. The y-axis is the HVSR ratio on a linear scale from 0 to 5. The UD component shows a sharp peak around 10 Hz, while the NS and EW components show broader peaks at higher frequencies.

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and azimuth (0 to 180 degrees). The color scale represents the H/V ratio from 0.2 to 1.0. The plot shows a clear peak in the H/V ratio around 10 Hz, which is more pronounced at higher azimuths.

HVSR: directivity

This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and azimuth (0 to 180 degrees). The color scale represents the H/V ratio from 0.2 to 1.0. The plot shows a clear peak in the H/V ratio around 10 Hz, which is more pronounced at higher azimuths.

HVSR vs Time (2D view)

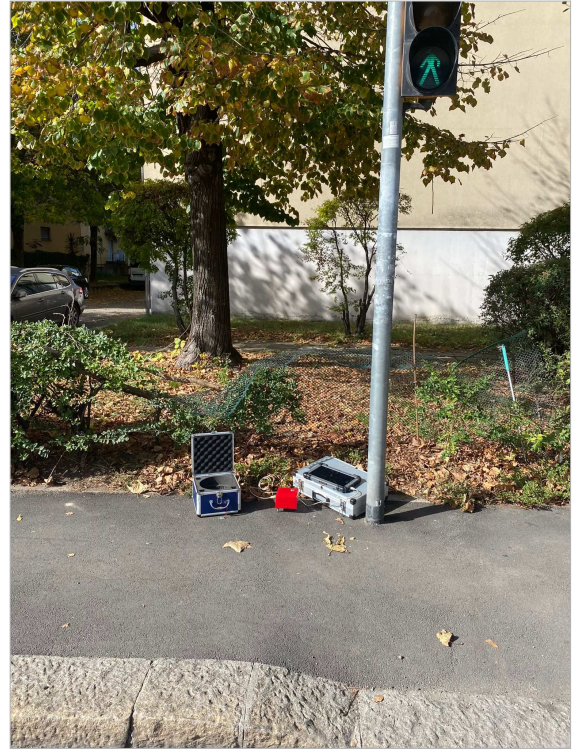
This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and time (2 to 16 minutes). The color scale represents the H/V ratio from 0.3 to 0.9. The plot shows a clear peak in the H/V ratio around 10 Hz, which is more pronounced at higher times.

HVSR vs Time (3D view)

This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and time (2 to 16 minutes). The color scale represents the H/V ratio from 0.3 to 0.9. The plot shows a clear peak in the H/V ratio around 10 Hz, which is more pronounced at higher times.

HVSR5

DATE 23.10.2023		HOUR 10:58		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4932882		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1686716		ALTITUDE 33 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR5.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 21 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Buildings, Trees																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR5

Peak frequency (Hz): 3.7 (± 7.4)

Peak HVSR value: 0.9 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $3.660 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $7832 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2]$: yes (considering standard deviations), at frequency 0.9Hz (OK)
- #2. $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2]$: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. $[A_0 > 2]$: $0.9 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (NO)
- #5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $7.367 > 0.183$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.134 < 1.58$ (OK)

[show data](#)
[reset](#)
[show location](#)

step#1 (optional) - decimate
 64Hz

step#2 - H/V computation

 20 window length (s)
 8 tapering (%)
 9 outlier tolerance threshold
 10%
☐ show particle motion (raw data)
☒ full output

step#3a (optional) - directivity analysis
 max. freq: 32 Hz

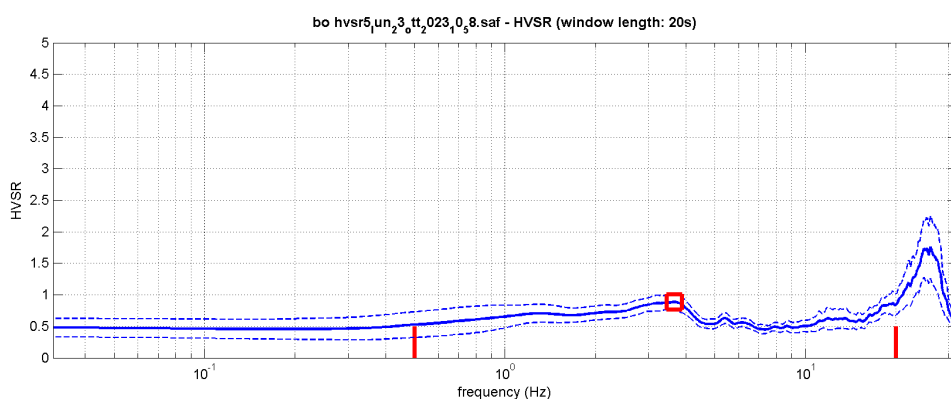
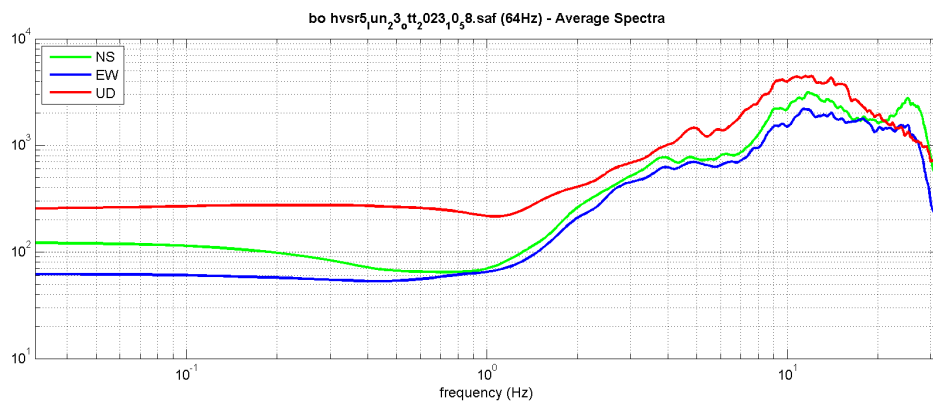
step#3b (optional) - directivity over time
 time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is
 save HV from 0.05 to 64 Hz

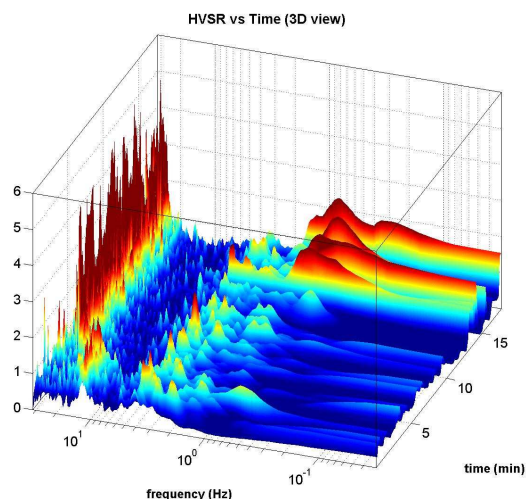
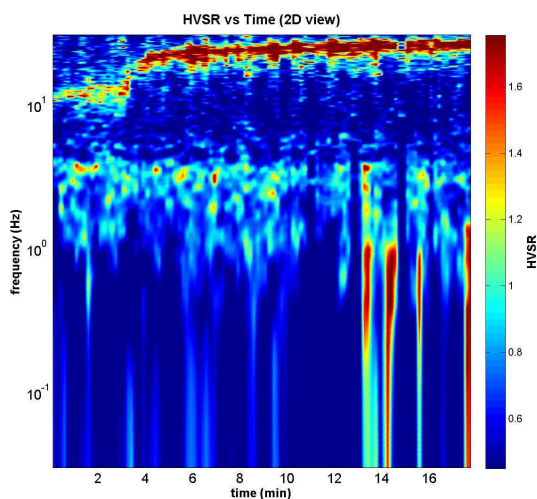
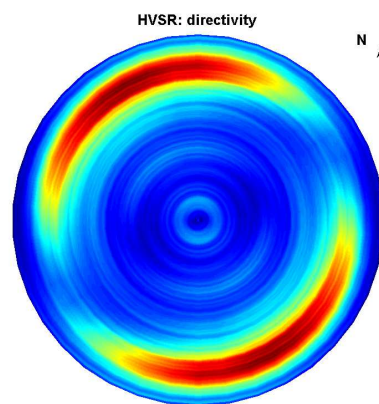
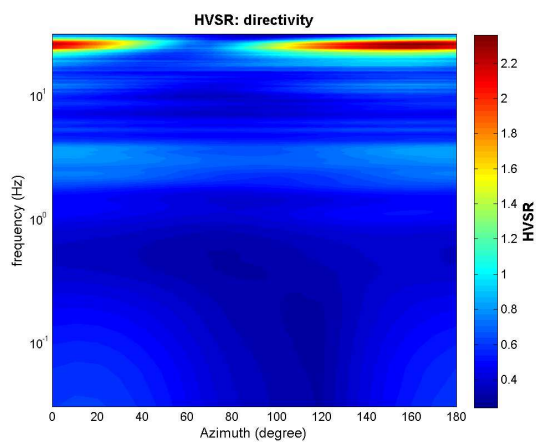
save - option#2: picking H/V curve

quick analysis (f=Vs/4H)
 180 average Vs (m/s) (from surface to bedrock)
 20 depth of the bedrock (m)
 1000 Vs of the bedrock

www.winmasw.com



To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve



HVSR6

DATE 23.10.2023		HOUR 11:26		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4933620		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1687023		ALTITUDE 31 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR6.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 24 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Buildings																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR6

Peak frequency (Hz): 3.6 (± 1.8)
Peak HVSR value: 0.9 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/L_w$]: 3.629 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 7838 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.8Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 0.9 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 1.817 > 0.181 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.138 < 1.58 (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max. freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr6un₂3₀tt₀₂₃1₂6.saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr6un₂3₀tt₀₂₃1₂6.saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

N

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR vs Time (3D view)

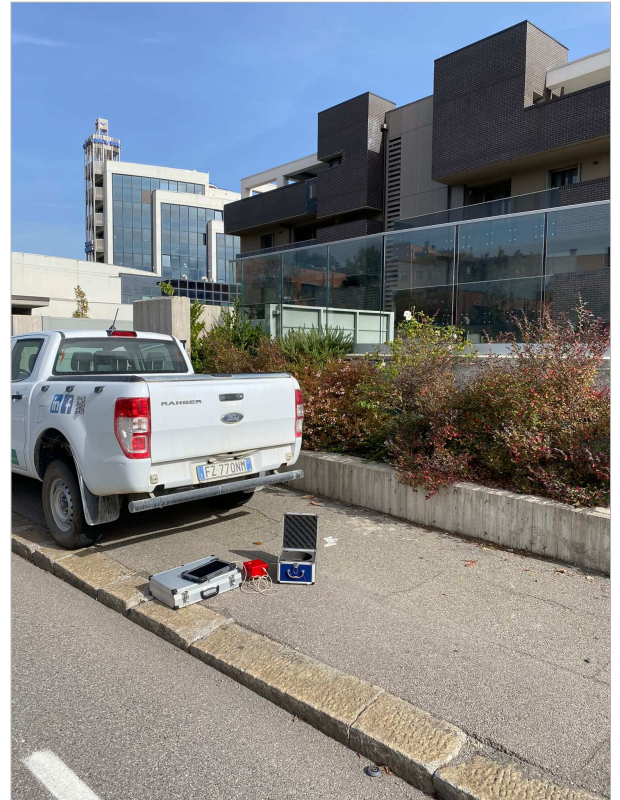
frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR7

DATE 23.10.2023		HOUR 11:55		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4933919		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1687102		ALTITUDE 30 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR7.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):																																						
		Temperature (approx): 24		Remarks																																				
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other																																						
		<input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Buildings																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: (if computed in the field) Hz																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR7

Peak frequency (Hz): 4.8 (± 2.5)
Peak HVSR value: 1.0 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: 4.817 > 0.5 (OK)
- #2. [$nc > 200$]: 10309 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 2.7Hz (OK)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 7.6Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 1.0 < 2 (NO)
- #4. [$f_{peak}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_{maf} < \epsilon(f_0)$]: 2.503 > 0.241 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.171 < 1.58 (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr7₁un₂3₀tt₀₂₃₁5.saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr7₁un₂3₀tt₀₂₃₁5.saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR vs Time (3D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR8

DATE 23.10.2023		HOUR 12:21		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4934398		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1687253		ALTITUDE 28 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR8.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 24 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Trees																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR8

Peak frequency (Hz): 1.3 (± 6.0)
Peak HVSR value: 0.8 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: 1.283 > 0.5 (OK)
- #2. [$nc > 200$]: 2796 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f_- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: (NO)
- #2. [exists f_+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. [$A_0 > 2$]: 0.8 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (NO)
- #5. [$\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)$]: 5.987 > 0.128 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.152 < 1.78 (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max. freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr8un_3_tt_023_2_1.saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr8un_3_tt_023_2_1.saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

N

HVSR

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR vs Time (3D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR9

DATE 23.10.2023		HOUR 12:50		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4934631		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1687211		ALTITUDE 27 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR9.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 24 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input checked="" type="checkbox"/> scattered <input type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians			<input checked="" type="checkbox"/>				other		<input checked="" type="checkbox"/>				
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians			<input checked="" type="checkbox"/>																																					
other		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...) Trees																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR9

Peak frequency (Hz): 4.0 (± 2.2)
 Peak HVSR value: 1.1 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/L_w]$: $4.004 > 0.5$ (OK)
- #2. $[n_c > 200]$: $8729 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2]$: (NO)
- #2. $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2]$: yes, at frequency 8.5Hz (OK)
- #3. $[A_0 > 2]$: $1.1 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)
- #5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $2.241 > 0.200$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.136 < 1.58$ (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr9un₂3₀tt₀₂₃2₀.saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr9un₂3₀tt₀₂₃2₀.saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR: directivity

N

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR vs Time (3D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR10

DATE	23.10.2023	HOUR	13:17	PLACE	Bologna
OPERATOR	Geologica Toscana snc		GPS TYPE and #		
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE	4934899	Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE	1687178	ALTITUDE 27 m slm	
STATION TYPE	GPA Engineering		SENSOR TYPE		3D - 4,5 Hz
STATION #			SENSOR #		DISK #
FILE NAME			Bologna_HVSR10.saf		
POINT #					
GAIN	SAMPL. FREQ		300 Hz	REC. DURATION 20 min minutes seconds	
WEATHER	WIND	<input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):			
CONDITIONS	RAIN	<input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):			
Temperature (approx):		24 Remarks			
GROUND	<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)				
TYPE	<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other				
<input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil		Remarks			
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type					
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type					
TRANSIENTS		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...)			
		<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type			
cars		NEARBY STRUCTURES (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...)			
trucks		(description, height, distance)			
pedestrians		Buildings, Trees			
other					
OBSERVATIONS			FREQUENCY: Hz (if computed in the field)		



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR10

Peak frequency (Hz): 1.1 (± 2.1)

Peak HVSR value: 1.0 (± 0.1)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $1.064 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $1893 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. $[\text{exists } f_- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f_-) < A_0/2]$: (NO)
- #2. $[\text{exists } f_+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f_+) < A_0/2]$: (NO)
- #3. $[A_0 > 2]$: $1.0 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)
- #5. $[\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)]$: $2.051 > 0.106$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.128 < 1.78$ (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr10,un₂0,tt₂023,3,7.saf (64Hz) - Average Spectra

This plot shows the average H/V ratio for three components: NS (green), EW (blue), and UD (red). The x-axis is frequency in Hz on a logarithmic scale from 10⁻¹ to 10¹. The y-axis is the H/V ratio on a logarithmic scale from 10¹ to 10⁴. The UD component shows a prominent peak around 10 Hz, while the NS and EW components show broader peaks at higher frequencies.

bo hvsr10,un₂0,tt₂023,3,7.saf - HVSR (window length: 20s)

This plot shows the HVSR ratio for the same three components. The x-axis is frequency in Hz on a logarithmic scale from 10⁻¹ to 10¹. The y-axis is the HVSR ratio on a linear scale from 0 to 5. The UD component shows a sharp peak around 10 Hz, while the NS and EW components show broader peaks at higher frequencies.

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and azimuth (0 to 180 degrees). The color scale represents the H/V ratio from 0.5 to 3.5. The plot shows a clear pattern of high H/V ratio at low frequencies and low azimuth, which decreases as frequency increases and azimuth increases.

HVSR: directivity

This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and azimuth (0 to 180 degrees). The color scale represents the H/V ratio from 0.5 to 3.5. The plot shows a clear pattern of high H/V ratio at low frequencies and low azimuth, which decreases as frequency increases and azimuth increases.

HVSR vs Time (2D view)

This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and time (2 to 14 minutes). The color scale represents the H/V ratio from 0.4 to 1.8. The plot shows a clear pattern of high H/V ratio at low frequencies and low time, which decreases as frequency increases and time increases.

HVSR vs Time (3D view)

This plot shows the H/V ratio as a function of frequency (log scale, 10⁻¹ to 10¹ Hz) and time (2 to 14 minutes). The color scale represents the H/V ratio from 0.4 to 1.8. The plot shows a clear pattern of high H/V ratio at low frequencies and low time, which decreases as frequency increases and time increases.

HVSR11

DATE 23.10.2023	HOUR 13:43	PLACE Bologna																																			
OPERATOR Geologica Toscana snc		GPS TYPE and #																																			
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4935265	Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1687291	ALTITUDE 26 m slm																																			
STATION TYPE GPA Engineering	SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																				
STATION #	SENSOR #	DISK #																																			
FILE NAME Bologna_HVSR11.saf		POINT #																																			
GAIN	SAMPL. FREQ 300 Hz	REC. DURATION 20 min minutes seconds																																			
WEATHER	WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):																																				
CONDITIONS	RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):																																				
Temperature (approx): 23 Remarks																																					
GROUND	<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																				
TYPE	<input type="checkbox"/> asphalt <input checked="" type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other																																				
<input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks																																					
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type																																					
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input checked="" type="checkbox"/> scattered <input type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type																																					
TRANSIENTS	MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type																																				
<table><thead><tr><th></th><th>none</th><th>few</th><th>moderate</th><th>many</th><th>very dense</th><th>distance</th></tr></thead><tbody><tr><td>cars</td><td></td><td></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>trucks</td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>pedestrians</td><td></td><td></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>other</td><td></td><td><input checked="" type="checkbox"/></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>		none	few	moderate	many	very dense	distance	cars			<input checked="" type="checkbox"/>				trucks	<input checked="" type="checkbox"/>						pedestrians			<input checked="" type="checkbox"/>				other		<input checked="" type="checkbox"/>					NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures, ...) Trees	
	none	few	moderate	many	very dense	distance																															
cars			<input checked="" type="checkbox"/>																																		
trucks	<input checked="" type="checkbox"/>																																				
pedestrians			<input checked="" type="checkbox"/>																																		
other		<input checked="" type="checkbox"/>																																			
OBSERVATIONS		FREQUENCY: Hz (if computed in the field)																																			



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR11

Peak frequency (Hz): 1.2 (± 8.0)
Peak HVSR value: 0.9 (± 0.2)

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $1.189 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $2686 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] \mid AH/V(f^-) < A_0/2]$: yes (considering standard deviations), at frequency 0.5Hz (OK)
- #2. $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] \mid AH/V(f^+) < A_0/2]$: (NO)
- #3. $[A_0 > 2]$: $0.9 < 2$ (NO)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (NO)
- #5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $7.975 > 0.119$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.157 < 1.78$ (OK)

show data reset show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20 window length (s)

8 tapering (%)

9 outlier tolerance threshold

10% spectral smoothing (triangular window)

show particle motion (raw data)

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSr as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180 average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

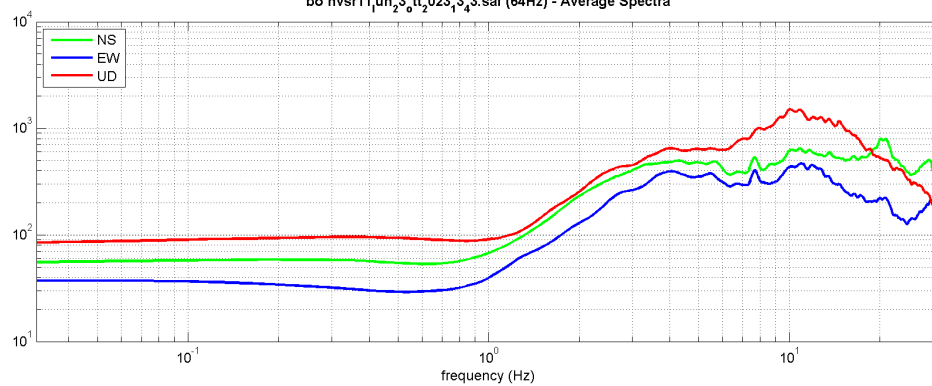
20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock

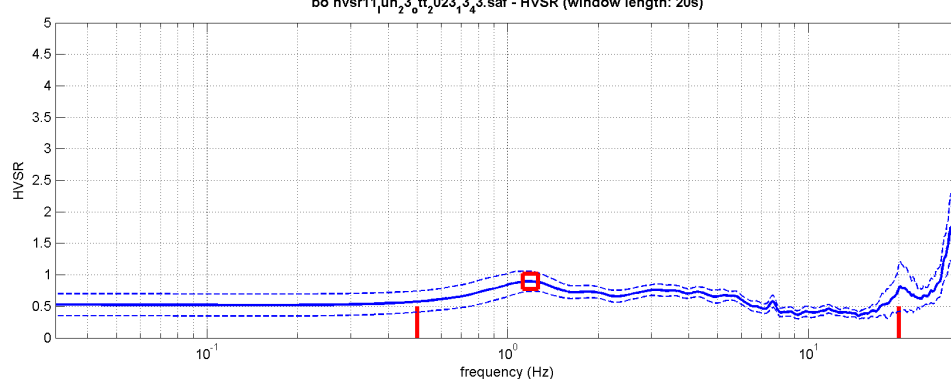
clean

compute

bo hvsr11,un23,tt023,3,3.saf (64Hz) - Average Spectra

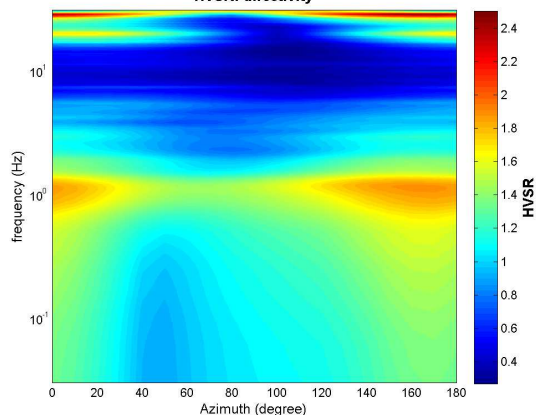


bo hvsr11,un23,tt023,3,3.saf - HVSr (window length: 20s)

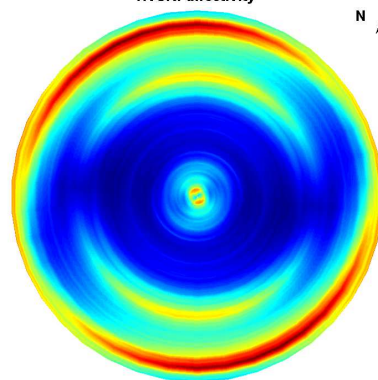


To model the HVSr (also jointly with MASW or ReMiESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

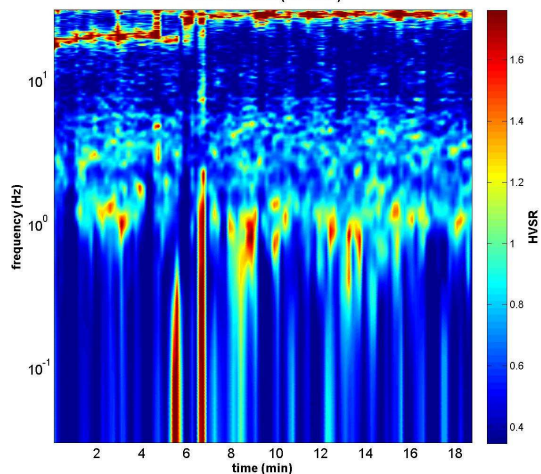
HVSr: directivity



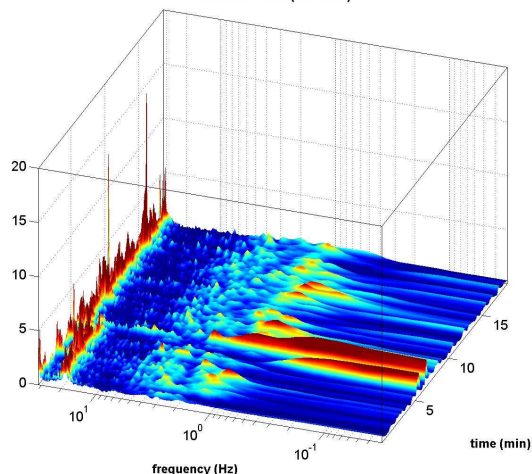
HVSr: directivity



HVSr vs Time (2D view)



HVSr vs Time (3D view)



HVSR12

DATE 23.10.2023		HOUR 15:38		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4935488		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1687573		ALTITUDE 26 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR12.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 23 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input checked="" type="checkbox"/> scattered <input type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars		<input checked="" type="checkbox"/>					trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>					other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____ NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures, ...)																																						
		Trees																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR12

Peak frequency (Hz): 1.0 (± 3.8)

Peak HVSR value: 1.2 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve ===

#1. $[f_0 > 10/Lw]: 1.032 > 0.5$ (OK)

#2. $[nc > 200]: 2250 > 200$ (OK)

#3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) ===

#1. $[\text{exists } f^- \text{ in the range } [f_0/4, f_0] | AH/V(f^-) < A_0/2]:$ (NO)

#2. $[\text{exists } f^+ \text{ in the range } [f_0, 4f_0] | AH/V(f^+) < A_0/2]:$ yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)

#3. $[A_0 > 2]: 1.2 < 2$ (NO)

#4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]:$ (NO)

#5. $[\sigma_{\text{maf}} < \epsilon(f_0)]: 3.792 > 0.103$ (NO)

#6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]: 0.259 < 1.78$ (OK)

show data reset show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz new frequency resample

step#2 - H/V computation

remove events both Rad. & Tr. clean axes

20 window length (s)

8 tapering (%)

9 outlier tolerance threshold

10% spectral smoothing (triangular window)

show particle motion (raw data)

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSr as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180 average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

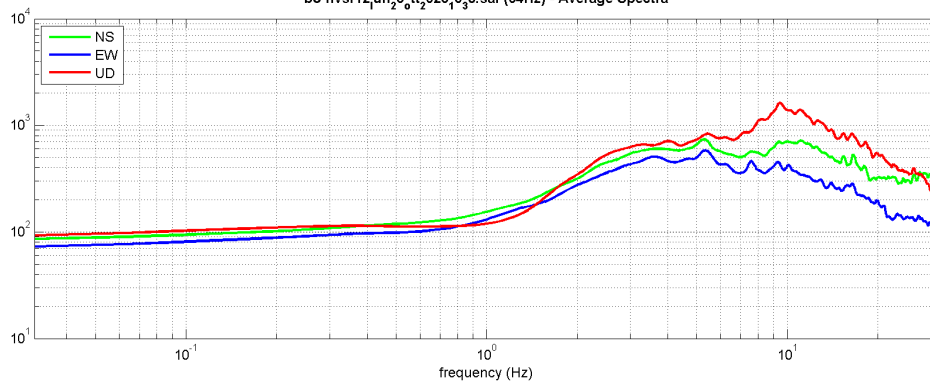
20 depth of the bedrock (m)

1000 Vs of the bedrock:

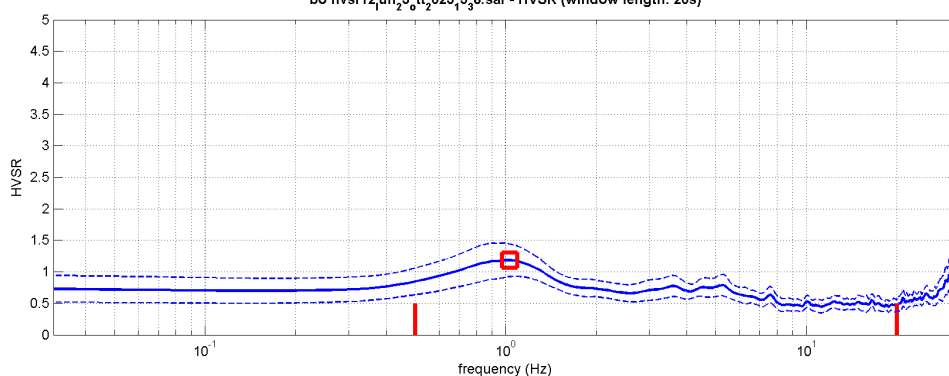
clean

compute

bo_hvsr12_un2_3_tt_023_5_8.saf (64Hz) - Average Spectra

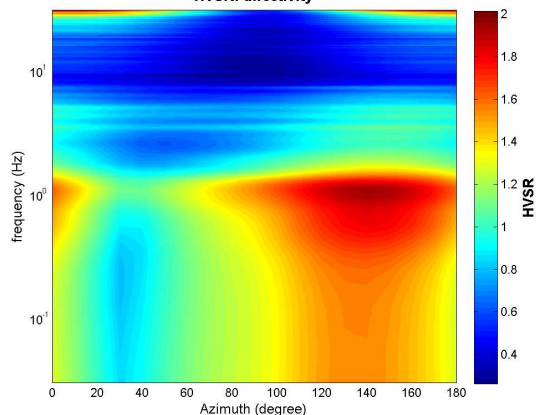


bo_hvsr12_un2_3_tt_023_5_8.saf - HVSr (window length: 20s)

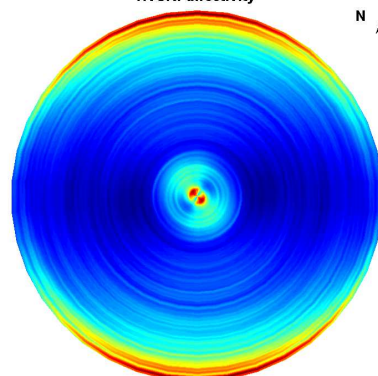


To model the HVSr (also jointly with MASW or ReMESAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

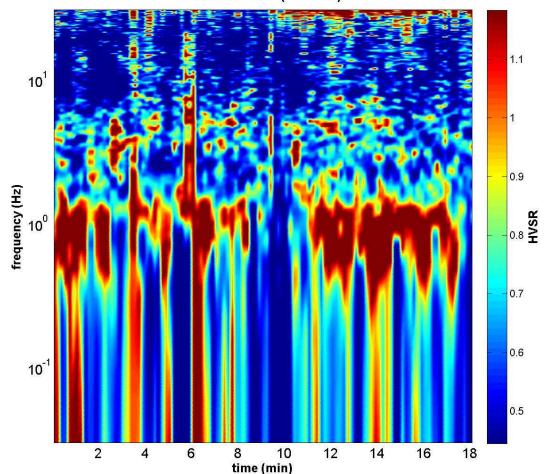
HVSr: directivity



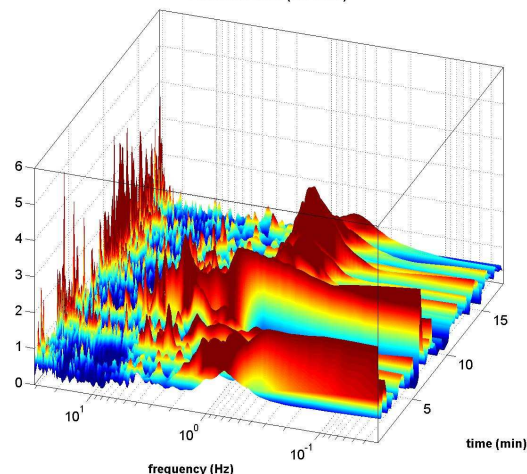
HVSr: directivity



HVSr vs Time (2D view)



HVSr vs Time (3D view)



HVSR13

DATE	23.10.2023	HOUR	16:06	PLACE	Bologna
OPERATOR	Geologica Toscana snc		GPS TYPE and #		
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE	4935712	Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE	1687475	ALTITUDE 26 m slm	
STATION TYPE	GPA Engineering		SENSOR TYPE		3D - 4,5 Hz
STATION #			SENSOR #		DISK #
FILE NAME	Bologna_HVSR13.saf			POINT #	
GAIN			SAMPL. FREQ	300 Hz	REC. DURATION 20 min minutes seconds
WEATHER	WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____				
CONDITIONS	RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____				
Temperature (approx): 23 Remarks _____					
GROUND	<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)				
TYPE	<input checked="" type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____				
<input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____					
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____					
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input checked="" type="checkbox"/> scattered <input type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____					
TRANSIENTS		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...)			
		<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____			
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...)			
		Trees, Buildings			
OBSERVATIONS		FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)			



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR13

Peak frequency (Hz): 1.3 (± 2.3)

Peak HVSR value: 0.9 (± 0.2)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: 1.314 > 0.5 (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: 2680 > 200 (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.5Hz (OK)
- #2. [exists f+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f+) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: 0.9 < 2 (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)$]: 2.272 > 0.131 (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: 0.181 < 1.78 (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max. freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr13,un₂3,tt₀23,6₆saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr13,un₂3,tt₀23,6₆saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

N

HVSR

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR vs Time (3D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR14

DATE	23.10.2023	HOUR	16:36	PLACE	Bologna
OPERATOR	Geologica Toscana snc		GPS TYPE and #		
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE	4935737	Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE	1687266	ALTITUDE 24 m slm	
STATION TYPE	GPA Engineering		SENSOR TYPE		3D - 4,5 Hz
STATION #			SENSOR #		DISK #
FILE NAME			Bologna_HVSR14.saf		
POINT #					
GAIN	SAMPL. FREQ		300 Hz	REC. DURATION 20 min minutes seconds	
WEATHER	WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):				
CONDITIONS	RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any):				
Temperature (approx): 23 Remarks					
GROUND	<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input checked="" type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input checked="" type="checkbox"/> tall)				
TYPE	<input type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other				
<input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks					
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type					
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input checked="" type="checkbox"/> scattered <input type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type					
TRANSIENTS		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...)			
		<input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type			
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures...)			
		Trees			
OBSERVATIONS		FREQUENCY: Hz (if computed in the field)			



Qualità della misura:

MISURA TIPO B2

HVSR14

Peak frequency (Hz): 16.2 (± 1.6)
Peak HVSR value: 2.8 (± 0.3)

=== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. $[f_0 > 10/Lw]$: $16.203 > 0.5$ (OK)
- #2. $[nc > 200]$: $35647 > 200$ (OK)
- #3. $[f_0 > 0.5\text{Hz}; \sigma_A(f) < 2 \text{ for } 0.5f_0 < f < 2f_0]$ (OK)

=== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f- in the range $[f_0/4, f_0]$ | $AH/V(f-) < A_0/2$]: yes, at frequency 4.1Hz (OK)
- #2. [exists f+ in the range $[f_0, 4f_0]$ | $AH/V(f+) < A_0/2$]: (NO)
- #3. $[A_0 > 2]$: $2.8 > 2$ (OK)
- #4. $[f_{\text{peak}}[Ah/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%]$: (OK)
- #5. $[\sigma_A(f) < \epsilon(f_0)]$: $1.553 > 0.810$ (NO)
- #6. $[\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)]$: $0.284 < 1.58$ (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max. freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save - option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save - option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr14,un₂3,tt₀₂₃,6₃6.saf (64Hz) - Average Spectra

frequency (Hz)

bo hvsr14,un₂3,tt₀₂₃,6₃6.saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR vs Time (3D view)

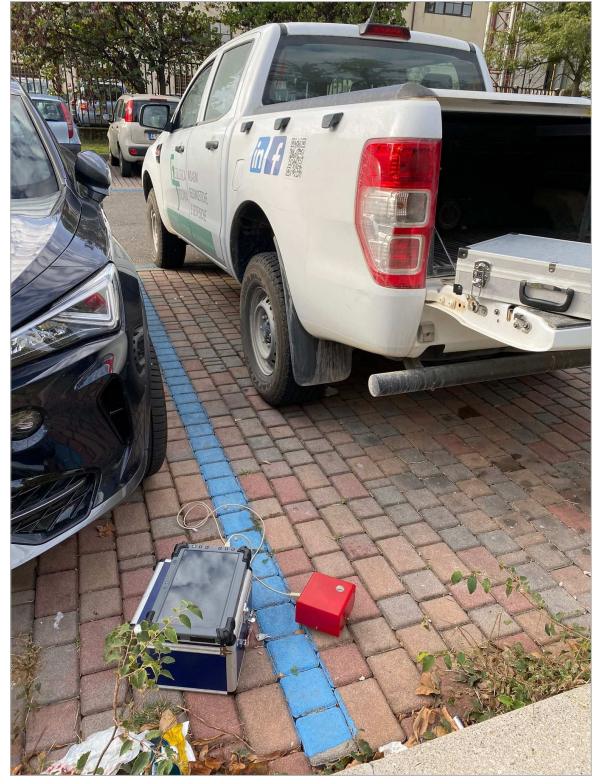
frequency (Hz)

time (min)

HVSR

HVSR15

DATE 23.10.2023		HOUR 8:42		PLACE Bologna																																				
OPERATOR Geologica Toscana snc			GPS TYPE and #																																					
Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LATITUDE 4931499		Monte Mario Italy 1 EPSG: 3003 LONGITUDE 1686873		ALTITUDE 37 m slm																																				
STATION TYPE GPA Engineering		SENSOR TYPE 3D - 4,5 Hz																																						
STATION #		SENSOR #		DISK #																																				
FILE NAME Bologna_HVSR15.saf				POINT #																																				
GAIN		SAMPL. FREQ 300 Hz		REC. DURATION 20 min minutes seconds																																				
WEATHER		WIND <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak (5m/s) <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
CONDITIONS		RAIN <input checked="" type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> weak <input type="checkbox"/> medium <input type="checkbox"/> strong Measurement (if any): _____																																						
		Temperature (approx): 13 Remarks _____																																						
GROUND		<input type="checkbox"/> earth (<input type="checkbox"/> hard <input type="checkbox"/> soft) <input type="checkbox"/> gravel <input type="checkbox"/> sand <input type="checkbox"/> rock <input type="checkbox"/> grass = (<input type="checkbox"/> short <input type="checkbox"/> tall)																																						
TYPE		<input type="checkbox"/> asphalt <input type="checkbox"/> cement <input type="checkbox"/> concrete <input checked="" type="checkbox"/> paved <input type="checkbox"/> other _____ <input checked="" type="checkbox"/> dry soil <input type="checkbox"/> wet soil Remarks _____																																						
ARTIFICIAL GROUND-SENSOR COUPLING <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																								
BUILDING DENSITY <input type="checkbox"/> none <input type="checkbox"/> scattered <input checked="" type="checkbox"/> dense <input type="checkbox"/> other, type _____																																								
TRANSIENTS		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>none</th> <th>few</th> <th>moderate</th> <th>many</th> <th>very dense</th> <th>distance</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>cars</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>trucks</td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>pedestrians</td> <td></td> <td></td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>other</td> <td><input checked="" type="checkbox"/></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					none	few	moderate	many	very dense	distance	cars				<input checked="" type="checkbox"/>			trucks		<input checked="" type="checkbox"/>					pedestrians			<input checked="" type="checkbox"/>				other	<input checked="" type="checkbox"/>					
	none	few	moderate	many	very dense	distance																																		
cars				<input checked="" type="checkbox"/>																																				
trucks		<input checked="" type="checkbox"/>																																						
pedestrians			<input checked="" type="checkbox"/>																																					
other	<input checked="" type="checkbox"/>																																							
		MONOCHROMATIC NOISE SOURCES (factories, works, pumps, rivers...) <input checked="" type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> yes, type _____																																						
		NEARBY STRUCTURES (description, height, distance) (trees, polls, buildings, bridges, underground structures, ...) Buildings, Trees																																						
OBSERVATIONS				FREQUENCY: _____ Hz (if computed in the field)																																				



Qualità della misura:

MISURA TIPO A2

HVSR15

Peak frequency (Hz): 3.2 (± 1.7)

Peak HVSR value: 0.9 (± 0.1)

==== Criteria for a reliable H/V curve =====

- #1. [$f_0 > 10/Lw$]: $3.222 > 0.5$ (OK)
- #2. [$n_c > 200$]: $7346 > 200$ (OK)
- #3. [$f_0 > 0.5\text{Hz}$; $\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$] (OK)

==== Criteria for a clear H/V peak (at least 5 should be fulfilled) =====

- #1. [exists f- in the range [$f_0/4, f_0$] | $AH/V(f_-) < A_0/2$]: yes (considering standard deviations), at frequency 0.8Hz (OK)
- #2. [exists f+ in the range [$f_0, 4f_0$] | $AH/V(f_+) < A_0/2$]: yes, at frequency 5.7Hz (OK)
- #3. [$A_0 > 2$]: $0.9 < 2$ (NO)
- #4. [$f_{\text{peak}}[A_h/v(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$]: (OK)
- #5. [$\sigma_A(f_0) < \epsilon(f_0)$]: $1.737 > 0.161$ (NO)
- #6. [$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$]: $0.120 < 1.58$ (OK)

show data

reset

show location

step#1 (optional) - decimate

64Hz

new frequency

resample

step#2 - H/V computation

remove events

both Rad. & Tr.

clean axes

20

window length (s)

8

tapering (%)

9

outlier tolerance threshold

10%

spectral smoothing (triangular window)

☐

show particle motion (raw data)

☒

full output

compute

step#3a (optional) - directivity analysis

compute

max. freq: 32 Hz

step#3b (optional) - directivity over time

directivity in time

time step: 60 s

save- option#1: save HVSR as it is

save HV from 0.05 to 64 Hz

save HV curve (as it is)

save- option#2: picking H/V curve

pick HV curve

save picked HV

quick analysis (f=Vs/4H)

180

average Vs (m/s)

(from surface to bedrock)

20

depth of the bedrock (m)

1000

Vs of the bedrock

clean

compute

bo hvsr15_un2_3_ft_023_84_2.saf (64Hz) - Average Spectra

NS
EW
UD

frequency (Hz)

bo hvsr15_un2_3_ft_023_84_2.saf - HVSR (window length: 20s)

frequency (Hz)

To model the HVSR (also jointly with MASW or ReMi/SAC data), save the HV curve, go to the "Velocity Spectrum/s, Modeling & Picking" panels and upload the saved HV curve

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR: directivity

frequency (Hz)

Azimuth (degree)

HVSR

HVSR vs Time (2D view)

frequency (Hz)

time (min)

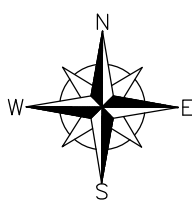
HVSR

HVSR vs Time (3D view)

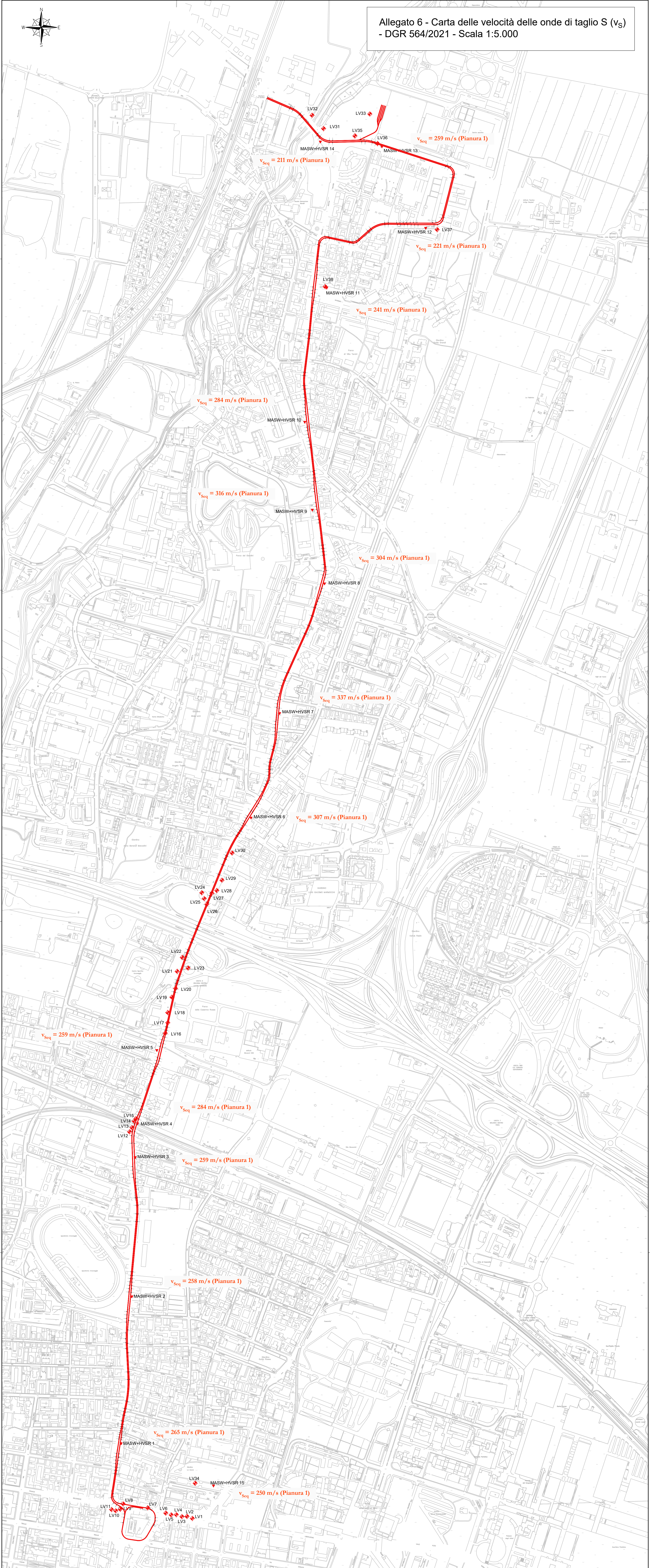
frequency (Hz)

time (min)

HVSR



Allegato 6 - Carta delle velocità delle onde di taglio S (v_s)
- DGR 564/2021 - Scala 1:5.000





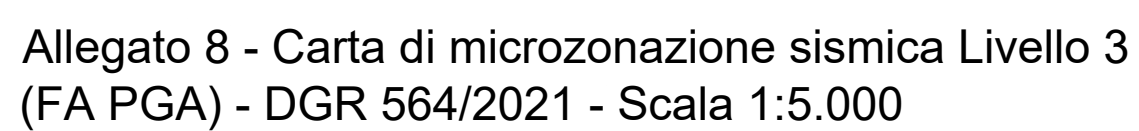
Allegato 7 - Frequenze naturali f_0 del sottosuolo
Scala 1:5.00

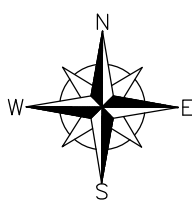
- Dalla pk 0+000 alla pk 0+140
- Dalla pk 0+140 alla pk 1+050
- Dalla pk 1+050 alla pk 1+670
- Dalla pk 1+670 alla pk 1+890
- Dalla pk 1+890 alla pk 5+290
- Dalla pk 5+290 alla pk 5+525

0.7 5 Frequenze principali
(in rosso valore max H/V)

● f_0 a bassa frequenza
 $0.1 \text{ Hz} \leq f_0 \leq 1.5 \text{ Hz}$

● f_0 ad alta frequenza
 $f_0 > 1.5 \text{ Hz}$

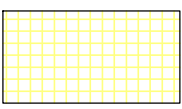




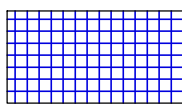
Allegato 9 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(FA SA1 0,1-0,5 s) - DGR 564-2021 Scala 1:5.000



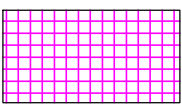
ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



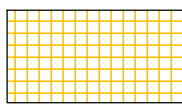
FA SA1 (0,1 - 0,5 s) = 1.0 - 1.2



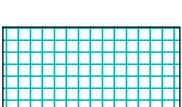
FA SA1 (0,1 - 0,5 s) = 1.6 - 1.8



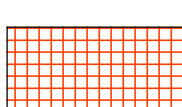
FA SA1 (0,1 - 0,5 s) = 1.2 - 1.4



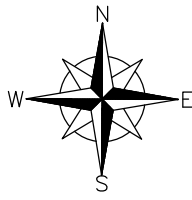
FA SA1 (0,1 - 0,5 s) = 1.8 - 2.0



FA SA1 (0,1 - 0,5 s) = 1.4 - 1.6

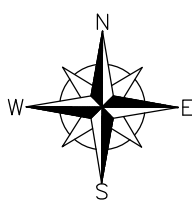


FA SA1 (0,1 - 0,5 s) 2.0



Allegato 10 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(FA SA2 0,4-0,8 s) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000

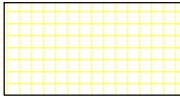




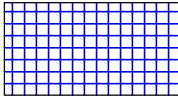
Allegato 11 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(FA SA3 0,7-1,1 s) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



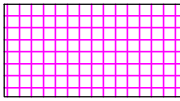
ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



FA SA3 (0,7 - 1,1 s) = 1.0 - 1.2



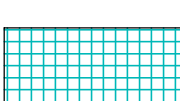
FA SA3 (0,7 - 1,1 s) = 1.6 - 1.8



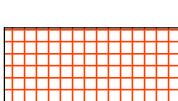
FA SA3 (0,7 - 1,1 s) = 1.2 - 1.4



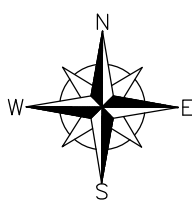
FA SA3 (0,7 - 1,1 s) = 1.8 - 2.0



FA SA3 (0,7 - 1,1 s) = 1.4 - 1.6



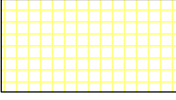
FA SA3 (0,7 - 1,1 s) > 2.0



Allegato 12 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(FA SA4 0,5-1,5 s) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



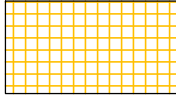
FA SA4 (0,5 - 1,5 s) = 1.0 - 1.2



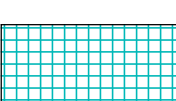
FA SA4 (0,5 - 1,5 s) = 1.6 - 1.8



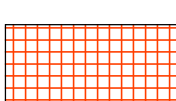
FA SA4 (0,5 - 1,5 s) = 1.2 - 1.4



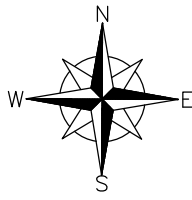
FA SA4 (0,5 - 1,5 s) = 1.8 - 2.0



FA SA4 (0,5 - 1,5 s) = 1.4 - 1.6



FA SA4 (0,5 - 1,5 s) > 2.0



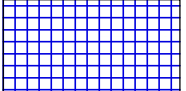
Allegato 13 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(FA SI1 0,1-0,5 s) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



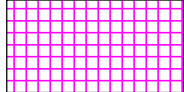
ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



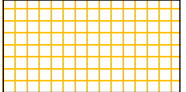
FA SI1 (0,1 - 0,5 s) = 1.0 - 1.2



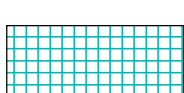
FA SI1 (0,1 - 0,5 s) = 1.6 - 1.8



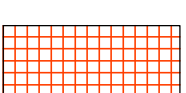
FA SI1 (0,1 - 0,5 s) = 1.2 - 1.4



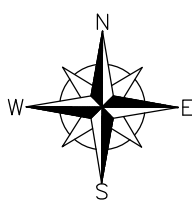
FA SI1 (0,1 - 0,5 s) = 1.8 - 2.0



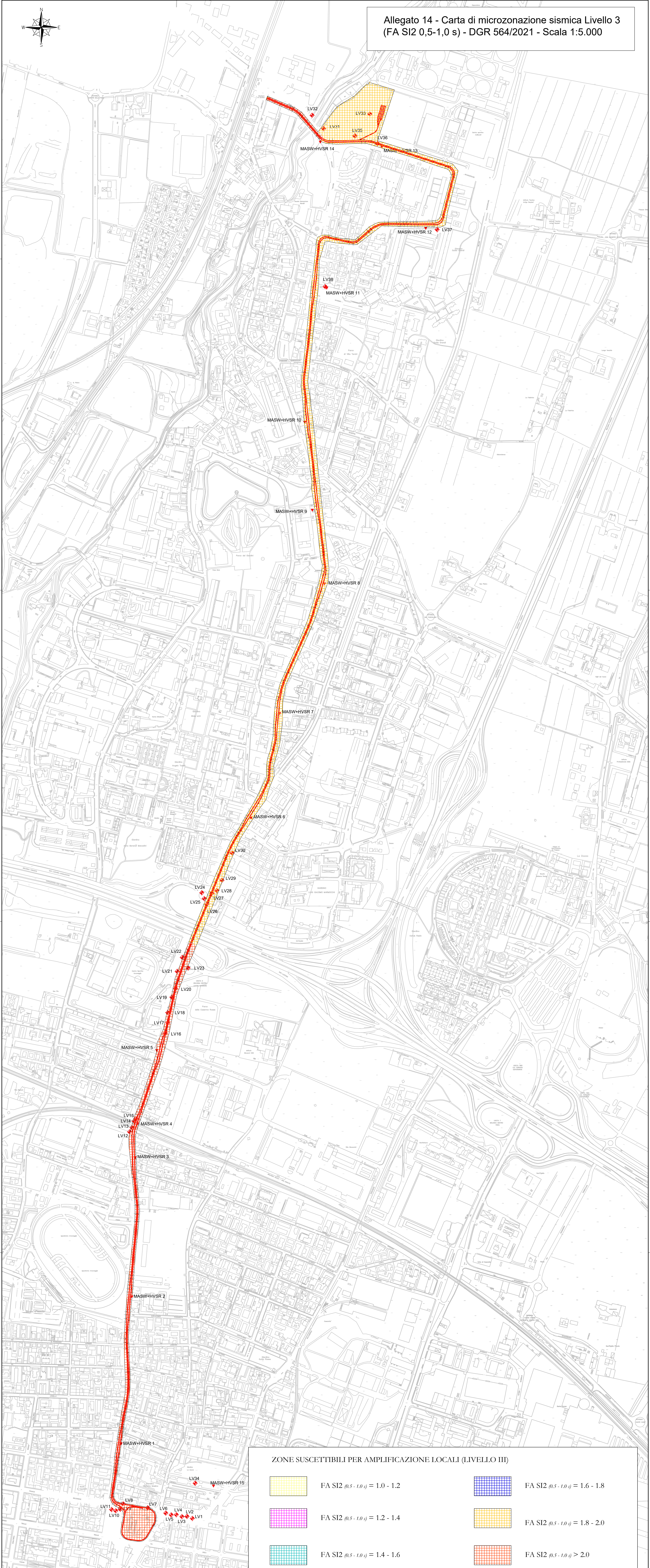
FA SI1 (0,1 - 0,5 s) = 1.4 - 1.6



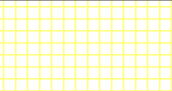
FA SI1 (0,1 - 0,5 s) > 2.0



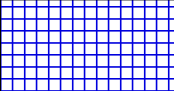
Allegato 14 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(FA SI2 0,5-1,0 s) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



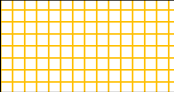
FA SI2 (0,5 - 1,0 s) = 1.0 - 1.2



FA SI2 (0,5 - 1,0 s) = 1.6 - 1.8



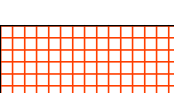
FA SI2 (0,5 - 1,0 s) = 1.2 - 1.4



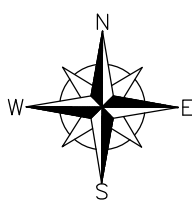
FA SI2 (0,5 - 1,0 s) = 1.8 - 2.0



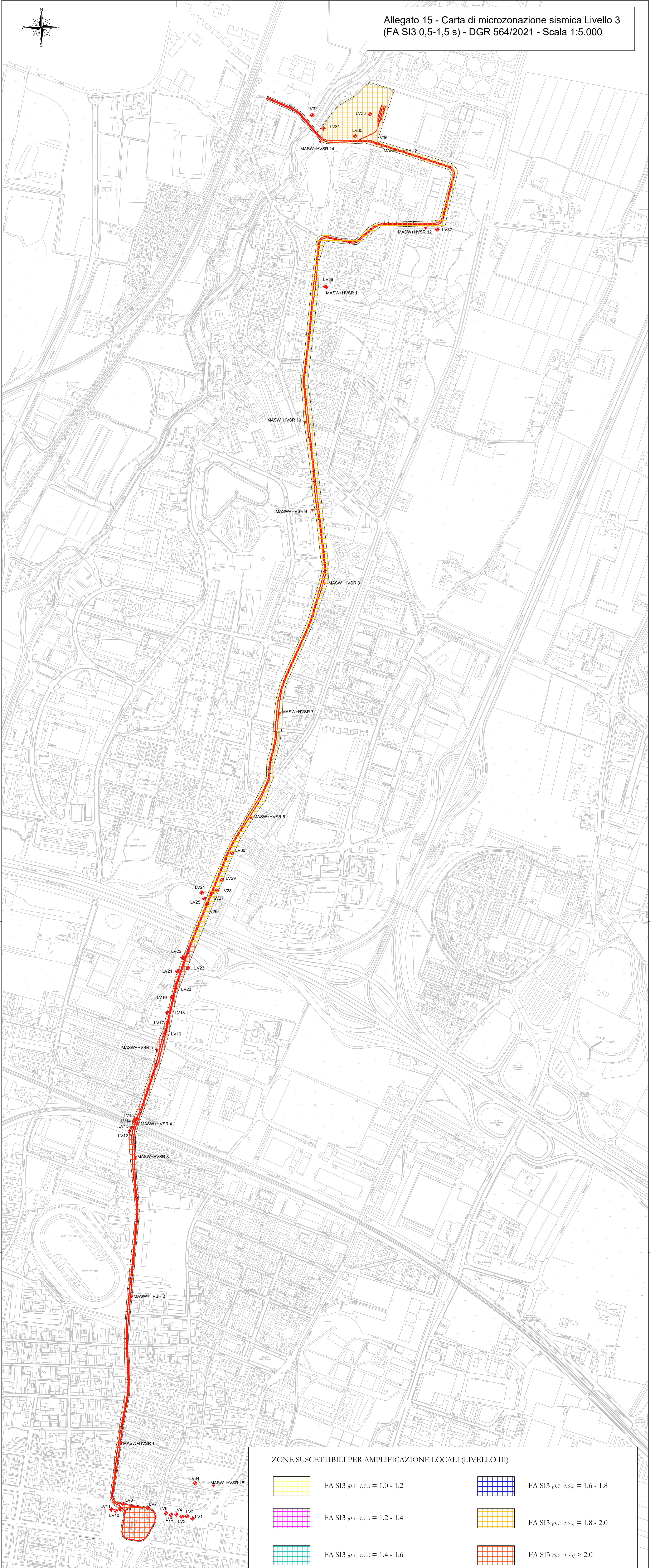
FA SI2 (0,5 - 1,0 s) = 1.4 - 1.6



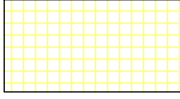
FA SI2 (0,5 - 1,0 s) > 2.0



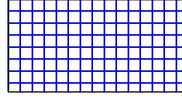
Allegato 15 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(FA SI3 0,5-1,5 s) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



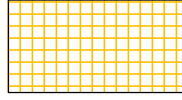
FA SI3 (0,5 - 1,5 s) = 1.0 - 1.2



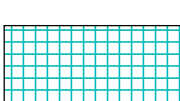
FA SI3 (0,5 - 1,5 s) = 1.6 - 1.8



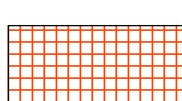
FA SI3 (0,5 - 1,5 s) = 1.2 - 1.4



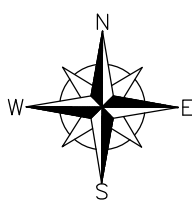
FA SI3 (0,5 - 1,5 s) = 1.8 - 2.0



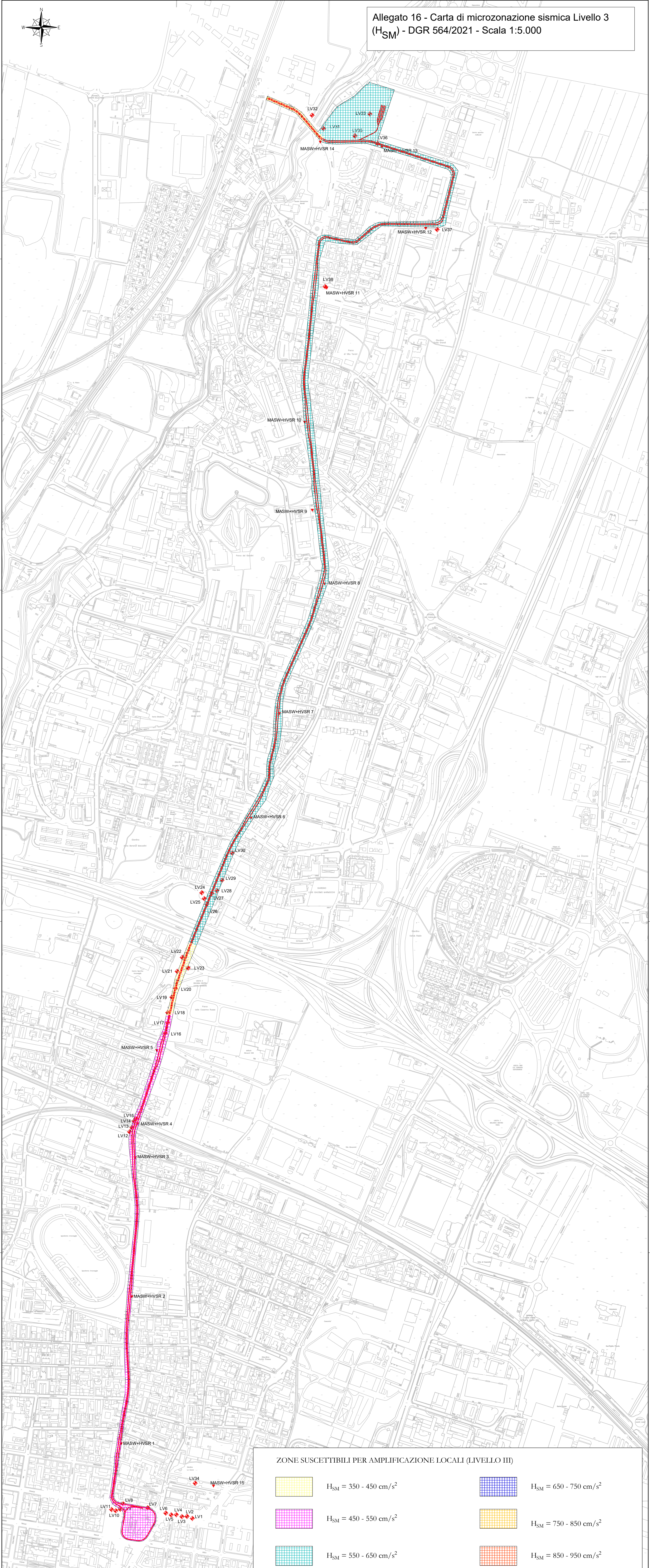
FA SI3 (0,5 - 1,5 s) = 1.4 - 1.6



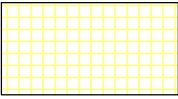
FA SI3 (0,5 - 1,5 s) > 2.0



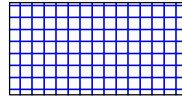
Allegato 16 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(H_{SM}) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



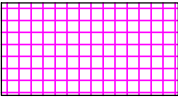
ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



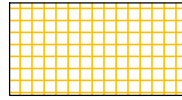
H_{SM} = 350 - 450 cm/s²



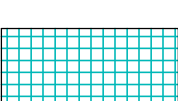
H_{SM} = 650 - 750 cm/s²



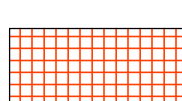
H_{SM} = 450 - 550 cm/s²



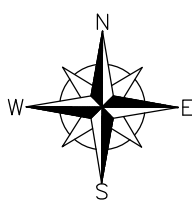
H_{SM} = 750 - 850 cm/s²



H_{SM} = 550 - 650 cm/s²



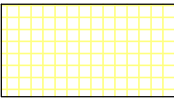
H_{SM} = 850 - 950 cm/s²



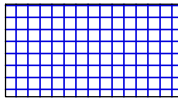
Allegato 17 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(H_{0408}) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



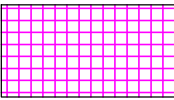
ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)



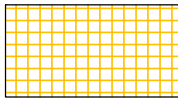
$H_{0408} = 200 - 250 \text{ cm/s}^2$



$H_{0408} = 350 - 400 \text{ cm/s}^2$



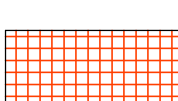
$H_{0408} = 250 - 300 \text{ cm/s}^2$



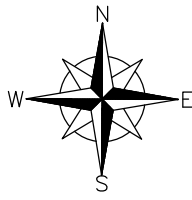
$H_{0408} = 400 - 450 \text{ cm/s}^2$



$H_{0408} = 300 - 350 \text{ cm/s}^2$



$H_{0408} = 450 - 500 \text{ cm/s}^2$

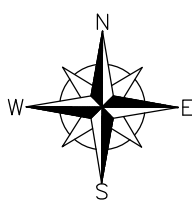


Allegato 18 - Carta di microzonazione sismica Livello 3 (H₀₇₁₁) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



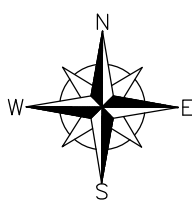
ZONE SUSCETTIBILI PER AMPLIFICAZIONE LOCALI (LIVELLO III)

	H ₀₇₁₁ = 0 - 50 cm/s ²		H ₀₇₁₁ = 150 - 200 cm/s ²
	H ₀₇₁₁ = 50 - 100 cm/s ²		H ₀₇₁₁ = 200 - 250 cm/s ²
	H ₀₇₁₁ = 100 - 150 cm/s ²		H ₀₇₁₁ = 250 - 300 cm/s ²

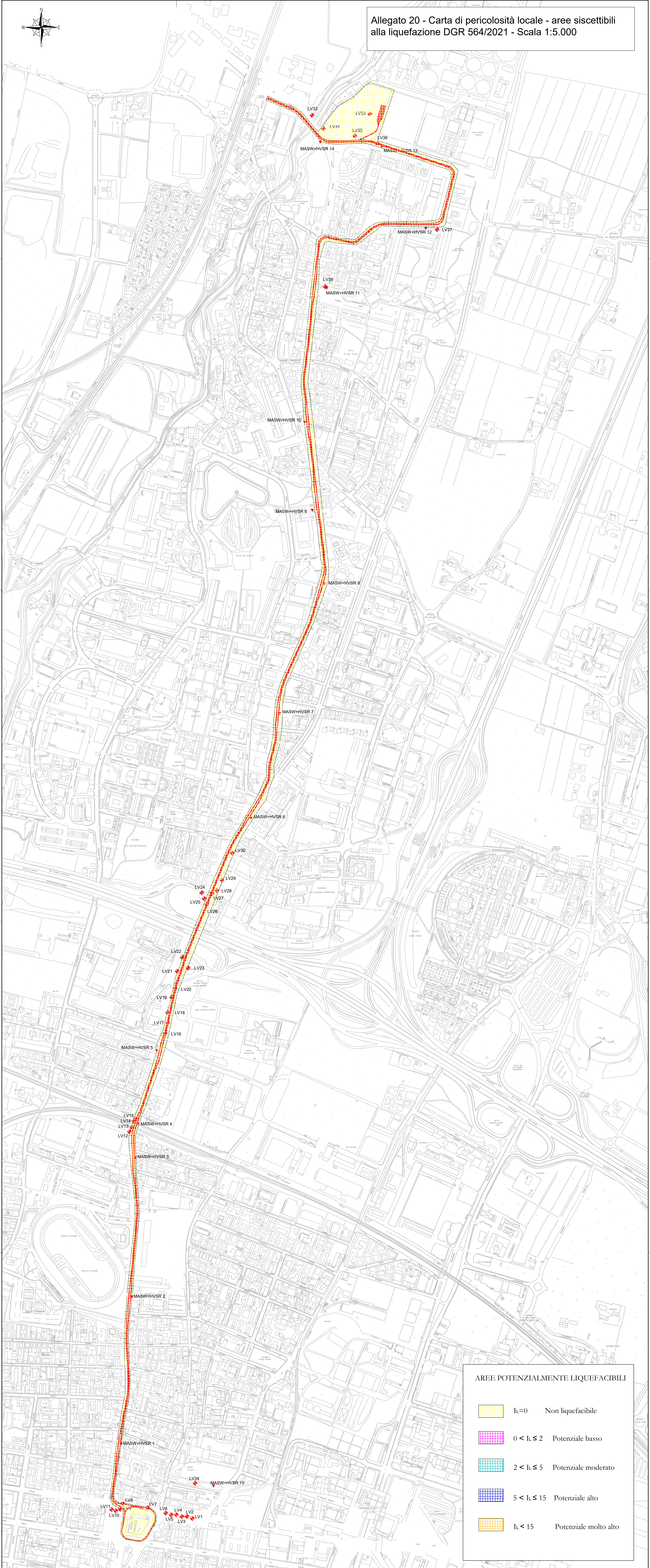


Allegato 19 - Carta di microzonazione sismica Livello 3
(H₀₅₁₅) - DGR 564/2021 - Scala 1:5.000





Allegato 20 - Carta di pericolosità locale - aree siscettibili alla liquefazione DGR 564/2021 - Scala 1:5.000



AREE POTENZIALMENTE LIQUEFACIBILI

	$I_L=0$	Non liquefacibile
	$0 < I_L \leq 2$	Potenziale basso
	$2 < I_L \leq 5$	Potenziale moderato
	$5 < I_L \leq 15$	Potenziale alto
	$I_L < 15$	Potenziale molto alto