



AIPO

Agenzia Interregionale per il fiume Po

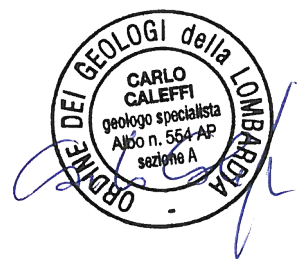
**(TO-E-1274) Completamento opere di
arginatura del fiume Dora Riparia
a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)**

RELAZIONE

Elaborato: **R.9**

I Geologi:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti



I Collaboratori:

Dr. Geol. Alessandro Ferrari



EN GEO S.r.l.
ENGINEERING GEOLOGY
www.engeo.it

Sede legale e uffici : via Adorni, 2 - 43121 Parma
Tel 0521 233999 - Fax 0521 200181
Sede locale: via Ferrari 5/G 46045 Marmirolo MN
Tel-Fax 0376 467967
email info@engeo.it - www.engeo.it

INDICE

1	Premesse	2
1.1	Normativa di riferimento	3
1.2	Interventi in progetto	4
1.2.1	Intervento 1	4
1.2.2	Intervento 2	4
1.2.3	Interventi 3, 4, 5, 6, 7, 8	5
1.2.4	Intervento 9	5
1.2.5	Intervento 10	6
1.2.6	Intervento 11	6
1.3	Parametri di progetto	7
2	Inquadramento geologico geomorfologico e idrogeologico	8
2.1	Geologia	8
2.1.1	Geologia regionale	8
2.1.2	Geologia del territorio comunale	10
2.1.3	Caratteristiche litotecniche di rocce e depositi quaternari	12
2.2	Geomorfologia	13
2.2.1	Geomorfologia del territorio comunale	13
2.2.2	Dinamica fluviale della Dora Riparia in occasione degli eventi alluvionali	14
2.2.3	Morfologia del tratto di Dora Riparia di attraversamento dell'abitato	16
2.2.4	Opere idrauliche e attraversamenti	18
2.3	Idrogeologia	21
2.3.1	Complessi idrogeologici	21
2.3.2	Dinamica della falda nel Complesso Acquifero Superficiale	23
3	Indagini geognostiche	24
3.1	Sondaggi a carotaggio continuo	24
3.2	Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)	24
3.3	Prove tromografiche	26
4	Caratteri litostratimetrici	29
5	Sismicità	32
5.1	Classificazione sismica	32
5.2	Categoria di sottosuolo e amplificazione topografica	34
5.3	Rischio di liquefazione	36
6	Geotecnica	37
6.1	Elaborazione dei risultati delle indagini in situ	37
6.1.1	Angolo di resistenza al taglio	37
6.1.2	Modulo elastico	37
6.2	Modello Geotecnico	37
7	Conclusioni	39

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

1 PREMESSE

La presente relazione descrive lo studio geologico e sismico effettuato a supporto della progettazione definitiva ed esecutiva dell'intervento "(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)", inserito nel Programma Triennale dell'AlPo, triennio 2015/2017, annualità 2015, Cod. Int. Amm.ne TO-2012-021, per complessivi € 1.980.944,00.


L'impostazione generale e il progetto preliminare delle opere è stato effettuato da un gruppo costituito da personale dipendente interno ad AlPo, mentre, con Determina Dirigenziale n. 1056 dell'08/10/2013, è stato affidato alla Società d'Ingegneria ART s.r.l. l'incarico per le successive fasi progettuali.

Al fine di consentire lo sviluppo di tali progetti in modo conforme a quanto specificatamente richiesto dalla vigente normativa tecnica, l'AlPo ha altresì proceduto, con Determina Dirigenziale n. 482 del 20/05/2015, all'affidamento ad Engeo s.r.l. delle attività di natura geologica/geotecnica, con particolare riguardo a quelle connesse con la pianificazione e l'esecuzione di indagini geognostiche, la redazione di una Relazione Geologica e la modellazione geotecnica dei terreni in esame.

Lo studio è stato effettuato nel rispetto della normativa vigente, richiamata nel successivo paragrafo 1.1, e, in particolare del D.M. 14/01/2008, Testo Unico - Norme Tecniche per le Costruzioni.

Esso ha comportato lo svolgimento delle seguenti attività:

1. raccolta e analisi critica di tutta la documentazione esistente relativa all'area oggetto d'intervento (carte tematiche, dati stratigrafici, studi geologici precedenti, ecc.);
2. pianificazione ed effettuazione della campagna geognostica, condivisa con i progettisti di ART s.r.l., e approvata dal R.U.P., Ing. Gianluca Zanichelli;
3. definizione delle caratteristiche litostratimetriche mediante analisi ed elaborazione dei dati provenienti dalla campagna geognostica;
4. definizione geologica e litologica di un discreto intorno dell'area in esame;
5. definizione idrogeologica dell'area di studio mediante ricostruzione del modello acquifero della zona e delle dinamiche della falda;
6. correlazione dei dati delle indagini geognostiche con i parametri caratteristici dei terreni ed elaborazione del modello geotecnico relativo all'area d'intervento;
7. microzonazione sismica della porzione di territorio indagata sulla base delle indagini effettuate;
8. definizione della presenza di caratteri predisponenti alla liquefazione e/o a cedimenti post-sismici con valutazione della possibilità di occorrenza di tale fenomeno;

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	2 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

9. analisi delle problematiche geologiche, sismiche e idrogeologiche relative agli interventi in progetto con valutazione univoca della loro fattibilità;
10. eventuale individuazione di prescrizioni geologico tecniche per la corretta esecuzione degli interventi in progetto;
11. stesura della presente relazione geologica, a corredo della quale sono stati redatti i seguenti elaborati grafici:


- **Tav. 1– Planimetria con ubicazione indagini – scala 1:2.000**
- **Tav. 2– Sezioni litostratimetriche – scala L = 1:500 H=1:100**
- **Tav. 3– Modello geotecnico - scala L = 1:500 H=1:100**

I risultati delle indagini in situ sono riportate nei seguenti allegati:

- **All. 1 - Sondaggi a carotaggio continuo**
- **All. 2 - Prove penetrometriche dinamiche**
- **All. 3 - Prove tromografiche**

1.1 Normativa di riferimento

- Decreto ministeriale 14-01-2008 – Testo unitario – Norme Tecniche per le Costruzioni
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14-01-2008, Circolare 2 febbraio 2009
- Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici – Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n° 36 del 27/07/2007
- Eurocodice 8 (1998) – Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture. Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)
- Eurocodice 7.1 (1997) – Progettazione geotecnica –Parte I: Regole Generali – UNI
- Eurocodice 7.2 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte I: Progettazione assistita da prove di laboratorio - UNI
- Eurocodice 7.3 (2002) – Progettazione geotecnica –Parte II: Progettazione assistita da prove in sito - UNI
- O.P.C.M. n° 3274 (2003) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	3 di 40

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

1.2 Interventi in progetto

La progettazione in esame interessa l'area del concentrico di Bussoleno, attualmente protetta da muri arginali e difese di sponda insufficienti a contenere i livelli che si generano durante il passaggio della piena bicentenaria della Dora Riparia.

L'assetto idraulico di progetto è stato definito a livello di Pianificazione dallo "Studio di fattibilità della sistemazione idraulica del fiume Dora Riparia nel tratto da Oulx alla confluenza in Po", redatto dall'Autorità di bacino del Po.

In particolare, nel tratto di attraversamento urbano dell'abitato di Bussoleno detto studio ha previsto interventi di:

1. adeguamento e/o nuova realizzazione delle opere di difesa arginale in destra e sinistra idraulica;
2. adeguamento dei manufatti di attraversamento presenti;
3. adeguamento dell'opera di derivazione, gestita dalla Società N.I.E. S.r.l., localizzata a monte del ponte Cambursano;
4. manutenzione straordinaria tramite ricalibratura e riprofilatura dell'alveo inciso, finalizzata alla rimozione del materiale litoide presente.

Degli interventi sopra elencati, il progetto in esame prevede soltanto la realizzazione di quelli di sistemazione idraulica (ai punti 1 e 4) relativi all'adeguamento e/o nuova realizzazione delle arginature in destra e sinistra idraulica a difesa del concentrico (tratto da monte del Ponte in Ferro alla traversa N.I.E.), brevemente descritti nei paragrafi successivi, e alla ricalibratura della sezione incisa della Dora Riparia nel tratto compreso tra il ponte Vecchio e la traversa N.I.E., rimuovendo gli accumuli di materiale litoide presente in modo da aumentare la capacità di deflusso del corso d'acqua.

1.2.1 Intervento 1


Il primo intervento si colloca in sponda sinistra a monte del Ponte in Ferro tra la progressiva 63+217 e la progressiva 63+413.

Allo stato attuale, la sponda si presenta protetta da una scogliera in massi, ma presenta un'altezza insufficiente al contenimento dei livelli idrici della piena di progetto.

Di conseguenza il progetto prevede la realizzazione di un rialzo della difesa in massi di cava cementati, avente forma trapezia, di altezza variabile, per un massimo di 2.5 m.

1.2.2 Intervento 2

Immediatamente a valle del Ponte in Ferro è presente il Rio Moletta, che confluisce nella Dora Riparia, tramite un tratto canalizzato.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	4 di 40

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

In caso di piena bicentenaria, l'altezza dei muri attualmente presenti non sarebbe in grado di contenere il rigurgito del fiume con idoneo franco; pertanto il progetto prevede la predisposizione una panconatura da mettere in opera solo temporaneamente nei periodi di criticità idraulica.

Il muretto presenta, altresì un'interruzione per l'accesso ad un'attività artigianale ubicata nell'isolotto formato dalla Dora, a sud, dal rio Moletta, ad Ovest, e dal canale scaricatore della Centrale, a nord-est.

A fronte di tale problematica il progetto prevede la realizzazione di una paratoia a scorrimento orizzontale.

1.2.3 Interventi 3, 4, 5, 6, 7, 8

Gli interventi 3, 4, 5, 6, 7 e 8 si collocano ancora in sponda sinistra della Dora Riparia e sono posti a monte e a valle del "Ponte vecchio".

Sono tutti muri privati che allo stato attuale delimitano la sponda sinistra della Dora Riparia e costituiscono i muri perimetrali di cortili di pertinenze private che più o meno direttamente collegano tramite passi carrai o pedonali alla viabilità retrostante, costituita dalla SS25.

Lungo i tratti di intervento in esame è prevista la realizzazione di un nuovo muro in c.a., ubicato pressoché nella medesima posizione dell'attuale.


1.2.4 Intervento 9

Il nono intervento si colloca in sponda destra della Dora Riparia, a valle del Ponte Vecchio, tra la progressiva 63+780 e la progressiva 63+934 dove è presente un muro spondale in pietra, parzialmente intonacato, mentre, in alveo, immediatamente ai piedi della struttura, è presente il collettore fognario, protetto da un bauletto in cls unitamente al deposito di materiale litoide di considerevoli dimensioni, che riduce la luce del ponte e che verrà rimosso nell'ambito del lavoro.

Al fine di assicurare il contenimento della piena di riferimento, il progetto prevede la ricostruzione del muro di sponda mediante realizzazione di un nuovo muro in c.a, ubicato pressoché nella medesima posizione dell'attuale e di cui si prevede la demolizione. Il franco di progetto sarà ottenuto inserendo delle panconature sopra il muro, per cui in sommità del muro verranno inserite le predisposizioni per i montanti dei panconi.

Con l'obiettivo di mantenere costante la differenza di quota tra il piano di calpestio del marciapiede e la sommità del nuovo muro arginale, preservando pertanto la visuale sul fiume ai pedoni, si prevede la realizzazione di un marciapiede lungo la strada, che sarà munito (verso valle) di un secondo gradino per consentirne il graduale rialzo.

Nell'ambito della realizzazione delle opere in progetto, verrà anche effettuato lo spostamento del collettore fognario, che – come esposto - attualmente si trova in alveo ai piedi

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	5 di 40

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

della sponda destra, il quale verrà ricollocato al centro della strada lungo Dora, per evitare la interferenza con i platani esistenti e che non potranno essere abbattuti.

1.2.5 Intervento 10

Il decimo intervento si colloca in sponda destra della Dora Riparia, subito a monte del Ponte Vecchio, tra la progressiva 63+713 e la progressiva 63+760.

Nel tratto indicato detta sponda è costituita da un parapetto in muratura, di recente costruzione, aggettante rispetto al primo muro spondale, ancora presente in loco. In alveo inoltre, immediatamente ai piedi della struttura, è, anche qui, presente il collettore fognario, protetto da un bauletto in cls.

Lungo tutto lo sviluppo del parapetto, il livello idrico di massima piena è caratterizzato da un'altezza superiore alla sommità del muro.

Al fine di assicurare il contenimento della piena di riferimento, il progetto prevede la ricostruzione del muro di sponda.

Per la protezione al piede del muro si prevede la realizzazione di una difesa spondale in massi cementati.

Nell'ambito della realizzazione di questo intervento, verrà anche effettuato lo spostamento del collettore fognario, ricollocandolo, sotto al piano viabile, in prossimità del muro in progetto.

1.2.6 Intervento 11

L'undicesimo intervento si colloca sempre in sponda destra della Dora Riparia, a monte del Ponte Vecchio, ed è suddiviso in due tratti distinti separati da un edificio prospiciente al fiume: il primo, compreso tra le progressive 63+548 e 63+628, il secondo, tra le progressive 63+633 e 63+698.


In questa zona, il limite del corso d'acqua è rappresentato da dai muri di recinzione, in pietra e malta, posti ad una ragionevole distanza dall'alveo di magra, che presentano un'altezza insufficiente a contenere la piena di riferimento.

In questo caso, si è ritenuto di operare il necessario rialzo dei muri con un intervento da tergo rinforzando contemporaneamente i muri stessi con una struttura in c.a. gettata dietro i muri esistenti dove risulta evidente solo il sovrizzo.

Per la protezione al piede del muro si prevede la realizzazione di una difesa spondale in massi cementati.

Per impedire che le portate di piena possano aggirare la difesa in progetto, si propone la chiusura di monte della stessa mediante la formazione di un risvolto del muro spondale fino alla chiusura contro un edificio esistente.

Inoltre, si prevede la chiusura di alcune aperture presenti lungo il muro.


 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	6 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

1.3 Parametri di progetto

In relazione a quanto disposto delle NTC 2008 (Cap. 2.4), considerate le caratteristiche dell'opera oggetto di studio, sono stati definiti i seguenti parametri di progetto:

- VITA NOMINALE: *"Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica"* la cui vita nominale è $V_n \geq 100$ anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2008);
- CLASSE D'USO: *Classe IV: "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica"* (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 01/2008);
- PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA: Considerata la classe d'uso IV, il coefficiente d'uso risulta $C_u=2.0$ (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C. 01/2008), e di conseguenza il periodo di riferimento del rilevato arginale oggetto d'intervento è $V_R=V_N \cdot C_u= 200$ anni.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	7 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

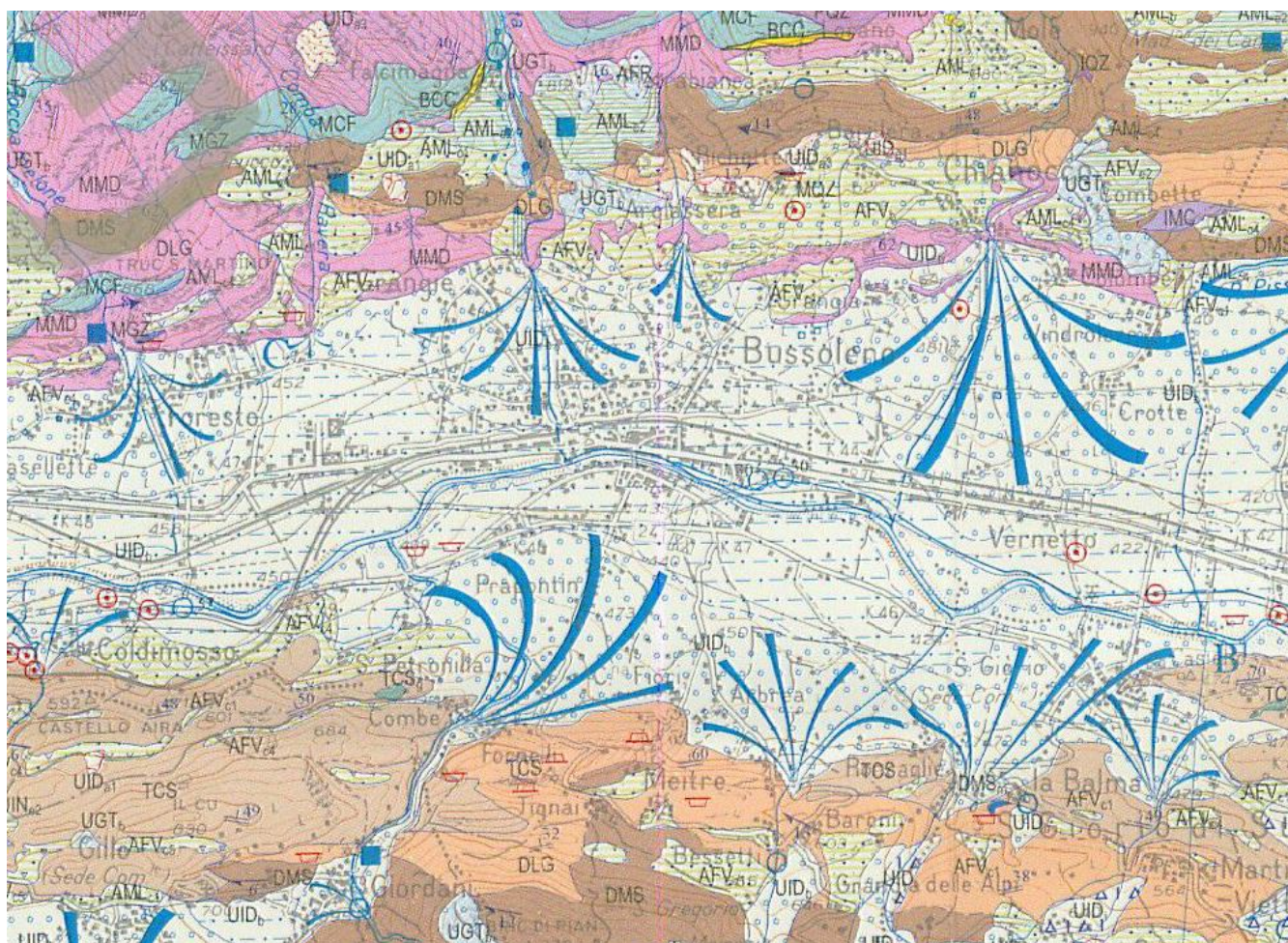
2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO


Per l'inquadramento delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche del territorio in esame si è fatto riferimento, principalmente, alla *Relazione geologica a supporto del Piano Regolatore Generale (P.R.G.) del Comune di Bussoleno, Variante in itinere, Aggiornamento alluvione maggio 2008*, a firma del Dott. Geol. Dario Fontan di Seaconsulting s.r.l., datata dicembre 2008. Di tale elaborato, nei seguenti paragrafi, verranno riportati ampi stralci evidenziati in corsivo.

2.1 Geologia

2.1.1 Geologia regionale

Le informazioni di carattere generale relative all'assetto geologico dell'area sono desunte dalle *Note Illustrative della Carta Geologica d'Italia - foglio 55 "Susa" - in scala 1:100.000 e 1:50.000* (foglio 154 "Susa", cfr. stralci riportati in Fig. 1), da numerose pubblicazioni scientifiche riportate in bibliografia.



 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	8 di 40

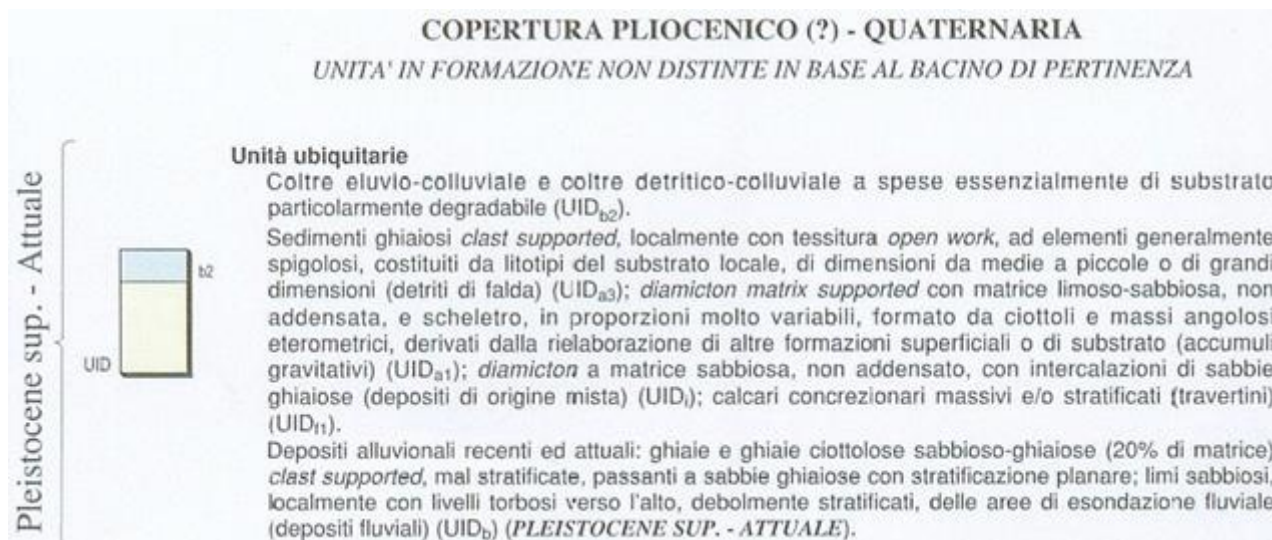


Fig. 1 – Stralci da foglio 154 “Susa” (da http://www.isprambiente.gov.it/Media/carg/154_SUSA/Foglio.html)

Nel tratto di valle Susa indagato il substrato roccioso è rappresentato da varie unità tettoniche appartenenti al Dominio Penninico (qui costituito dal Massiccio Cristallino del Dora-Maira), e dalle unità tettoniche della Zona Piemontese auct. riferite recentemente ad Unità Oceaniche e di Fossa.....

Le unità del Massiccio del Dora-Maira sono rappresentate da un basamento cristallino pre-Triassico e da coperture metasedimentarie mesozoiche. Le unità appartenenti alla Zona Piemontese sono principalmente formate da coperture metasedimentarie (unità di fossa) deposte al di sopra di un substrato ofiolitico di pertinenza oceanica. Il Massiccio del Dora-Maira affiora nella parte bassa del versante mentre la Zona Piemontese costituisce le parti alte fino alla linea di spartiacque con la valle di Viù.

L'evoluzione metamorfica terziaria del settore settentrionale del massiccio Dora-Maira è caratterizzata da paragenesi eclogitiche (pressioni comprese tra 9 e 13 Kbar con temperature di circa 500°C) trasformate in modo pervasivo in minerali tipici della facies scisti blu e scisti verdi caratterizzate da temperature e pressioni più basse).....

L'assetto strutturale del Massiccio del Dora Maira, sembra essere il risultato di tre eventi deformativi. La foliazione regionale, riferibile ad un primo evento deformativo (D1), si è sviluppata in condizioni metamorfiche di alta pressione (probabilmente in facies eclogitica). Due fasi plicative (D2 e D3) successive deformano la precedente foliazione; la seconda fase deformativa ha generato pieghe con assi immergenti verso W e pieghe con assi immergenti a NW - N. Alla terza fase deformativa sono collegate ondulazioni a grande scala delle strutture precedenti secondo assi disposti N-S.

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

L'assetto strutturale della Zona Piemontese in prossimità della zona indagata viene descritto da Pognante (1980) e Perotto et al. (1983). Un primo evento deformativo è il responsabile della formazione della foliazione regionale sviluppatasi in condizioni di facies eclogitica e dei principali contatti tettonici. Una fase deformativa successiva ha prodotto pieghe da serrate a isoclinali, debolmente traspositive, con assi prevalentemente immersi a medio o basso angolo verso nord, e più raramente suborizzontali. Successivamente si sviluppano due eventi plicativi: il primo è caratterizzato da pieghe da serrate ad aperte con assi con direzione E-W; il secondo ha dato origine a deboli ondulazioni i cui assi hanno direzione circa N-S.

Il contatto tra l'unità del Massiccio del Dora-Maira e la Zona Piemontese è avvenuto durante l'orogenesi alpina con sovrascorrimento della Zona Piemontese sull'unità Dora-Maira. La localizzazione del contatto tra le due unità è spesso incerta, poiché è stato ripiegato durante le fasi più recenti dell'orogenesi e l'originaria zona di deformazione è stata ripresa dagli eventi metamorfici successivi.....

2.1.2 Geologia del territorio comunale


2.1.2.1 Copertura quaternaria

I depositi che costituiscono la copertura quaternaria occupano ampi settori dell'area indagata: tra questi i più antichi sono i depositi glaciali s.l. mentre i più diffusi sono rappresentati dalla copertura detritico-colluviale e dal detrito di falda e di versante; in corrispondenza del fondovalle prevalgono invece i depositi alluvionali e i depositi torrentizi di conoide. I depositi alluvionali di fondovalle sono mediamente rappresentati da ghiaie ciottolose, con alto grado di arrotondamento e basso grado di sfericità, con matrice sabbioso-limosa.

I depositi glaciali s.l. sono più diffusi nel versante sinistro, dove si trovano compresi tra le quote di 950 m. e 2100 m s.l.m. In generale, si tratta di depositi con grado variabile di cementazione costituiti da ciottoli e blocchi eterometrici immersi in una matrice fine limosa. La percentuale di matrice fine è molto variabile così che i depositi possono presentare tessitura variabile tra "mud supported" e "clast supported". Nel versante settentrionale questi depositi affiorano più sporadicamente, e sono spesso associati a depositi di origine fluvioglaciale (presso Argiassera e in prossimità dei torrenti Rocciamelone e Moletta).

Il detrito di falda forma accumuli di materiale diffusi su entrambi i versanti e costituiti da blocchi angolosi di taglia decimetrico-metrica in matrice ghiaioso-sabbiosa \pm abbondante. Il detrito di falda corrisponde sia agli accumuli causati da fenomeni di crollo non singolarmente distinguibili da pareti rocciose, sia al prodotto della disgregazione meccanica del basamento roccioso ad opera di fenomeni gravitativi coinvolgenti il substrato roccioso.

La copertura detritico-colluviale è il prodotto dei processi di alterazione e degradazione del substrato roccioso e degli altri depositi quaternari. La composizione risulta alquanto variabile in relazione al litotipo di partenza, al meccanismo genetico (alterazione in sito, colluviazione) e alla

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	10 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva


pendenza. Sono costituiti da ciottoli, subordinati blocchi con basso grado di arrotondamento e sfericità, immersi in un'abbondante matrice a composizione prevalentemente limoso-sabbiosa. La potenza e il grado di pedogenizzazione di tali depositi appaiono strettamente correlati alla pendenza del settore di accumulo (nei tratti a pendenza meno elevata i depositi risultano più potenti e più pedogenizzati).

2.1.2.2 Basamento pre-quadernario

Nelle tabelle che seguono verranno riportati i risultati delle osservazioni sul basamento pre-quadernario. Nella descrizione si farà riferimento alla ubicazione prevalente dei litotipi nel territorio investigato e alle loro caratteristiche composizionali, tessiturali e strutturali (litologia).

Copertura mesozoica	Complesso di Pava-gliione	Ubicazione	Costituiscono sporadici affioramenti a sud di Truc del Ven-to, in aree ricadenti nei bacini del Rio Moletta e della Com-ba delle Foglie.
		Litotipo	Metadolomie e marmi dolomitici associati a breccie carbona-tiche di origine tettonica.
	Complesso di Foresto-Chianocco-Monte Mo-laras	Ubicazione	Costituiscono la maggior parte degli affioramenti del versan-te sinistro.
		Litotipo	Calcescisti marmorei con intercalazioni di calcescisti filladi-ci; marmi grigio-azzurri listati; metadolomie bianche listate e massicce passanti a marmi dolomitici; quarziti micacee.
	Complesso di Meana-Monte Muretto	Ubicazione	Affiorano sporadicamente a sud dell'abitato di Petronilla, a sud-ovest di Roncaglie, e ad ovest di Monte Cornetto.
		Litotipo	Micascisti a granato e cloritoide con subordinata componen-te carbonatica, passanti a calcescisti, con livelli decimetrici di marmi; paragneiss con porfiroclasti di k-feldspato passan-ti a quarziti impure.
Basamento Cristallino	Gneiss tipo "Pietra di Lusema"	Ubicazione	Affiorano intorno alle borgate di Tignai, Meitre e Baroni sul versante destro, e tra Argiassera e Chiabodo sul versante sinistro.
		Litotipo	Ortogneiss fengitici occhiadini passanti a gneiss micro-occhiadini, gneiss tabulari, con masse di leucogneiss a tor-malina e livelli decimetrici di "micascisti argentei".

Tab. 1 – Massiccio cristallino del Dora Riparia (da *Relazione geologica a supporto del Piano Regolatore Generale del Comune di Bussoleno, Variante in itinere, Aggiornamento alluvione maggio 2008*)

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	11 di 40

Calcescisti	Ubicazione	Affiorano alle quote più alte di entrambi i versanti del territorio comunale.
	Litotipo	Calcescisti con associati livelli marmorei, gneiss albitici, micascisti e paragneiss.
Prasiniti	Ubicazione	Costituiscono le pareti situate alle testate dei rii Gerardo e Pissaglio e quelle ubicate in prossimità di Rocce Tre Cresti.
	Litotipo	Prasiniti e scisti prasinitici di colore verde, a grana medio fine, con tessitura da massiccia a foliata e/o listata.
Serpentiniti-Serpentinoscisti	Ubicazione	Costituiscono i vasti affioramenti della parte alta del versante sinistro e gli affioramenti di Punta Pian Paris.
	Litotipo	Serpentiniti antigoritiche a tessitura da massiccia a foliata (serpentinoscisti).

Tab. 2 – Unità oceaniche e di fossa (da Relazione geologica a supporto del Piano Regolatore Generale del Comune di Bussoleno, Variante in itinere, Aggiornamento alluvione maggio 2008)

2.1.3 Caratteristiche litotecniche di rocce e depositi quaternari

Le rocce litoidi ed i depositi sciolti presenti nel territorio comunale di Bussoleno,, sono stati suddivisi in cinque gruppi principali sulla base delle loro caratteristiche meccaniche. I parametri litotecnici presi in considerazione per le distinzioni operate sono la coesione (c in kPa), l'angolo di attrito interno (φ in °deg.) e il peso di volume (γ in kN/m³):

GRUPPO A: comprendente tutti i litotipi del basamento pre-quaternario. Il gruppo presenta buone caratteristiche geomeccaniche che peggiorano dove le masse rocciose risultano particolarmente fratturate. Le caratteristiche litotecniche tipiche del gruppo sono comprese nei seguenti campi di variabilità:

$$c = 20.000 \div 40.000 \text{ kPa} \quad \varphi = 30 \div 40^\circ \quad \gamma = 25 \div 28 \text{ kN/m}^3$$

GRUPPO B: comprende i depositi fluvioglaciali, con caratteristiche geotecniche che migliorano quando i depositi sono cementati e scadono all'aumentare della percentuale di matrice fine rispetto ai clasti. Le caratteristiche litotecniche tipiche del gruppo sono comprese nei seguenti campi di variabilità:

$$c = 0 \div 20.000 \text{ kPa} \quad \varphi = 25 \div 35^\circ \quad \gamma = 17 \div 23 \text{ kN/m}^3$$

GRUPPO C: comprende i depositi alluvionali e torrentizi non coesivi, inclusi quelli organizzati in conoidi, con caratteristiche geotecniche dipendenti dalla composizione

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

granulometrica. Si ha un peggioramento in presenza di terreni limosi e/o torbosi. Le caratteristiche litotecniche tipiche del gruppo sono comprese nei seguenti campi di variabilità:

$$c = 0 \text{ kPa} \quad \varphi = 27 \div 32^\circ \quad \gamma = 17 \div 19 \text{ kN/m}^3$$

GRUPPO D: comprende i depositi glaciali con discrete caratteristiche geotecniche che scadono all'aumentare della frazione limosa e del contenuto d'acqua. Le caratteristiche litotecniche tipiche del gruppo sono comprese nei seguenti campi di variabilità:

$$c = 0 \div 250 \text{ kPa} \quad \varphi = 32 \div 35^\circ \quad \gamma = 20 \div 23 \text{ kN/m}^3$$

GRUPPO E: comprende i depositi detritici, localmente a grossi blocchi, non coesivi e scarsamente addensati, inclusi quelli organizzati in conoidi. Le caratteristiche geotecniche dipendono dal contenuto d'acqua e della matrice limosa rispetto alla frazione grossolana. Le caratteristiche litotecniche tipiche del gruppo sono comprese nei seguenti campi di variabilità:

$$c = 0 \text{ kPa} \quad \varphi = 35 \div 37^\circ \quad \gamma = 17 \div 20 \text{ kN/m}^3$$

I parametri litotecnici delle rocce e dei terreni sopra riportati sono puramente indicativi in quanto reperiti in letteratura (Hoek & Bray, 1981) con riferimento a campioni di materiale di caratteristiche simili ai litotipi presenti all'interno del territorio comunale di Bussoleno.

2.2 Geomorfologia


2.2.1 Geomorfologia del territorio comunale

Il Comune di Bussoleno è situato nella media Val di Susa, all'altezza della confluenza del Torrente Rocciamelone nella Dora Riparia, e a monte della confluenza del Torrente Prebech nella stessa.....

Il territorio comunale è rappresentato per circa il 75% da aree di versante, che raggiungono quota 2800 m. con Rocca della Gavia sul versante meridionale, e 2620 m presso il Colle Croce di Ferro sul versante settentrionale.....

Il restante 25% del territorio comunale è costituito da aree di fondovalle e di raccordo col versante, nelle quali sono ubicati i nuclei abitati di Bussoleno e di Foresto e le principali infrastrutture (autostrada A32, strade statali SS 24 ed SS 25, ferrovie Torino-Modane e Susa-Bussoleno).....

L'attuale morfologia della settore di valle considerato è il risultato di un complesso modellamento operato da diversi agenti morfogenetici. In particolare si riconoscono le forme

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	13 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

associate al modellamento glaciale su cui si sono sovrimposte quelle relative alla dinamica fluviale e ai processi gravitativi di versante.

L'assetto morfologico ed evolutivo dell'area di fondovalle, d'interesse per il presente studio, ...è geneticamente legato all'attività erosionale e deposizionale della Dora Riparia ed in minor misura dei torrenti Gerardo, Moletta, Pissaglio e Rocciamelone.

La piana di fondovalle si caratterizza da una debole pendenza verso est (circa 2°), dal basso grado di incisione operato dalla Dora Riparia (si osservano solo localmente scarpate di erosione) e dall'alto grado di antropizzazione (strade statali, autostrade, nuclei abitativi, ecc.) che in talune aree ha significativamente modificato e nascosto le forme dell'originale paesaggio naturale.

.....

Nel tratto investigato, l'asta fluviale della Dora Riparia, che attraversa da Ovest verso Est il fondovalle alluvionale, è di tipo monocursale blandamente sinuoso, localmente a canali intrecciati (loc. Dora Spanciata). L'andamento blandamente sinuoso è determinato dall'aggiramento delle parti distali dei conoidi alluvionali dei rii tributari laterali (in particolare dai conoidi del Rio Gerardo, Moletta e Prebech).

.....

Per quanto riguarda le forme che caratterizzano i versanti ed i settori al raccordo tra questi ed il fondovalle (conoidi alluvionali) il paesaggio attuale è invece legato all'attività erosionale e deposizionale di tipo torrentizio dei rii montani.


Sui versanti i processi erosivi legati al reticolato idrografico hanno formato strette incisioni nel substrato cristallino, localizzate prevalentemente presso il fondovalle principale (es. orrido di Foresto), a valle delle quali si sono formati ampi conoidi di deiezione.

Il contatto tra i depositi torrentizi costituenti gli apparati di conoide e i depositi formanti la piana alluvionale di fondovalle è generalmente evidenziato da un debole cambio di pendenza o da una scarpata di erosione.

2.2.2 Dinamica fluviale della Dora Riparia in occasione degli eventi alluvionali

In relazione agli eventi alluvionali più importanti del giugno 1957 e dell'ottobre 2000, l'evoluzione della dinamica fluviale della Dora appare pressoché identica.

Procedendo da monte verso valle, l'esondazione della Dora è compresa tra la linea ferroviaria Bussoleno-Susa (in sinistra) e gli elementi morfologici che delimitano la fascia di pertinenza fluviale in destra idrografica (cfr. paragrafo 5.2, pagina 39). In entrambe gli eventi, presso Cascina dei Gerbi, le acque della Dora si sono estese, tramite un piccolo sottopasso, oltre la ferrovia Torino-Susa, allagando l'area pianeggiante posta tra il rilevato della ferrovia e la parte distale del conoide del rio Rocciamelone. Nell'evento 2000, l'espansione di tali acque è stata limitata dai muri di sponda del Torrente Rocciamelone, leggermente più alti del piano campagna.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	14 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva


Verso valle e in sinistra idrografica, le acque di esondazione hanno raggiunto il rilevato artificiale costruito dalle FS a protezione di alcuni edifici e delle infrastrutture ubicate nella regione Dora Spanciata. In entrambe gli eventi alluvionali le acque sono sormontate e hanno attraversato il rilevato ferroviario della linea Bussoleno-Susa allagando le aree retrostanti per poi confluire in corrispondenza del sottopasso della SS 25. Solo nell'evento del 2000 le acque sono sormontate, a causa di probabili processi erosivi, il rilevato artificiale FS e hanno allagato l'area compresa tra i rilevati della ferrovia Torino- Modane e Bussoleno-Susa, estendendosi anche nell'area della vicina zona industriale.

A valle del ponte della ferrovia Torino-Modane (presso la statale SS 24 del Monginevro), in entrambe gli eventi alluvionali, le acque delle Dora sono esondate; l'area inondata si sviluppa quasi completamente in sinistra tra l'alveo del fiume seguendo dapprima il rilevato della linea ferroviaria Torino-Modane, poi una piccola scarpata raggiungendo l'area industriale detta "Fabbrica da Fer". È da sottolineare che in entrambe gli eventi alluvionali le acque hanno raggiunto la nuova area industriale utilizzando il sottopasso ferroviario della SS 25 del Moncenisio; tale area è delimitata verso nord da una scarpata di altezza metrica e verso sud dai rilevati del nodo ferroviario. Durante l'evento del 2000, l'area occidentale della zona industriale è stata interessata da acque a bassa energia (acque morte), con una lama d'acqua compresa tra i 20 e i 120 cm, mentre quella orientale, più depressa, con una lama d'acqua che in alcuni punti ha raggiunto 2.0 m dal p.c.

In destra idrografica le acque esondate dalla Dora hanno soltanto interessato ristrette aree contigue alveo. Immediatamente a valle del ponte della ferrovia Torino-Modane le acque sono state contenute dal rilevato della statale SS 24 del Monginevro.

In corrispondenza del sottopasso della SS 25 del Moncenisio, una piccola parte delle acque presenti nell'area industriale è defluita sfruttando i binari ferroviari allagando gran parte del nodo ferroviario, fino a raggiungere la stazione ferroviaria. Da questo punto l'acqua ha raggiunto il concentrico defluendo direttamente per via Carli e, indirettamente per Corso Peirolo, sfruttando il sottopasso ferroviario. Si tratta comunque di modesti allagamenti caratterizzati da una lama d'acqua di spessore non superiore 10-15 cm. L'evento del 2000 ha causato allagamenti con lama d'acqua più alta (tra 30 e 60 cm) nell'area posta tra Via Piave e V.lo Rovine. L'acqua è poi defluita in Dora sfruttando in parte la rete di scolo artificiale e in parte lungo Via Cambursano. Nell'evento del 1957 alle acque provenienti dal sottopasso della SS 25 si sono aggiunte quelle tracimate dal rio Moletta in corrispondenza dell'imbocco del tratto intubato (sottopasso della ferrovia, presso la stazione).

Nel concentrico e fino al confine con il comune di Chianocco, le aree allagate hanno soltanto interessato ristrette aree contigue alveo, interessando marginalmente l'abitato.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	15 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

2.2.3 Morfologia del tratto di Dora Riparia di attraversamento dell'abitato

All'interno della Relazione idrologico-idraulica del Progetto preliminare degli interventi in esame è contenuto un approfondimento morfologico riguardante il tratto di Dora Riparia di attraversamento dell'abitato di Bussoleno, compreso tra il Ponte in Ferro a monte della città ed il ponte Cambursano a valle di essa.

In tale tratto, il corso d'acqua caratterizzato da alveo monocursale ben definito, le cui sponde sono costituite dalle opere esistenti (muri in cls o muratura), che hanno funzione di ritenuta dei livelli idrici anche se non sempre risultano adeguate in quota.

L'alveo tipo è assimilabile ad un canale di sezione rettangolare, caratterizzato da tendenza al deposito nel tratto a monte della traversa N.I.E., come testimoniato dalla sovrapposizione di un recente rilievo AIPO, rispetto a quello del 2002 effettuato da ADBPO .

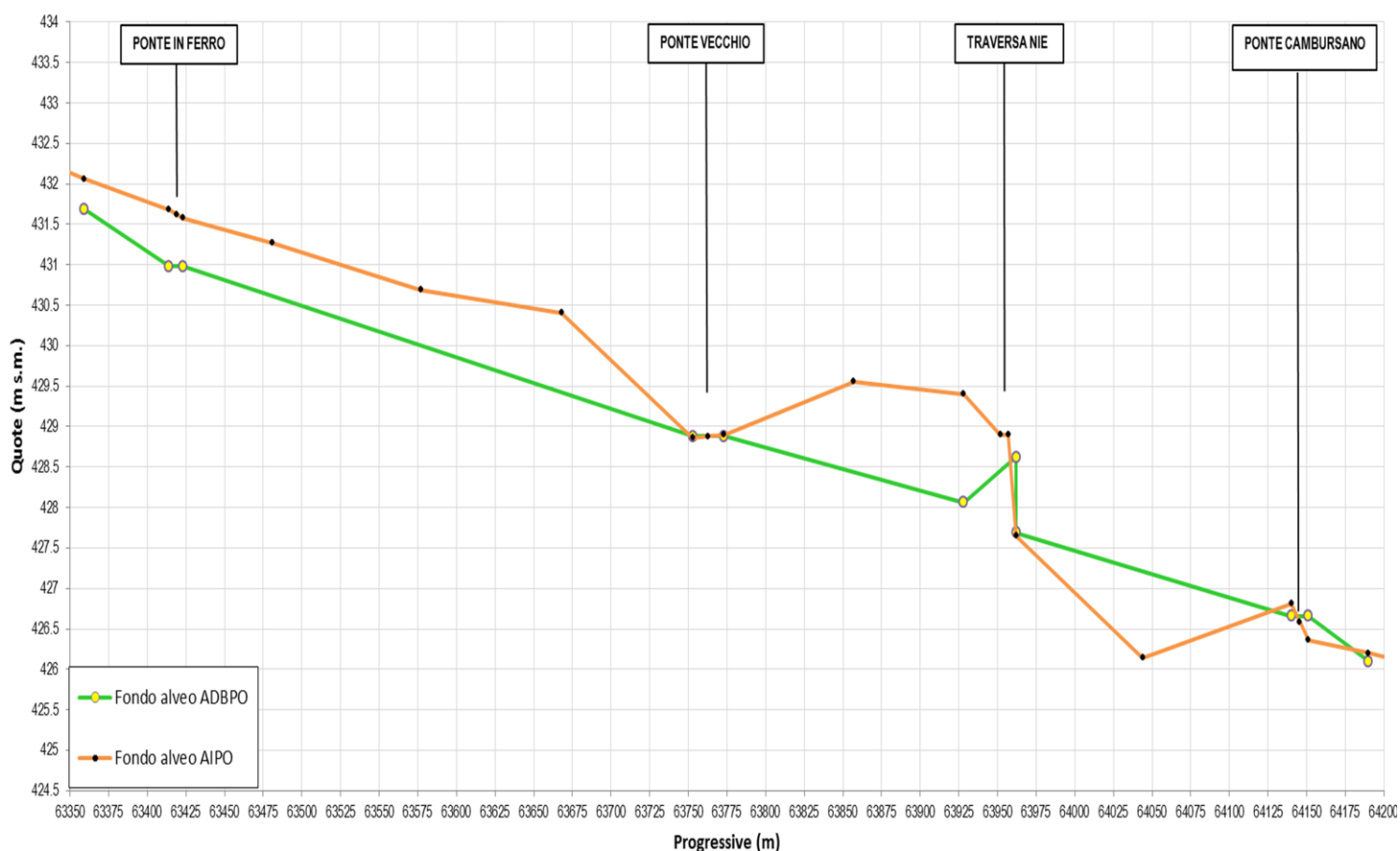



Fig. 2 – Andamento del fondo alveo attuale a confronto con quello rilevato nell'anno 2002 da ADBPO (da Relazione idrologico-idraulica a supporto del Progetto preliminare dell'intervento in esame)

Nello stesso studio è anche stato effettuato il confronto tra differenti cartografie in modo da poter ricostruire l'evoluzione planimetrica del corso d'acqua per un periodo temporale di circa 100

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	16 di 40

anni. Confronto, la cui rappresentazione grafica è riportata in Fig. 3 e che ha consentito di effettuare le seguenti considerazioni:

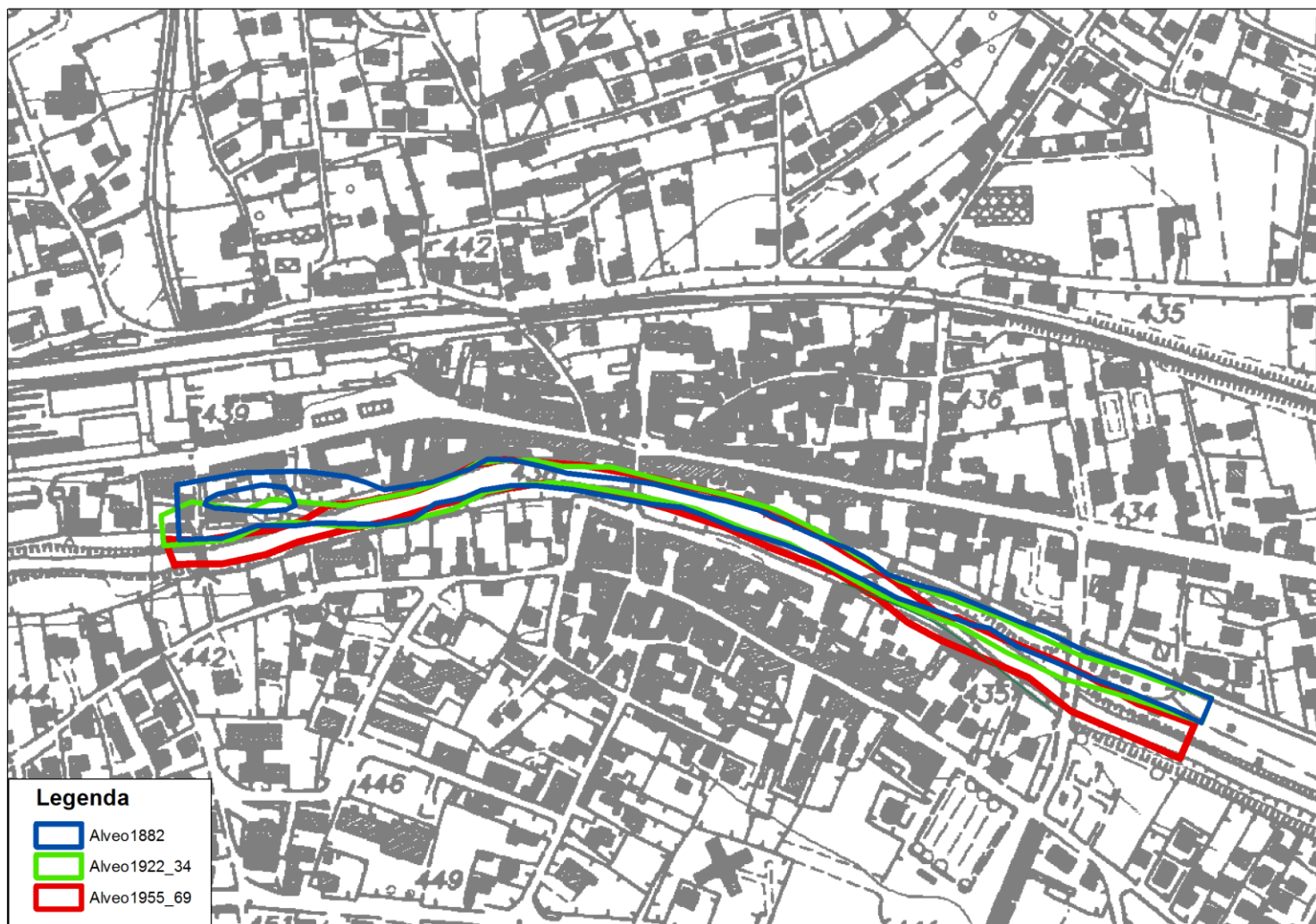


Fig. 3 – Assetto geomorfologico ed evoluzione del corso d'acqua

(da Relazione idrologico-idraulica a supporto del Progetto preliminare dell'intervento in esame)

1. l'alveo del 1822 a monte della città era pluricursale con presenza di un'isola stabile nella parte centrale; la progressiva industrializzazione e l'espansione urbanistica dell'abitato è correlata da una crescente artificializzazione dell'asta fluviale con un conseguente suo restringimento e traslazione planimetrica del tracciato.
2. I rilievi storici sovrapposti (dal 1822 a 1934) mostrano che planimetricamente, nel tratto compreso da valle del ponte Vecchio sino all'attuale ponte Cambursano (allora non ancora costruito), gli alvei hanno mantenuto il proprio tracciato con equivalente ampiezza della sezione incisa.

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

3. Variazioni ancora apprezzabili sono individuabili nel periodo della levata degli anni 1955-1969 in cui il corso d'acqua è stato sistemato in funzione della massima espansione e infrastrutturazione dell'abitato, tramite modifiche planimetriche di tracciato rispetto ai periodi antecedenti e secondo una sezione tipo totalmente canalizzata, caratteristiche analoghe a quelle attuali.

Un ultimo aspetto evidenziato nello studio geomorfologico sopraccitato è che, malgrado l'intensità dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000, non si sono segnalati inneschi di forme potenzialmente riattivabili ma soltanto di dissesti a monte dell'abitato per effetto di collasso di opere esistenti e ingenti quantità di materiale lapideo trasportato.

2.2.4 Opere idrauliche e attraversamenti

Considerato il contesto urbano in cui saranno effettuati gli interventi previsti dalla progettazione in esame, gli elementi morfologici di maggiore interesse risultano essere le opere idrauliche e gli attraversamenti del fiume (cfr. Fig. 4), in parte già anticipati nel precedente paragrafo e di seguito descritti.



Fig. 4 – Opere idrauliche e attraversamenti della Dora Riparia nel tratto in esame

Poco più di 300 m a monte dell'area d'intervento è presente un'opera trasversale di derivazione, che incanala, in sinistra idrografica, parte delle acque della Dora Riparia (cfr. foto di Fig. 5).

A valle di questa, sono presenti degli argini in terra, il cui paramento, nel tratto in sponda sinistra, a monte del Ponte in Ferro, risultano rivestiti da massi intasati (cfr. foto di Fig. 6).


 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	18 di 40




Fig. 5 – Foto della traversa idraulica a monte dell'abitato di Bussoleno ripresa da sud-ovest



Fig. 6 – Foto della sponda sinistra della Dora Riparia, a monte del Ponte in Ferro, costituito da massi intasati

All'interno dell'abitato di Bussoleno il corso d'acqua è sempre delimitato da muri, di abitazioni o di difesa, sia di aree pubbliche che di pertinenze private (cfr. foto di Fig. 7)., ben descritti nel paragrafo 1.2. In questo tratto si trova anche Ponte Vecchio, un attraversamento a 2

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	19 di 40


campate, di cui, quella di destra, risulta, evidentemente, ostruita dai depositi alluvionali (cfr. foto di Fig. 8).



Fig. 7 – Foto della sponda sinistra della Dora Riparia nel tratto di attraversamento dell'abitato di Bussoleno



Fig. 8 – Foto del Ponte Vecchio visto da valle

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	20 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

Infine, tra Ponte Vecchio e Ponte Cambursano, è presente una seconda traversa idraulica, anch'essa, derivante, in sinistra idraulica, una parte delle acque della Dora (cfr. foto di Fig. 9).



Fig. 9 – Foto della traversa idraulica di valle posta tra Ponte Vecchio e Ponte Cambursano

2.3 Idrogeologia

2.3.1 Complessi idrogeologici

Sulla base dell'assetto geologico è possibile suddividere l'area presa in esame in "complessi idrogeologici", ossia in unità all'interno delle quali il tipo di permeabilità ed il grado del coefficiente di permeabilità risultano relativamente omogenei.


E' importante inoltre sottolineare che all'interno dei complessi idrogeologici possono essere presenti elementi strutturali che apportano variazioni locali della permeabilità (es. le faglie, zone di cementazione nei depositi quaternari ecc.).

Sono stati distinte quattro complessi idrogeologici, partendo da quelli geometricamente inferiori e procedendo verso l'alto, due relativi al basamento con permeabilità per fratturazione e due relativi ad acquiferi in mezzi porosi costituiti da depositi quaternari.

2.3.1.1 Complessi idrologici in mezzi fessurati

COMPLESSO DELLE PRASINITI E DEI MICASCISTI

Questo complesso è costituito da prasiniti delle Unità Oceaniche e di Fossa (Zona Piemontese auct.), e da micascisti, gneiss e calcemicascisti del Massiccio del Dora-Maira.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	21 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

La permeabilità all'interno di queste rocce, in condizioni ordinarie di fratturazione degli ammassi, ed in assenza di discontinuità fragili importanti quali faglie o estese fasce di fratturazione è basso con valori di conducibilità idraulica media, generalmente inferiore a 10^{-7} m/s.....

COMPLESSO DELLE SERPENTINITI E DEI MARMI.

Rientrano in questo complesso le serpentiniti ed i calcescisti delle Unità Oceaniche e di Fossa (Zona Piemontese auct.), ed i calcescisti, i marmi, i marmi dolomitici e le metadolomie appartenenti alle coperture del Dora-Maira.

In queste rocce la permeabilità è indotta dalla fratturazione, ma localmente può essere incrementata in modo significativo da fenomeni di dissoluzione che determinano lo sviluppo di carsismo incipiente ed in seguito la comparsa di veri e propri condotti carsici. Questo fenomeno si sviluppa in prevalenza nei litotipi a forte componente carbonatica quali marmi e marmi dolomitici e lungo le zone di contatto tra le principali unità.

Il grado di permeabilità delle rocce appartenenti a questo complesso idrogeologico varia da medio ad elevato. I marmi dolomitici, le carnirole e le cataclasiti carbonatiche, ove presentano una continuità laterale rilevante, come nel caso del versante sinistro idrografico della valle principale, possono costituire sistemi di flusso importanti con grado di permeabilità elevato.

2.3.1.2 Complessi idrologici in mezzi porosi

I depositi che compongono questi acquiferi sono di varia origine e comprendono depositi glaciali di ablazione, depositi alluvionali-torrentizi, detrito di falda, accumuli di frana.


I depositi quaternari poggianti sul substrato roccioso costituiscono acquiferi con permeabilità per porosità sono contenuti ne e danno luogo a falde libere o semiconfinare il cui limite inferiore è generalmente rappresentato dalla superficie di contatto con il substrato roccioso.

.....

COMPLESSO CON PERMEABILITÀ DA MEDIA A BASSA PER POROSITÀ.

Questo complesso è costituito prevalentemente da depositi glaciali di ablazione e di fondo e da depositi fluvioglaciali cementati. La presenza di abbondante matrice limosa determina valori del coefficiente di permeabilità mediamente più bassi rispetto a quelli degli altri acquiferi in mezzo poroso. Nel caso di estesi accumuli di depositi glaciali di ablazione il grado di permeabilità medio del complesso aumenta da medio ad elevato e favorisce l'istaurarsi di locali sistemi di flusso (es. Pian Cervetto, Gros).

I depositi di pertinenza di questo complesso idrogeologico ricoprono aree circoscritte e non molto estese lungo i versanti del territorio comunale ed in parte nelle valli laterali.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	22 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

3.4.2b COMPLESSO A PERMEABILITÀ MEDIO-ALTA PER POROSITÀ.

Questo complesso, costituito da depositi alluvionali e torrentizi recenti non cementati e da depositi detritici, rappresenta l'acquifero più esteso nell'area rilevata. Sono compresi alluvionali di conoide che, proprio per la loro origine, presentano grado di permeabilità simile a quella dei depositi alluvionali di fondovalle legati all'attività della Dora Riparia. Il valore del coefficiente di permeabilità in questo complesso potrà essere assunto mediamente tra 10^{-5} e 10^{-6} m/s.

2.3.2 Dinamica della falda nel Complesso Acquifero Superficiale

Nell'area di fondovalle è presente una falda libera, il cui livello piezometrico, è variabile stagionalmente in funzione delle piogge e del livello idrometrico della Dora.

Al fine di definire l'interazione tra l'idrografia principale e secondaria con la falda, nel corso dello studio a supporto del Piano Regolatore Generale (P.R.G.) del Comune di Bussoleno, è stata condotta una campagna di misura piezometrico a fine novembre 2001.

Su 29 pozzi censiti solo per 9 di essi è stato possibile effettuare una misura, poiché gli altri 20 mostravano la testa del pozzo ostruito dalla pompa, o in altri, casi risultavano inaccessibili poiché posizionati in proprietà private; dei 9 pozzi in cui è stata effettuata la misura 4 sono risultati asciutti.


I dati raccolti permettono di individuare la soggiacenza della falda, al momento della misura, oscillante tra circa 10 metri e oltre 40 metri.

Sulla base dei dati ottenuti da tale campagna sono state tracciate le curve isopiezometriche, con equidistanza di 5 m, nell'area compresa tra la Dora Riparia e il versante sinistro.

L'andamento delle isopiezometriche mostra che nel periodo considerato la falda è alimentata sia dall'idrografia secondaria e dalle acque provenienti dal versante, sia dalla Dora Riparia in corrispondenza del fondovalle.

Occorre tuttavia precisare che, oltre alle variazioni stagionali, sono possibili locali variazioni anche importanti del livello piezometrico, che possono determinarne la risalita fino al piano di campagna.

Considerato il fatto che la falda, contenuta in depositi alluvionali solitamente molto permeabili, è in diretta connessione con il reticolato idrico superficiale e che le opere in esame dovranno essere realizzate sulle sponde del corso d'acqua, è corretto che l'intervento in progetto sia dimensionato facendo coincidere i livelli freatici con quelli idrometrici.

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	23 di 40

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Per ricostruire le caratteristiche litostratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni dell'area oggetto di studio, è stata pianificata e realizzata una specifica campagna d'indagini, descritta nei paragrafi successivi e la cui ubicazione è raffigurata nella Planimetria ubicazione indagini di Tav. 1.

3.1 Sondaggi a carotaggio continuo

Durante la campagna indagini sono stati realizzati n°4 sondaggi a carotaggio continuo, denominati S1, S2, S3 e S4, tutti spinti fino alla profondità di 15 m da piano campagna.

Nel corso dell'esecuzione di ciascun sondaggio sono state effettuate delle prove S.P.T. (*Standard Penetratio Test*) che, come descritto nella seguente tabella (cfr. Tab. 3), solo in 3 casi su 8, non hanno dato rifiuto.

SONDAGGIO	Profondità		Numero colpi			
	da m	a m	N1	N2	N3	NSPT
S1	6	6,45	18	25	49	74
	12	12,45	24	46	R	R
S2	6	6,45	18	26	46	72
	12	12,45	12	31	41	72
S3	4,5	4,95	38	R	R	R
	7,5	7,95	28	40	R	R
S4	8	8,45	23	46	R	R
	12	12,45	19	31	R	R

Tab. 3 – Prove SPT effettuate nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo

Per i report con le descrizioni delle stratigrafie incontrate e le foto dei terreni campionati si faccia riferimento All. 1.

3.2 Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)

Le indagini denominate DPSH sono delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti. Tali prove consistono nell'infissione nel terreno di una punta conica tramite battitura con un maglio di massa pari a 63.5 Kg e con altezza di caduta di 75 cm e la conseguente determinazione del numero di colpi necessari ad infiggere la punta conica (area della punta 20.43 cm²) e le aste ad essa collegate, per una profondità di 20 cm.

Questa tipologia di prova, sebbene meno significativa nei terreni coesivi superficiali, rispetto alla prova CPT, consente un avanzamento anche nei depositi ghiaiosi.

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

Nel corso della campagna geognostica a supporto del presente studio sono state effettuate n°9 prove penetrometriche dinamiche, i cui risultati sono riepilogati nella seguente tabella (cfr. Tab. 4):


PROFONDITA'	DPSH1	DPSH2	DPSH3	DPSH4	DPSH5	DPSH6	DPSH7	DPSH8	DPSH9
0,2	17	25	1	5	19	5	4	20	4
0,4	40	22	2	11	17	17	2	45	10
0,6	61	26	3	145	12	17	3	19	11
0,8	12	24	3	56	55	30	17	33	13
1,0	14	8	6	52	30	176	24	125	14
1,2	15	5	8	66	27	>200	74	54	80
1,4	15	52	11	35	41		123	41	35
1,6	9	49	14	58	111		161	56	7
1,8	27	41	27	80	135		173	90	59
2,0	31	18	16	116	>200		>200	>100	62
2,2	33	11	26	>200					42
2,4	11	19	77						60
2,6	5	17	>200						20
2,8	6	20							31
3,0	17	13							>100
3,2	>200	44							
3,4		22							
3,6		13							
3,8		21							
4,0		23							
4,2		>200							

Tab. 4 – Riepilogo dei risultati delle prove DPSH eseguite

Come si può osservare, tutte le prove sono state approfondite fino a rifiuto, raggiunto a profondità differenti, ma mai superiori a 4,20 m da piano campagna.

Proprio per le difficoltà di avanzamento all'interno di depositi alluvionali, con presenza di ciottoli e blocchi pluridecimetrici, molto resistenti, spesso, per raggiungere una profondità significativa, nel medesimo punto d'indagine, sono stati fatti più tentativi, l'uno a poca distanza dall'altro.

Malgrado le prove penetrometriche siano riuscite a indagare solo i depositi più superficiali, i relativi dati possono essere cautelativamente considerati rappresentativi anche dei livelli d'imposta più profondi, in considerazione del fatto che i sondaggi hanno evidenziato una sostanziale omogeneità delle alluvioni, per tutta la profondità esaminata, e che le resistenze misurate nel corso delle prove SPT risultano superiori a quelle delle DPSH.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	25 di 40

A riguardo, si segnala che per la trasformazione dal numero di colpi misurati in campagna N_{20} al numero di colpi N_{SPT} , valore utilizzato per l'elaborazione delle prove in situ illustrato nel paragrafo 6.1, si è utilizzato la seguente formulazione:

$$N_{SPT} = C_f \cdot N_{SCPT}$$

Il fattore correttivo C_f dato dalla seguente:

$$C_f = \frac{M_1 \cdot H_1 \cdot P_{l1} \cdot A_{p1}}{M_2 \cdot H_2 \cdot P_{l2} \cdot A_{p2}}$$

Dove: M_2 peso del maglio SPT, H_2 volata del maglio SPT (75 cm), P_{l2} passo di lettura SPT (15cm), A_{p2} area della punta SPT (20.4 cm²), mentre i medesimi termini con pedice 1 si riferiscono alle caratteristiche del penetrometro dinamico utilizzato.

Il valore di C_f così calcolato risulta pari a 1.3.

3.3 Prove tromografiche

Ai fini della caratterizzazione sismica dei suoli di fondazione, sono state effettuate 3 indagini sismiche tramite la tecnica sismica passiva (tecnica dei rapporti spettrali) o HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) sulla base dei segnali registrati mediante un tromografo digitale.


Le prove, denominate T1, T2 e T3, eseguite in corrispondenza rispettivamente delle prove DPSH7, DPSH2 e DPSH3, sono state condotte utilizzando un sismometro a stazione singola (tromografo digitale) in grado di registrare i microtrempi lungo le due direzioni orizzontali (X, Y) e lungo quella verticale (Z), di un ampio intervallo di frequenze (0.1-100 Hz) e per una durata sufficientemente lunga (mediamente 20 minuti). Il moto indotto nel terreno è stato misurato dallo strumento in termini di velocità attraverso tre velocimetri, uno per ogni direzione di misura (X, Y e Z).

Le misure registrate sono state poi elaborate e restituite graficamente in forma di spettri H/V (rapporto H/V in funzione della frequenza, cfr. Fig. 10) e spettri delle singole componenti (componente del moto in funzione della frequenza per ognuna delle tre direzioni (cfr, Fig. 11).

A riguardo, va sottolineato come il confronto fra questi due tipi di grafici consenta di distinguere i picchi di frequenza dovuti a disturbi nel corso della misurazione, in cui tutte le componenti hanno lo stesso andamento, da quelli dovuti a motivi stratigrafici, dove la componente verticale, a differenza delle altre due, presenta un minimo locale.

I risultati ottenuti, riportati nell'All. 3, sono:

1. La frequenza di risonanza caratteristica del sito;
2. La velocità media delle onde di taglio V_s .

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	26 di 40

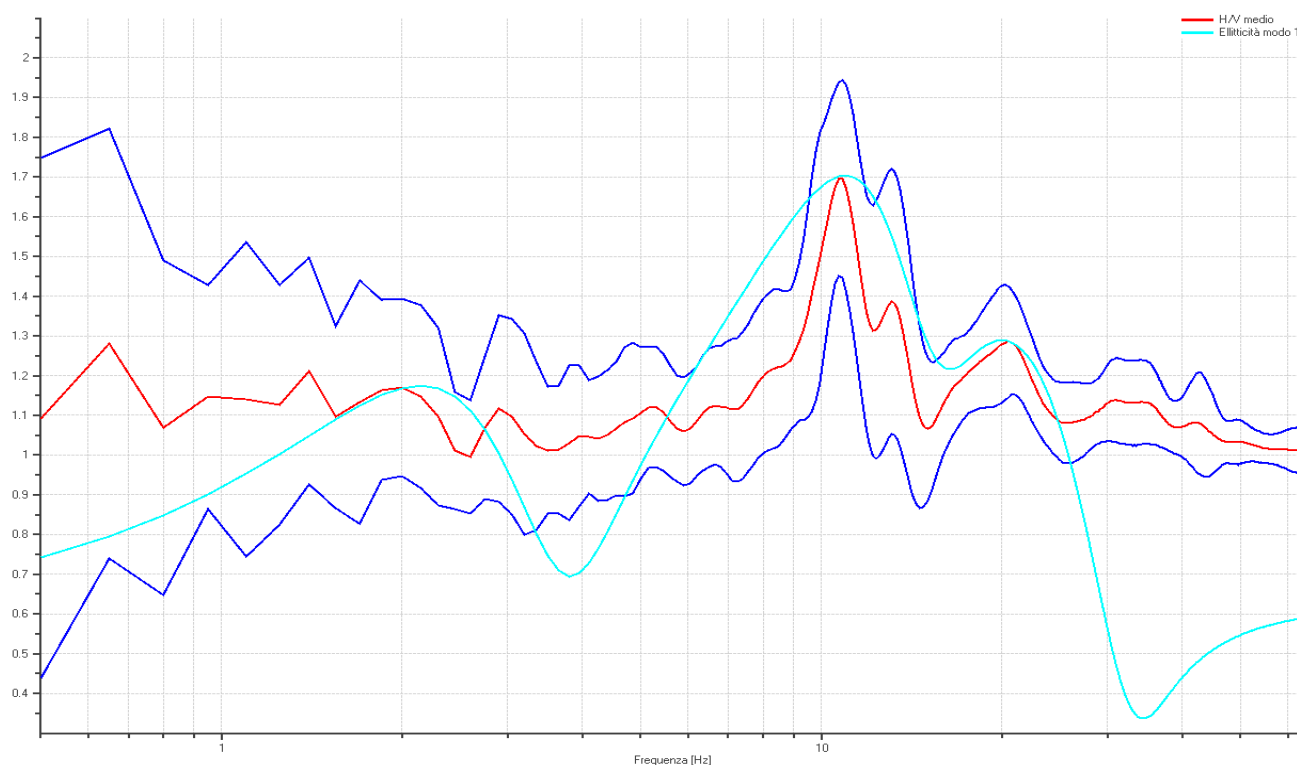


Fig. 10 - Rapporto spettrale orizzontale su verticale della prova T2

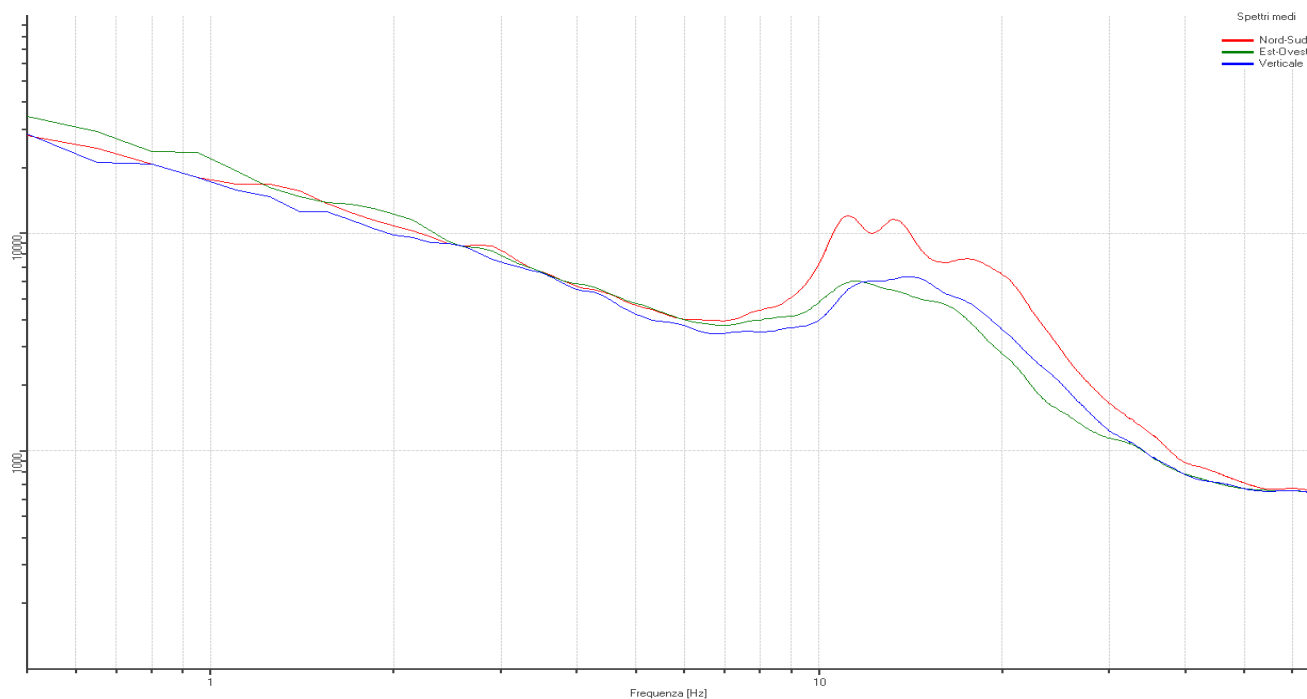


Fig. 11 - Spettri delle singole componenti della prova T2

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

Dalle prove tromografiche, infatti, è possibile ottenere due tipi di informazioni: la frequenza di risonanza caratteristica del sito (*Nakamura Y.*, 1989) e la velocità media delle onde di taglio V_s (*Castellaro S. e Mulargia F.*, 2009).

Per determinare la velocità delle onde di taglio V_s è stata utilizzata l'inversione vincolata dello spettro H/V ricavato attraverso il rilievo tromografico.

La relazione seguente lega tra di loro parametri quali la frequenza di risonanza del terreno (f), la velocità delle onde S (V_s) e la profondità della base dello strato (H):

$$f(Hz) = \frac{V_s}{4H}$$

Nota la profondità di un singolo livello stratigrafico, ottenuta, attraverso l'esecuzione delle indagini geognostiche, è possibile procedere all'inversione dello spettro H/V, modellando una curva sintetica la quale ha la funzione di approssimare, nel miglior modo possibile, i picchi di frequenza registrati dal tromografo, in modo da ricavare la V_s media per ogni singolo strato. Sulla base di tali elaborazioni sono state ottenute le curve della V_s in funzione della profondità.


Dall'esame dell'All. 3 si osserva che la velocità equivalente delle onde sismiche di taglio nei primi 30 m di terreno, definita come:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{h_i}{V_i}}$$

risulta pari a 524 m/s, nella prova T1, a 418 m/s, nella prova T2 e a 440 m/s, nella prova T3.

Da tali valori consegue che il sottosuolo in esame è sempre classificabile in Categoria B: *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti"* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)

Un altro dato da considerare, al fine di valutare la vulnerabilità sismica delle opere in progetto, è che le 3 prove mostrano tutte un picco di amplificazione corrispondente ad una frequenza di circa 11 Hz; valore da porre a confronto con le frequenze di risonanza fondamentali delle opere in progetto.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	28 di 40

4 CARATTERI LITOSTRATIMETRICI

Le indagini eseguite hanno consentito di ricostruire l'assetto litostratimetrico dell'area oggetto di studio.

In particolare, alla luce di quanto emerso nel corso della campagna geognostica, si sono potute redigere 3 sezioni, in scala $L=1:500$ $H=:100$

- la Sezione litostratimetrica A-A', rappresentativa dei terreni in fondazione in corrispondenza delle opere 1 e 2
- la Sezione litostratimetrica B-B', rappresentativa dei terreni in fondazione in corrispondenza delle opere 3, 4, 5, 6, 7 e 8
- la Sezione litostratimetrica C-C', rappresentativa dei terreni in fondazione in corrispondenza delle opere 9, 10 e 11

Al fine di una migliore lettura degli stessi elaborati, sono state disegnate le scale grafiche delle altezze, in quote assolute s.l.m., e delle lunghezze, indicando le progressive del corso d'acqua; inoltre, è stato rappresentato il livello della piena con tempo di ritorno bicentenario come indicato nel Piano Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino per il fiume Po.

In tutte le sezioni sono stati raffigurati 3 classi di terreni:


Depositi costituiti prevalentemente da suolo vegetale o terreno di riporto

Rappresentano il livello di copertura costituito, a seconda delle zone, da suolo e terreni fini, con alto contenuto vegetale (cfr. tratto di golenia in sponda destra, dove sono state eseguite le prove DPSH4, DPSH5, DPSH6, DPSH7, DPSH8 e DPSH9) o da terreni di riporto ghiaiosi e ciottolosi, in matrice sabbiosa, con sporadici frammenti di laterizi, vetro, calcestruzzo e materiale plastico, che possono raggiungere profondità di quasi 4 m da p.c. come verificato nel corso del sondaggio S3.



Fig. 12 – Foto dei terreni di riporto carotati nel corso del sondaggio S3

Questi ultimi, sono stati utilizzati, principalmente, per il riempimento a tergo dei muri di difesa spondale che delimitano il corso della Dora Riparia e il loro spessore è funzione dell'altezza dello stesso muro,

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	29 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

L'esame di quanto estratto nel corso dei sondaggi ha consentito di verificare che tale riempimento, come ci si aspettava, è stato fatto con inerti reperiti in loco che presentano ottime caratteristiche geotecniche.

Terreni prevalentemente ghiaiosi

E' la classe dominante nel sottosuolo indagato, costituita da depositi prevalentemente ghiaiosi, con ciottoli e blocchi, molto duri (si tratta perlopiù di litotipi metamorfici), che possono raggiungere un $D_{max}=50$ cm. La percentuale di matrice, a tessitura, quasi sempre, sabbiosa da media a grossolana, è variabile. Tale classe costituisce un unico orizzonte, a partire dalla base della copertura sopradescritta, fino alle massime profondità indagate, interrotto solo da alcune lenti di terreni a tessitura prevalentemente sabbiosa illustrati di seguito.




Fig. 13 – Foto dei terreni prevalentemente ghiaiosi carotati nel corso del sondaggio S3

Terreni prevalentemente sabbiosi

Si tratta di depositi prevalentemente sabbiosi, ma, con abbondante presenza di ghiaie e ciottoli (sempre maggiore del 25%) che gli conferiscono buone caratteristiche geotecniche. Si rinvencono con spessori significativi (anche superiori a 3 metri) solo in corrispondenza del sondaggio S2. I livelli rilevati all'interno delle singole verticali non sono tra loro correlabili, testimoniando che si tratta di una deposizione lentiforme. Le caratteristiche granulometriche consentono di escludere, già al semplice esame visivo, che questi depositi possano essere soggetti a fenomeni di liquefazione nel corso di eventi sismici.




Fig. 14 – Foto dei terreni prevalentemente sabbiosi carotati nel corso del sondaggio S1

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	30 di 40

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

Sulle sezioni non è stata rappresentata la superficie della falda freatica, in quanto, come anticipato nel paragrafo 2.3.2, essa, in fase progettuale, va considerata alla stessa quota del profilo idrometrico della Dora Riparia per la definizione del quale si rimanda agli elaborati idraulici.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	31 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

5 SISMICITÀ

5.1 Classificazione sismica

L'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003, suddivide il territorio italiano in 4 zone sismiche con diversi livelli di accelerazione sismica di progetto. Secondo tale ordinanza, il Comune di Bussoleno, è stato identificato in zona 3, cui corrispondono valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, compresi tra $0,5 \cdot g$ e $0,15 \cdot g$ (dove g è l'accelerazione di gravità).

Tale classificazione ha tuttavia valore esclusivamente a fini amministrativi; alle Norme Tecniche per le costruzioni del D.M. 14-01-2008, è infatti allegato un documento sulla pericolosità sismica (Allegato A), nel quale l'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla pericolosità sismica di base, più semplicemente chiamata pericolosità sismica che costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle N.T.C., dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Questi tre parametri sono definiti in corrispondenza dei punti di un reticolo (reticolo di riferimento; cfr. Fig. 15), i cui nodi non distano fra loro più di 10 km, e diversi periodi di ritorno (variabili tra 30 e 2475 anni).


Per determinare il tempo di ritorno (T_R) si utilizza l'espressione:

$$T_R = \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

dove V_R è il periodo di riferimento della costruzione, mentre P_{VR} è la probabilità di superamento nel periodo di riferimento.

Per determinare il tempo di ritorno sono stati utilizzati i parametri dell'opera in progetto riportati nel paragrafo 1.3; quali:

- VITA NOMINALE: "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" la cui vita nominale è $V_n \geq 100$ anni (come definito dalla Tab. 2.4.I delle N.T.C. 01/2008);

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	32 di 40

- CLASSE D'USO: Classe IV: "Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica" (come definito dal paragrafo 2.4.2 delle N.T.C. 01/2008);
- PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA: Considerata la classe d'uso IV, il coefficiente d'uso risulta $C_u=2.0$ (cfr. Tab. 2.4.II delle N.T.C. 01/2008), e di conseguenza il periodo di riferimento del rilevato arginale oggetto d'intervento è $V_R=V_N \cdot C_u= 200$ anni.

Quanto alle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , sono stati assunti i valori indicati nelle N.T.C. 01/2008; in particolare, probabilità pari al 10%, per lo stato limite ultimo di Salvaguardia della Vita (SLV) e pari al 63%, per lo stato limite di esercizio di Danno (SLD).

Dato che il sito in esame (lat. 45,14, long. 7,14) non ricade nei nodi del reticolo di riferimento (cfr. Fig. 15), i valori dei parametri a_g, F_0, T_c^* possono essere ricavati come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

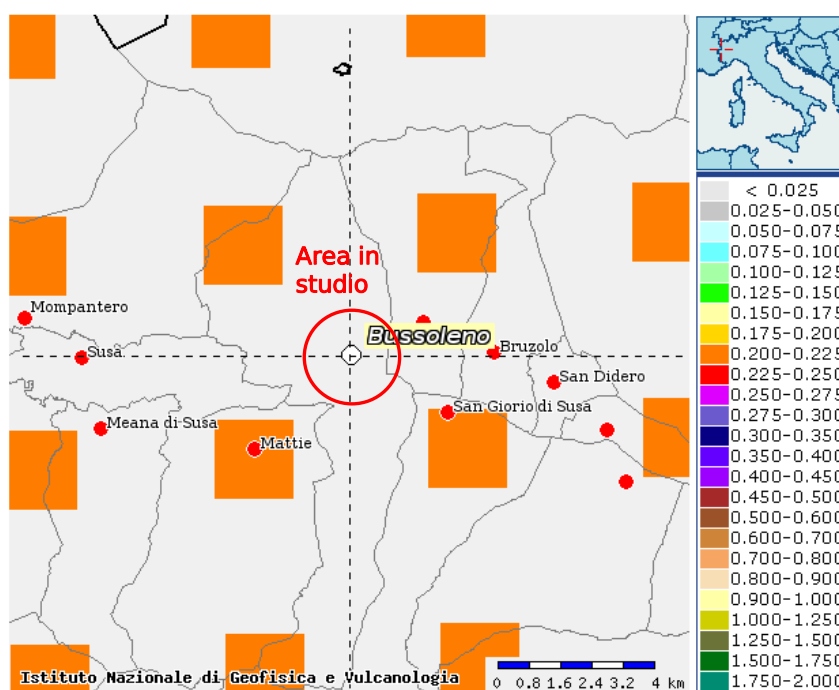



Fig. 15- Mappatura dell'accelerazione orizzontale massima del terreno (a_g) con tempi di ritorno di 2475 anni (Stato Limite di Collasso)

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	33 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

Alla luce di quanto sopradescritto i valori dei tre parametri necessari per la determinazione delle azioni sismiche sono riportati nella seguente Tab. 5.

Stato Limite	Tempo di ritorno T_R (anni)	a_g (g)	F_0	T_c^* (s)
SLO	120	0.079	2.42	0.24
SLD	201	0.098	2.43	0.25
SLV	1898	0.203	2.53	0.28
SLC	2475	0.219	2.55	0.28


Tab. 5 – Valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* per i tempi di ritorno associati a ciascun stato limite

5.2 Categoria di sottosuolo e amplificazione topografica

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, il D.M. 14-01-2008 definisce 7 categorie in cui suddividere i terreni d'imposta in base ai valori di velocità delle onde sismiche trasversali nei primi 30 m sotto il piano di posa della fondazione ($V_{s,30}$).

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tab. 6 - Categorie sismiche dei terreni

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	34 di 40

Come descritto nel paragrafo 3.3, per determinare il valore delle onde di taglio V_s sono state eseguite 3 prove tromografiche (cfr. All. 3 - Prove tromografiche) le quali hanno consentito di determinare che il sottosuolo in esame appartiene alla categoria B: *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina)"*.

Sulla base della categoria di appartenenza del terreno il D.M. 14-01-2008 introduce i coefficienti S_s (coefficiente di amplificazione stratigrafica) e C_c (coefficiente funzione della categoria di sottosuolo) per tener conto dell'amplificazione stratigrafica del valore dell'azione sismica di progetto. Per le categorie B, C, D e E, questi due parametri possono essere calcolati attraverso le espressioni riportate in Tab. 7, dove i valori di F_0 e T_c^* sono relativi al sottosuolo di categoria A, g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Categoria	S_s	C_c
A	1.00	1.00
B	$1.00 \leq 1.40 - 0.40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.20$	$1.10 \cdot (T_c^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \leq 1.70 - 0.60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.50$	$1.05 \cdot (T_c^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \leq 2.40 - 1.50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.80$	$1.25 \cdot (T_c^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \leq 2.00 - 1.10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1.60$	$1.15 \cdot (T_c^*)^{-0.40}$

Tab. 7 - Valori dei parametri S_s e C_c

Altro parametro introdotto dal D.M. 14-01-2008 è il coefficiente di amplificazione topografica S_T , per tener conto delle condizioni topografiche del territorio e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella Tab. 3.2.VI¹, in funzione delle categorie topografiche definite nel paragrafo 3.2.2 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

¹ Capitolo 3 – Azioni sulle costruzioni, paragrafo 3.2 Azione sismica, del D.M. 14-01-2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni".

Essendo l'intervento in progetto in pianura la categoria topografica corrispondente è la T1, che corrisponde ad un valore del coefficiente $S_T=1.00$ (assenza di amplificazione).

Ne consegue che, con i valori dei parametri a_g, F_0, T_C^* riportati in Tab. 6 per i vari stati limite, si ottengono i valori dei coefficienti sismici riportati nella seguente tabella:

	Ss	Cc	St	Amax (m/s ²)	Beta	Kh	Kv
SLO	1,20	1,46	1,00	0,931	0,20	0,019	0,009
SLD	1,20	1,45	1,00	1,154	0,20	0,024	0,012
SLV	1,19	1,42	1,00	2,370	0,28	0,068	0,034
SLC	1,18	1,42	1,00	2,531	0,28	0,072	0,036

Tab. 8 - Coefficienti sismici di progetto

5.3 Rischio di liquefazione

Come esposto nel capitolo 4, le indagini geognostiche effettuate non hanno evidenziato, fino alle profondità indagate, la presenza di strati di terreno granulare a grana fine (sabbie), a bassa densità, sotto falda, con spessori pari o superiori al metro.

D'altra parte, sulla base dei dati raccolti al contorno dell'area oggetto di studio e di considerazioni sull'ambiente di sedimentazione, si ritiene che sia alquanto improbabile che ciò si verifichi entro i primi 15 m di profondità.

Ne consegue che si può affermare che il rischio di liquefazione sia da considerarsi trascurabile o addirittura nullo.

<i>PROGETTO</i>	<i>LIVELLO</i>
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

6 GEOTECNICA

6.1 ELABORAZIONE DEI RISULTATI DELLE INDAGINI IN SITU

La indagini effettuate, descritte nel capitolo 3, oltre a consentire di determinare la successione litostratimetrica dei terreni di fondazione, hanno permesso di dedurne i parametri geotecnici.

A riguardo si sono utilizzati sia i dati delle prove *Standard Penetration Test* (S.P.T.) effettuate nel corso dei sondaggi a rotazione continua (cfr. paragrafo 3.1) che quelli delle prove penetrometriche dinamiche superpesanti DPSH (cfr. paragrafo 3.2).

Nel primo caso si è utilizzato direttamente il valore di N_{SPT} , nel secondo, è stato ricavato utilizzando la formula indicata, sempre, nel paragrafo 3.2.

Trattandosi di terreni a comportamento granulare, privi di coesione, gli unici parametri individuati sono l'angolo di resistenza al taglio e il modulo elastico.

Di seguito vengono descritte le correlazioni semi-empiriche utilizzate, che gli scriventi hanno individuato come più affidabili nel contesto geologico in esame.

6.1.1 Angolo di resistenza al taglio

L'angolo di resistenza al taglio (ϕ') è stato stimato mediante la formula proposta da *Shioi e Fukuni* (1982):

$$\Phi' = \sqrt{15 \cdot N_{SPT}} + 15$$

6.1.2 Modulo elastico

I valori del modulo elastico E sono stati ricavati dai risultati delle SPT e DPSH mediante la relazione (D'Apollonia et Alii):


$$E = 7,5 + 0.5 \cdot N_{SPT}$$

con il modulo espresso in Kg/cm².

6.2 MODELLO GEOTECNICO

L'individuazione del modello geotecnico dei depositi di fondazione, rappresentato graficamente in Tav. 3, è stato basato sull'interpretazione della stratigrafia dei terreni effettuata mediante la ricostruzione delle sezioni litostratimetriche di Tav. 2.

In particolare, le lenti di terreni prevalentemente sabbiosi, in considerazione della loro limitata estensione e del fatto che presentano un'elevata percentuale di litotipi più grossolani, sono state accorpate all'orizzonte di terreni prevalentemente ghiaiosi, le cui caratteristiche geotecniche sono state determinate con i metodi descritti nel paragrafo 6.1.

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	37 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

Nel modello geotecnico i parametri relativi a questo orizzonte, sono espressi sia indicandone i valori medi sia quelli caratteristici (da utilizzare per valutazioni semiprobabilistiche, in ottemperanza alle N.T.C. 01/2008).

Il valore caratteristico del modulo elastico è stato calcolato come il valore corrispondente al 5° percentile della distribuzione della media, utilizzando una distribuzione log-normale.

Per l'angolo di attrito interno esso è sempre riferito al 5° percentile della distribuzione del campione, utilizzando però una distribuzione gaussiana (normale).

I terreni di copertura sono stati, invece, stati parametrizzati indicando solo dei valori caratteristici cautelativi, definiti dagli scriventi, tenendo conto del fatto che si tratta quasi esclusivamente di riporti di terreni con le caratteristiche geotecniche dell'orizzonte sottostante.


La modellazione geotecnica effettuata nel presente studio ha, dunque, previsto la distinzione di soli 2 orizzonti:

COPERTURA

- Profondità: da p.c. a 0.4÷4.0 m da p.c. (in funzione dell'altezza dei muri di difesa spondale a tergo dei quali sono stati utilizzati come materiali di riempimento)
- Descrizione: suolo e/o terreni di riporto di natura varia, ma dove prevalgono le ghiaie e i ciottoli
- Parametri geotecnici:
 - peso specifico $\gamma = 20.00 \text{ kN/m}^3$
 - angolo d'attrito:
valore caratteristico $\varphi'_k = 33^\circ$
 - modulo elastico:
valore caratteristico: $E'_k = 20.0 \text{ MPa}$

ORIZZONTE A

- Profondità: da 0.4÷3.8 m da p.c a -15,00 m da p.c. (massima profondità indagata)
- Litologia: depositi prevalentemente ghiaiosi a comportamento granulare
- Parametri geotecnici:
 - peso specifico $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 - angolo d'attrito:
valore caratteristico $\varphi'_k = 38^\circ$
valore medio $\varphi'_m = 39.4^\circ$
 - modulo elastico:
valore caratteristico: $E'_k = 45.7 \text{ MPa}$
valore medio: $E'_m = 49.8 \text{ MPa}$


 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	38 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

7 CONCLUSIONI

Gli studi effettuati e le indagini svolte consentono di formulare le seguenti considerazioni conclusive:

- 1. Gli interventi in progetto ricadono su entrambe le sponde della Dora Riparia, nel tratto di attraversamento dell'abitato di Bussoleno, quindi in una porzione di fondovalle urbanizzata, in cui il naturale andamento del corso d'acqua è ostacolato da una serie di interventi antropici descritti nei paragrafi 1.2 e 2.2.4.*
- 2. Le caratteristiche litostratigrafiche della zona sono state indagate mediante l'esecuzione di una specifica campagna geognostica che ha previsto l'esecuzione di sondaggi a carotaggio continuo e di prove penetrometriche dinamiche DPSH.*
- 3. Dall'indagine effettuata è emerso che, sotto la copertura, di spessore variabile, da pochi decimetri fino a circa 4 m, costituita da suolo e/o terreni di riporto, dominano i depositi prevalentemente ghiaiosi con ciottoli e blocchi, che possono raggiungere un $D_{max}=50$ cm. La percentuale di matrice, a tessitura, quasi sempre, sabbiosa, da media a grossolana, è variabile. In subordine, sono presenti lenti di sabbie con ghiaie e ciottoli.*
- 4. Nel modello geotecnico è stata effettuata la schematizzazione del sottosuolo indagato in 2 differenti tipologie di orizzonti ai quali, nel paragrafo 6.2, sono stati attribuiti dei parametri caratteristici da utilizzare nelle verifiche progettuali.*
- 5. Sotto l'aspetto idrogeologico, considerato il fatto che la falda, contenuta in depositi alluvionali solitamente molto permeabili, è in diretta connessione con il reticolato idrico superficiale e che le opere in esame dovranno essere realizzate sulle sponde del corso d'acqua, è corretto considerare i livelli freatici coincidenti con quelli idrometrici.*
- 6. Secondo la classificazione sismica di cui all'O.P.C.M. n° 3274 del 20.03.2003 il Comune di Bussoleno, è stato identificato in zona 3 (a sismicità bassa).*
- 7. Nel capitolo 5 nel rispetto delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14-01-2008, sono stati indicati i parametri per la determinazione della pericolosità sismica, ipotizzando che il tipo di opera sia "Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica" e la classe d'uso sia la IV.*
- 8. L'area in esame risulta a rischio di amplificazione stratigrafica e i terreni d'imposta si possono considerare sempre appartenenti alla categoria B: "Depositi di terreni a*


 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	39 di 40

PROGETTO	LIVELLO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)	Progettazione definitiva ed esecutiva

grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

9. *Lo studio ha consentito di affermare che, in zona, il rischio di liquefazione dei terreni è da considerarsi trascurabile.*
10. *Per quanto concerne le caratteristiche idromorfologiche della zona e la compatibilità degli interventi in esame sotto tale aspetto, si rimanda a quanto indicato negli elaborati idrologici e idraulici.*
11. *La validità delle ipotesi effettuate dovrà essere controllata durante la costruzione considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure ed osservazioni nel corso dei lavori per adeguare, eventualmente, l'opera alle situazioni riscontrate.*

Alla luce di quanto sopra esposto si esprime parere geologico e sismico favorevole al presente progetto di costruzione, purché si operi tenendo conto delle prescrizioni indicate.

 ENGEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	R.9 -Relazione geologica	settembre 2015	0	40 di 40



AIPO

Agenzia Interregionale per il fiume Po

**(TO-E-1274) Completamento opere di
arginatura del fiume Dora Riparia
a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)**

**SONDAGGI A
CAROTAGGIO CONTINUO**

Elaborato: **R.9**

All. 1

I Geologi:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti


I Collaboratori:

Dr. Geol. Alessandro Ferrari



EN GEO S.r.l.
ENGINEERING GEOLOGY
www.engeo.it

Sede legale e uffici : via Adorni, 2 - 43121 Parma
Tel 0521 233999 - Fax 0521 200181
Sede locale: via Ferrari 5/G 46045 Marmirolo MN
Tel-Fax 0376 467967
email info@engeo.it - www.engeo.it

 elletipi s.r.l. via A. Zucchini, 69 - FERRARA tel. 0532/56771; fax 0532/56120 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it	Inizio Esecuzione 27/07/2015	Fine Esecuzione 29/07/2015	Metodo Perfor. Carotaggio continuo	Sondaggio S1
	Quota pc		Attrezzatura Ellettari EK200	

Committente
ENGEO S.R.L.

Località
Bussoleno (TO)

Campioni

Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI]

Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]

Foto

Livello Acqua

Prof.
Foro

Prof.
Riv.

Assistente
Zanirato

Data

Mt. p.c.

15.00

15.00

Operatore
Formisano

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF									
							R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2	N1	N2	N3		
1	1,10					Terreno vegetale								
	1,20					Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice limoso/sabbiosa grigio chiaro								
2	1,50					Frammenti di trovante								
	2,20					Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice limosa sabbiosa con sporadici frammenti di lateri.								
3	3,55					Ghiaia e ciottoli in matrice limosa grossolana								
4	4,00					Frammenti di trovante								
	4,50					Sabbia grossolana con ghiaia medio-fine								
5	5,80					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigio				18	25	49		
6	6,80					Sabbia grossolana con ghiaia medio-grossolana grigio								
7														
8														
9														
10														
11						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio								
12										24	46	R		
13														
14														
15	15,00													

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N°	Pag. 1 di 3
550592	Data 14/09/15
Il Direttore:	



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

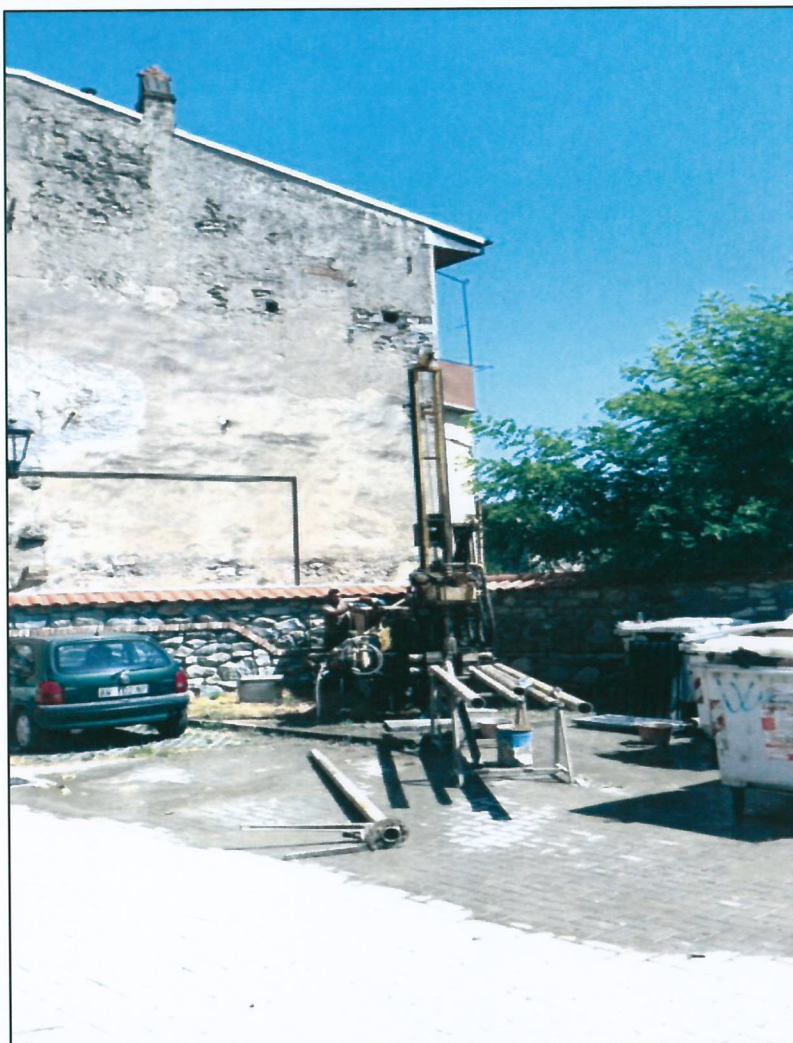
COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S1

COMMESSA: 14528/15



Posizionamento sonda su S1



Ubicazione S1

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N° S/50592	Pag. 2 di 3
Data 14/08/15	
Il Direttore:	



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

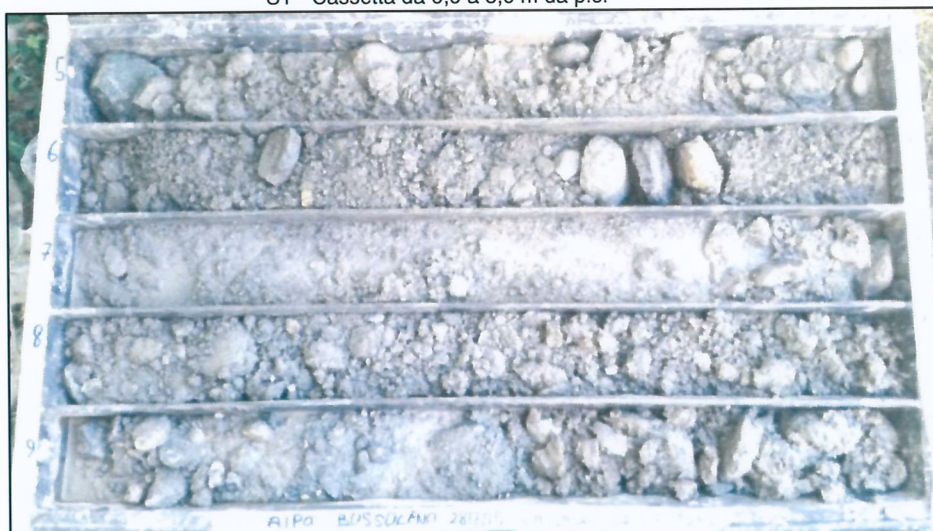
CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S1

COMMESSA: 14528/15



S1 - Cassetta da 0,0 a 5,0 m da p.c.



















S1 - Cassetta da 5,0 a 10,0 m da p.c.



S1 - Cassetta da 10,0 a 15,0 m da p.c.

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N°	Pag. 3 di 3
5150592	Data 14/09/15
Il Direttore:	

 elletipi s.r.l. via A. Zucchini, 69 - FERRARA tel. 0532/56771; fax 0532/56120 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it		Inizio Esecuzione 05/08/2015		Fine Esecuzione 06/08/2015		Metodo Perfor. Carotaggio continuo		Sondaggio S2		
		Quota pc				Attrezzo Ellettari EK200				
Committente ENGEO S.R.L.						Località Bussoleno (TO)				
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]				Foto		Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Zanirato
						Data	Mt. p.c.	15.00	15.00	Operatore Formisano

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					N1	N2	N3		
1	0,20					Conglomerato bituminoso								
	0,75					Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigio scuro								
2	2,20					Limo sabbioso grigio con sporadica ghiaia								
	2,70					Sabbia grossolana debolmente ghiaiosa grigio								
3	2,85					Frammenti di trovante								
						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigio chiaro								
4						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigio chiaro								
						Limo sabbioso deb ghiaioso grigio-marrone								
5	5,35					Limo sabbioso deb ghiaioso grigio-marrone								
	5,50					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigio-marrone								
6	7,15					Frammento di trovante								
	7,40					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio-marrone								
7	8,25					Frammento di trovante								
	8,45					Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli marrone chiaro								
8						Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli marrone chiaro								
						Ghiaia medio-grossolana con rari ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa marrone-grigio chiaro								
9	11,65					Ghiaia medio-grossolana con rari ciottoli in matrice sabbiosa debolmente limosa marrone-grigio chiaro								
						Sabbia ghiaiosa con limo grigio-marrone								
10	12,80					Sabbia ghiaiosa con limo grigio-marrone								
	13,00					Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli grigio-marrone								
11						Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli grigio-marrone								
12	15,00					Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli grigio-marrone								
13						Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli grigio-marrone								
14						Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli grigio-marrone								
15						Sabbia limosa con ghiaia e ciottoli grigio-marrone								

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N°	Pag. 1 di 3
51505933	Data 14/08/15
Il Direttore:	



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119

e-mail: info@elletipi.it

sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S2

COMMESSA: 14528/15



Posizionamento sonda su S2



Ubicazione S2

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N° S150593	Pag. 2 di 3
Il Direttore:	Data 14/08/15



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

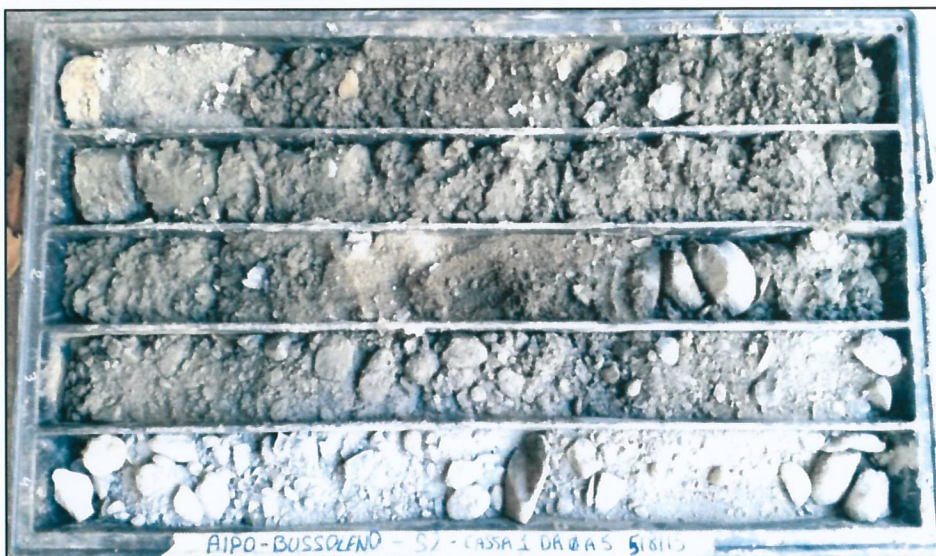
COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

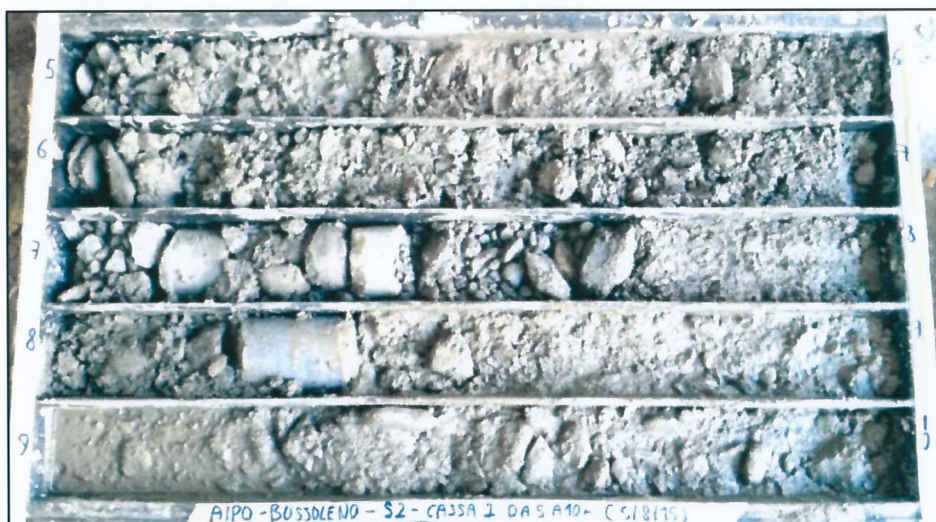
CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S2

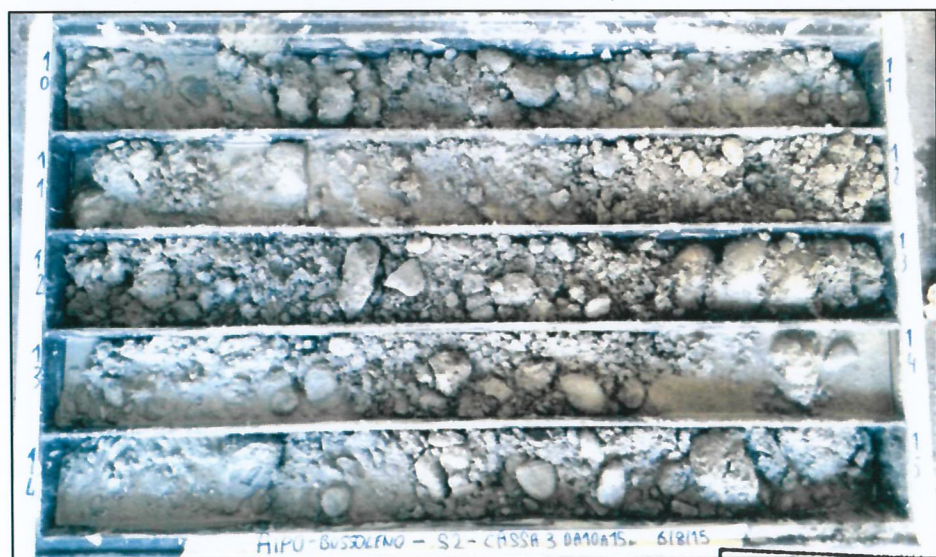
COMMESSA: 14528/15



S2 - Casseta da 0,0 a 5,0 m da p.c.




























S2 - Casseta da 5,0 a 10,0 m da p.c.



S2 - Casseta da 10,0 a 15,0 m da p.c.

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N°	Pag. 3 di 3
S150593	Data 16/09/15
Il Direttore:	

 elletipi s.r.l. via A. Zucchini, 69 - FERRARA tel. 0532/56771; fax 0532/56120 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it		Inizio Esecuzione 29/07/2015		Fine Esecuzione 30/07/2015		Metodo Perfor. Carotaggio continuo		Sondaggio S3		
		Quota pc				Attrezzo Ellettari EK200				
Committente ENGEO S.R.L.						Località Bussoleno (TO)				
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]				Foto		Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Zanirato
						Data	Mt. p.c.	15.00	15.00	Operatore Formisano

MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
1	.35					Conglomerato bituminoso e sottofondo stradale								
	.75					Calcestruzzo								
2	1.55					Sabbia medio-grossolana grigio scuro								
	2.25					Terreno di riporto costituito da ghiaia e ciottoli in matrice								
3	2.35					sabbiosa grigio scuro con frammenti di laterizi, v								
	3.70					Frammenti di trovante								
4	4.45					Terreno di riporto costituito da ghiaia grossolana e ciottoli con frammenti di laterizi, vetro, cls e materiale plas								
	4.90					Frammento di trovante								
5	5.10					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigio scuro								
	5.90					Frammento di trovante								
6	6.10					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grigio scuro								
	7.00					Frammento di trovante								
7	7.20					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio scuro								
						Frammento di trovante								
8						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa a tratti debolmente limosa grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
9						Ghiaia eterogenea e ciottoli in matrice sabbiosa grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
10														
11														
12														
13														
14														
15	15.00													

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N°	Pag. 1 di 3
5150594	Data 14/09/18
Il Direttore:	



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S3

COMMESSA: 14528/15



Posizionamento sonda su S3



Ubicazione S3

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N°	Pag. 2 di 3
S150596	Data 14/08/15
Il Direttore:	



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

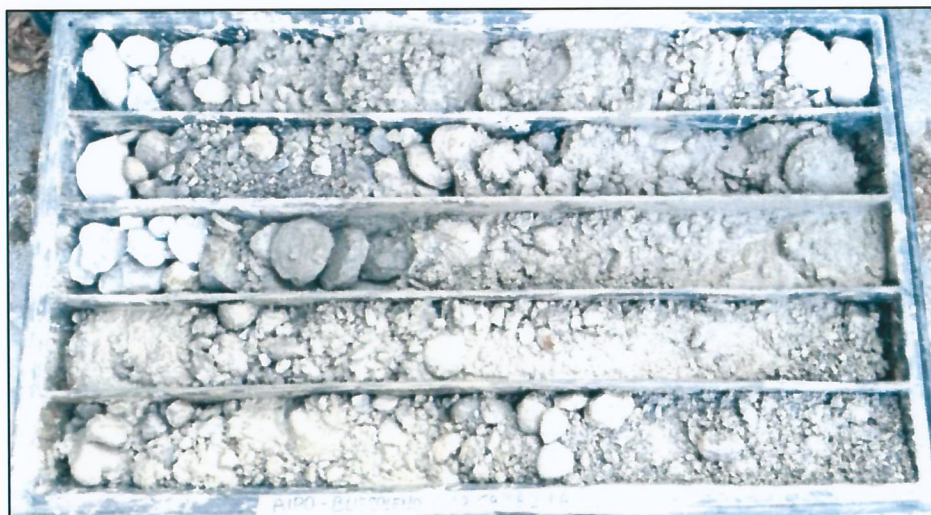
CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S3

COMMESSA: 14528/15



S3 - Cassetta da 0,0 a 5,0 m da p.c.












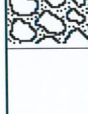
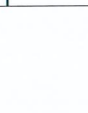



S3 - Cassetta da 5,0 a 10,0 m da p.c.



S3 - Cassetta da 10,0 a 15,0 m da p.c.

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N° S/50590	Pag. 3 di 3
Data 14/08/15	
Il Direttore:	

 elletipi s.r.l. via A. Zucchini, 69 - FERRARA tel. 0532/56771; fax 0532/56120 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it		Inizio Esecuzione 31/07/2015		Fine Esecuzione 04/08/2015		Metodo Perfor. Carotaggio continuo		Sondaggio S4						
		Quota pc				Attrezzo Ellettari EK200								
Committente ENGEO S.R.L.						Località Bussoleno (TO)								
Campioni Carotiere Semplice [T1] Carotiere Doppio [T2] Rimaneggiati [RI] Denison [D] Osterberg [OS] Shelby [SH] Indisturbati [IN]						Foto		Livello Acqua		Prof. Foro	Prof. Riv.	Assistente Zanirato		
						Data		Mt. p.c.		15.00	15.00	Operatore Formisano		
MT.	QUOTA DA P.C.	SIMBO LOGIA	CAMPIONI			DESCRIZIONE STRATIGRAFICA	%	P.P.	T.V.	S.P.T.			Liv. acqua	Piezometro
			tipo	num	PROF					R.Q.D.	kg/cm2	kg/cm2		
1	,35 1,60					Conglomerato bituminoso e sottofondo stradale								
						Sabbia medio-fine con ghiaia e sporadici ciottoli								
2						Frammento di trovante								
						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa a tratti debolmente limosa grigio chiaro								
3						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa a tratti debolmente limosa grigio chiaro								
						Frammenti di trovante								
4	4,50 4,60					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio								
						Frammento di trovante								
5	5,90 6,20					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio								
						Frammento di trovante								
6						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio								
						Frammento di trovante								
7						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio								
						Frammento di trovante								
8	9,95 10,15					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa a tratti debolmente limosa grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
9						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa a tratti debolmente limosa grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
10	13,60					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
11						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
12	15,00					Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
13						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
14						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								
15						Ghiaia e ciottoli in matrice sabbiosa grossolana grigio-marrone chiaro								
						Frammento di trovante								

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N°	Pag. 1 di 3
S150585	Data 14/08/15
Il Direttore:	



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S4

COMMESSA: 14528/15



Posizionamento sonda su S4



Ubicazione S4

elletipi s.r.l.

CERTIFICATO DI PROVA IN SITO

Prot. N°

8150585

Pag. 2 di 3

Data 14/09/15

Il Direttore:



elletipi s.r.l.

via A. Zucchini, 69 - FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119
e-mail: info@elletipi.it
sito: www.elletipi.it

COMMITTENTE: Engeo s.r.l.

via Adorini 2, Parma

CANTIERE: Indagini geognostiche in località Bussoleno (To)

PROVA: Sondaggio S4

COMMESSA: 14528/15



S4 - Casseta da 0,0 a 5,0 m da p.c.



S4 - Casseta da 5,0 a 10,0 m da p.c.



S4 - Casseta da 10,0 a 15,0 m da p.c.

elletipi s.r.l.	
CERTIFICATO DI PROVA IN SITO	
Prot. N° 5150595	Pag. 3 di 3
Data 14/08/15	
Il Direttore:	

**(TO-E-1274) Completamento opere di
arginatura del fiume Dora Riparia
a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)**

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

Elaborato: **R.9**

All. 2

I Geologi:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti

I Collaboratori:

Dr. Geol. Alessandro Ferrari



Sede legale e uffici : via Adorni, 2 - 43121 Parma
Tel 0521 233999 - Fax 0521 200181
Sede locale: via Ferrari 5/G 46045 Marmirolo MN
Tel-Fax 0376 467967
email info@engeo.it - www.engeo.it



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

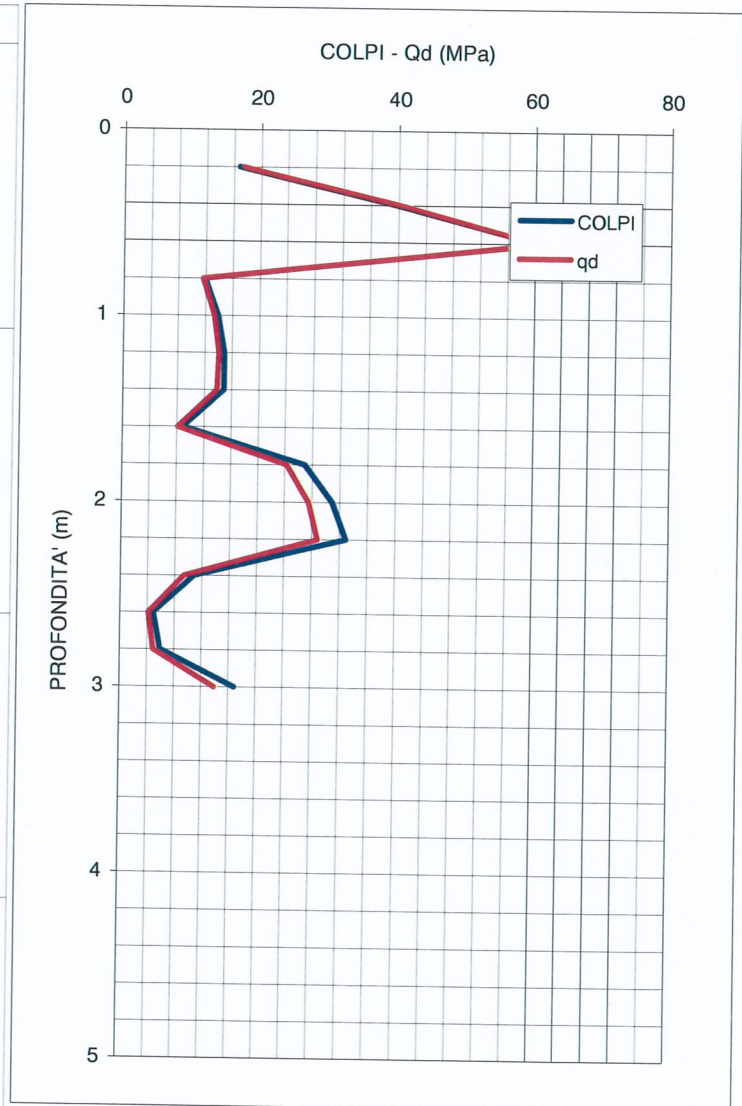
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH1 DATA: 28/07/15 FALDA: -
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150596 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	17	17,6	10,20		
0,40	40	40,6	10,40		
0,60	61	60,9	10,60		
0,80	12	11,8	10,80		
1,00	14	13,5	11,00		
1,20	15	14,2	11,20		
1,40	15	14,0	11,40		
1,60	9	8,3	11,60		
1,80	27	24,5	11,80		
2,00	31	27,6	12,00		
2,20	33	29,0	12,20		
2,40	11	9,5	12,40		
2,60	5	4,3	12,60		
2,80	6	5,0	12,80		
3,00	17	14,1	13,00		
3,20	R		13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA:	DPSH1	DATA: 28/07/15	FALDA:	-
COMMESSA:	14528/15	C. SITO N°: S150596	Rev. 00 DEL:	14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138154° N
LONG. (WGS 84): 7.140390° E

UBICAZIONE



DPSH1 - Posizionamento penetrometro



DPSH1 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

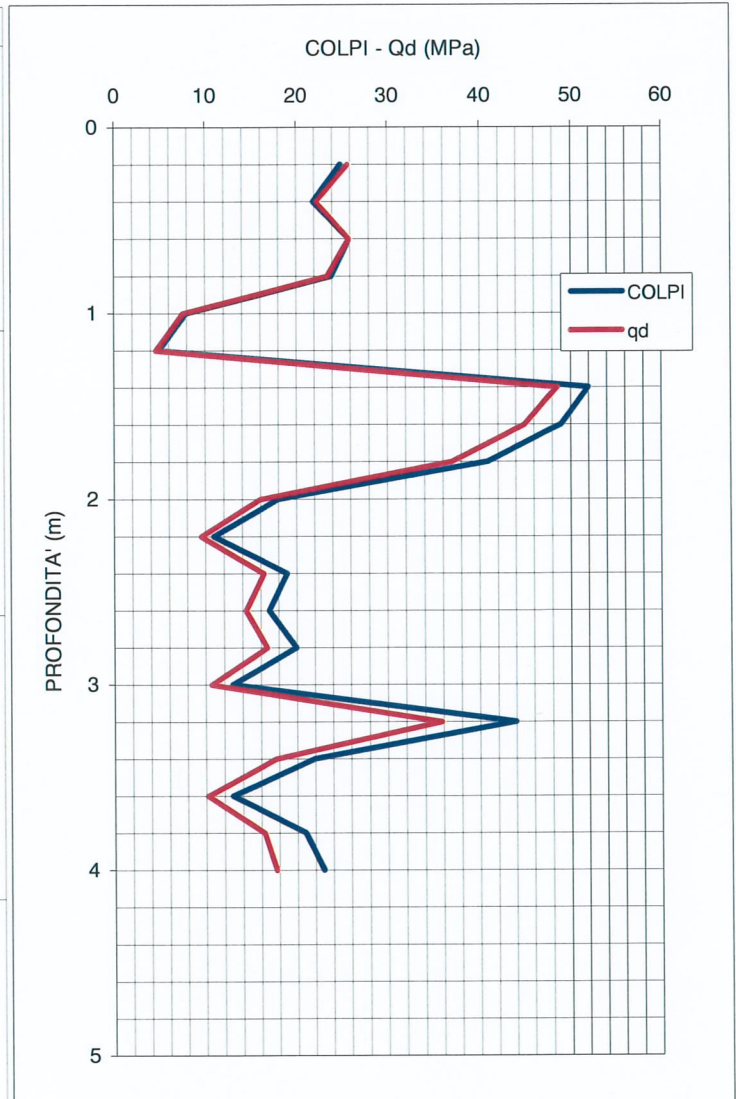
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH2 DATA: 28/07/15 FALDA: -
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150597 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	25	25,9	10,20		
0,40	22	22,4	10,40		
0,60	26	26,0	10,60		
0,80	24	23,6	10,80		
1,00	8	7,7	11,00		
1,20	5	4,7	11,20		
1,40	52	48,6	11,40		
1,60	49	45,1	11,60		
1,80	41	37,1	11,80		
2,00	18	16,1	12,00		
2,20	11	9,7	12,20		
2,40	19	16,4	12,40		
2,60	17	14,5	12,60		
2,80	20	16,8	12,80		
3,00	13	10,8	13,00		
3,20	44	35,9	13,20		
3,40	22	17,7	13,40		
3,60	13	10,3	13,60		
3,80	21	16,5	13,80		
4,00	23	17,8	14,00		
4,20	R		14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA:	DPSH2	DATA: 28/07/15	FALDA:	-
COMMESSA:	14528/15	C. SITO N°: S150597	Rev. 00 DEL:	14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138310° N

LONG. (WGS 84): 7.141785° E

UBICAZIONE



DPSH2 - Posizionamento penetrometro



DPSH2 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

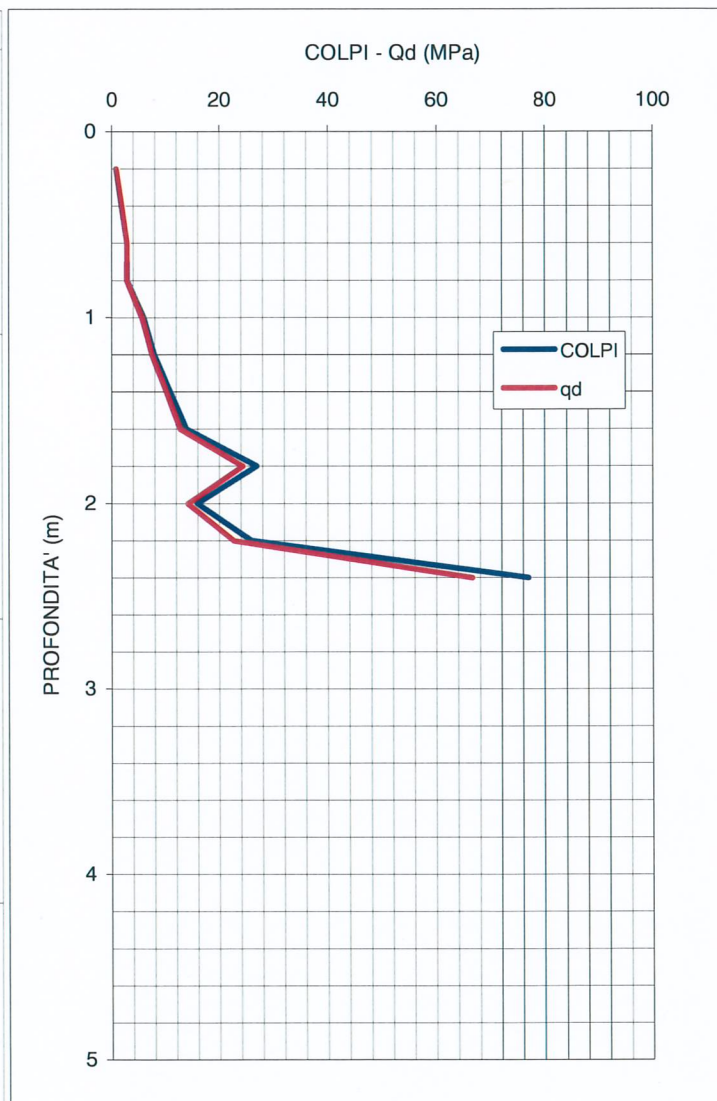
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH3 DATA: 28/07/15 FALDA: -
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150598 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	1	1,0	10,20		
0,40	2	2,0	10,40		
0,60	3	3,0	10,60		
0,80	3	2,9	10,80		
1,00	6	5,8	11,00		
1,20	8	7,6	11,20		
1,40	11	10,3	11,40		
1,60	14	12,9	11,60		
1,80	27	24,5	11,80		
2,00	16	14,3	12,00		
2,20	26	22,8	12,20		
2,40	77	66,6	12,40		
2,60	R		12,60		
2,80			12,80		
3,00			13,00		
3,20			13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

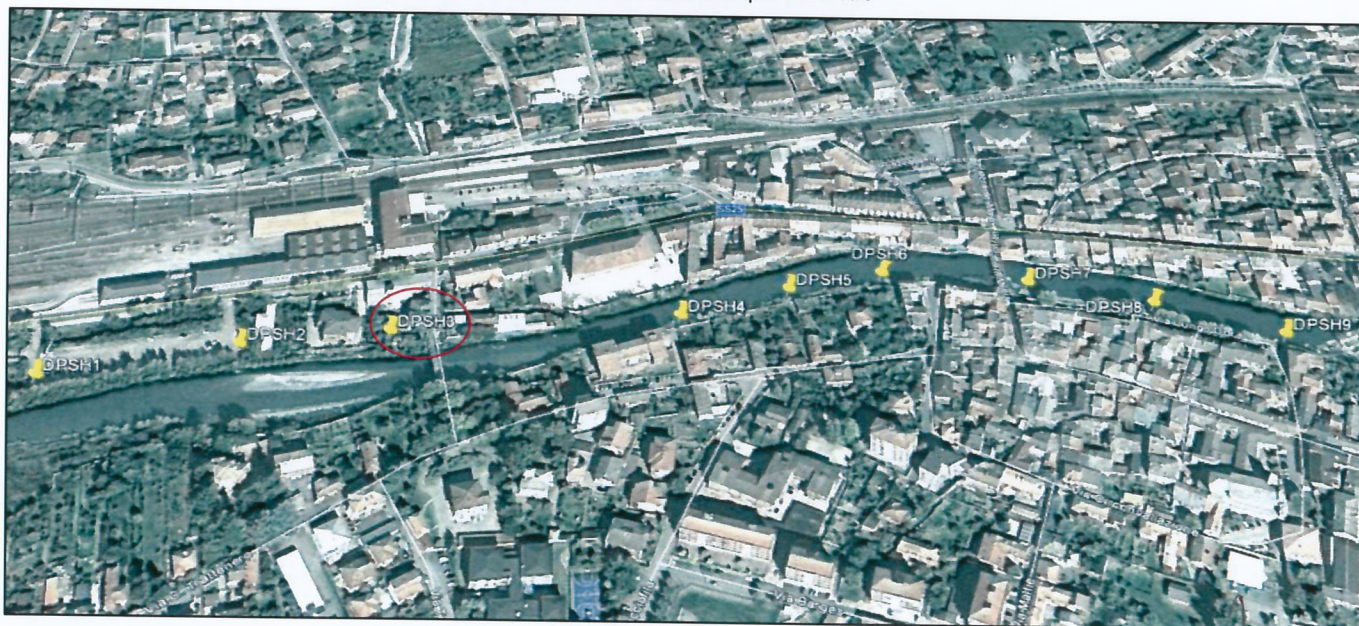
PROVA:	DPSH3	DATA: 28/07/15	FALDA:	-
COMMESSA:	14528/15	C. SITO N°: S150598	Rev. 00 DEL:	14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138361° N
LONG. (WGS 84): 7.142861° E

UBICAZIONE



DPSH3 - Posizionamento penetrometro



DPSH3 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

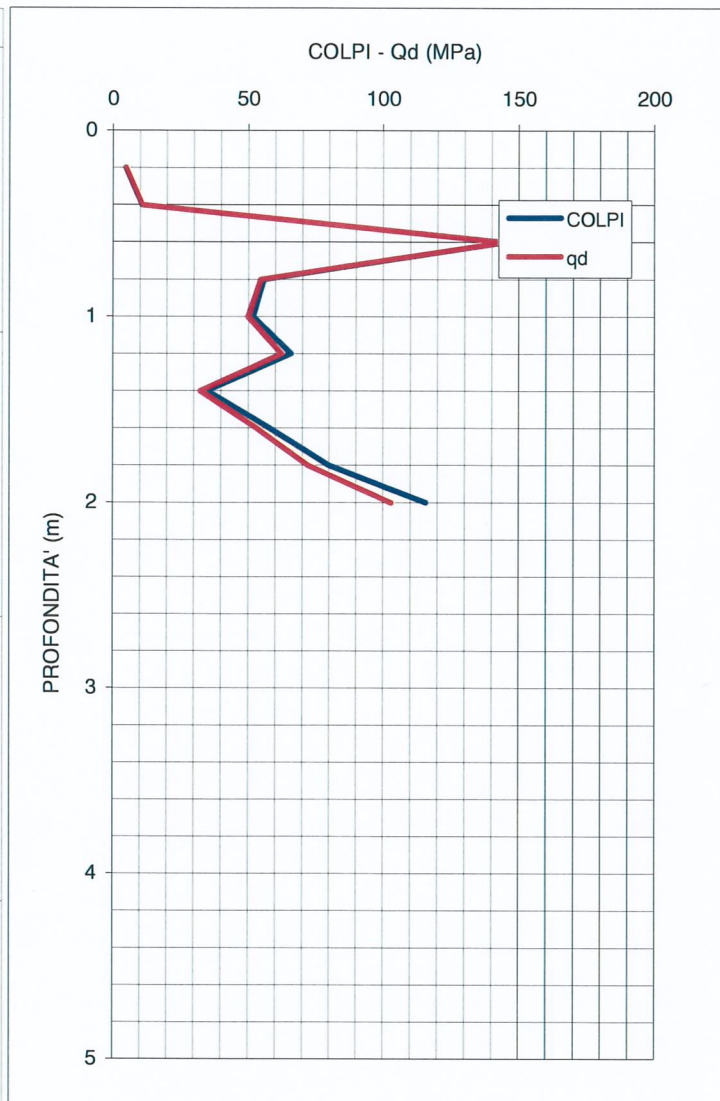
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH4 DATA: 24/07/15 FALDA: 1,00
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150599 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	5	5,2	10,20		
0,40	11	11,2	10,40		
0,60	145	144,8	10,60		
0,80	56	55,0	10,80		
1,00	52	50,2	11,00		
1,20	66	62,7	11,20		
1,40	35	32,7	11,40		
1,60	58	53,4	11,60		
1,80	80	72,5	11,80		
2,00	116	103,5	12,00		
2,20	R		12,20		
2,40			12,40		
2,60			12,60		
2,80			12,80		
3,00			13,00		
3,20			13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli

COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH4 DATA: 24/07/15 FALDA: 1,00
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150599 Rev. 00 DEL: 14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138395° N
LONG. (WGS 84): 7.144991° E

UBICAZIONE



DPSH4 - Posizionamento penetrometro



DPSH4 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

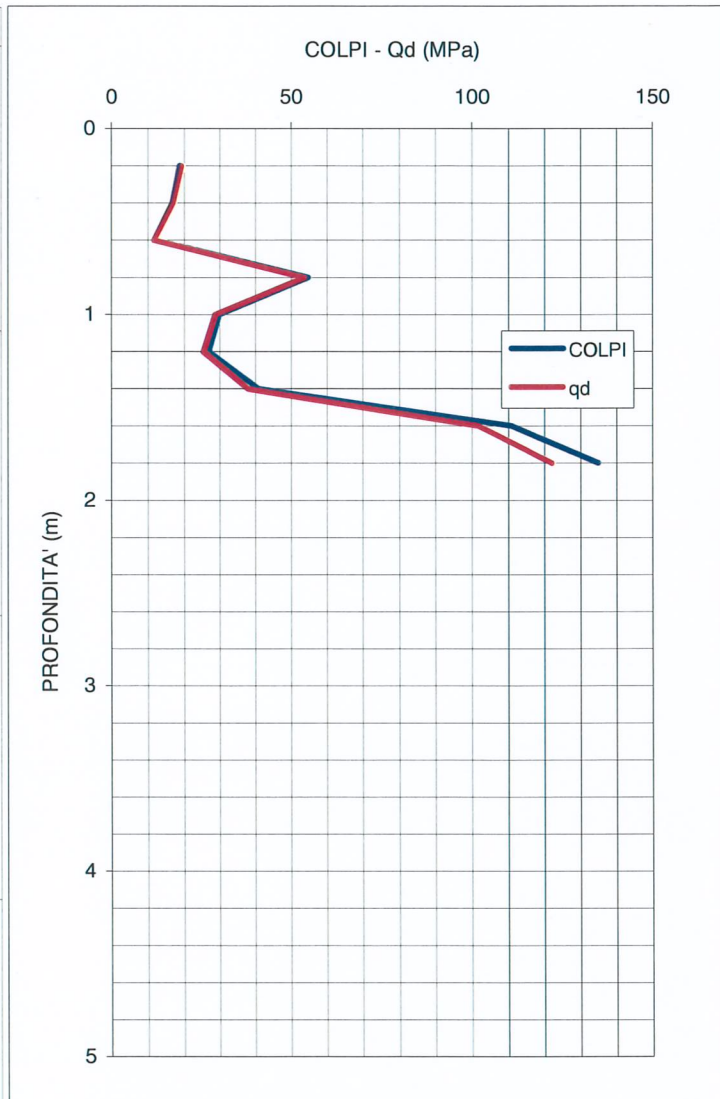
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH5 DATA: 24/07/15 FALDA: 1,00
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150600 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	19	19,6	10,20		
0,40	17	17,3	10,40		
0,60	12	12,0	10,60		
0,80	55	54,0	10,80		
1,00	30	29,0	11,00		
1,20	27	25,6	11,20		
1,40	41	38,3	11,40		
1,60	111	102,1	11,60		
1,80	135	122,3	11,80		
2,00	R		12,00		
2,20			12,20		
2,40			12,40		
2,60			12,60		
2,80			12,80		
3,00			13,00		
3,20			13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = MPa$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA:	DPSH5	DATA: 24/07/15	FALDA:	1,00
COMMESSA:	14528/15	C. SITO N°: S150600	Rev. 00 DEL:	14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138556° N
LONG. (WGS 84): 7.145821° E

UBICAZIONE



DPSH5 - Posizionamento penetrometro



DPSH5 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



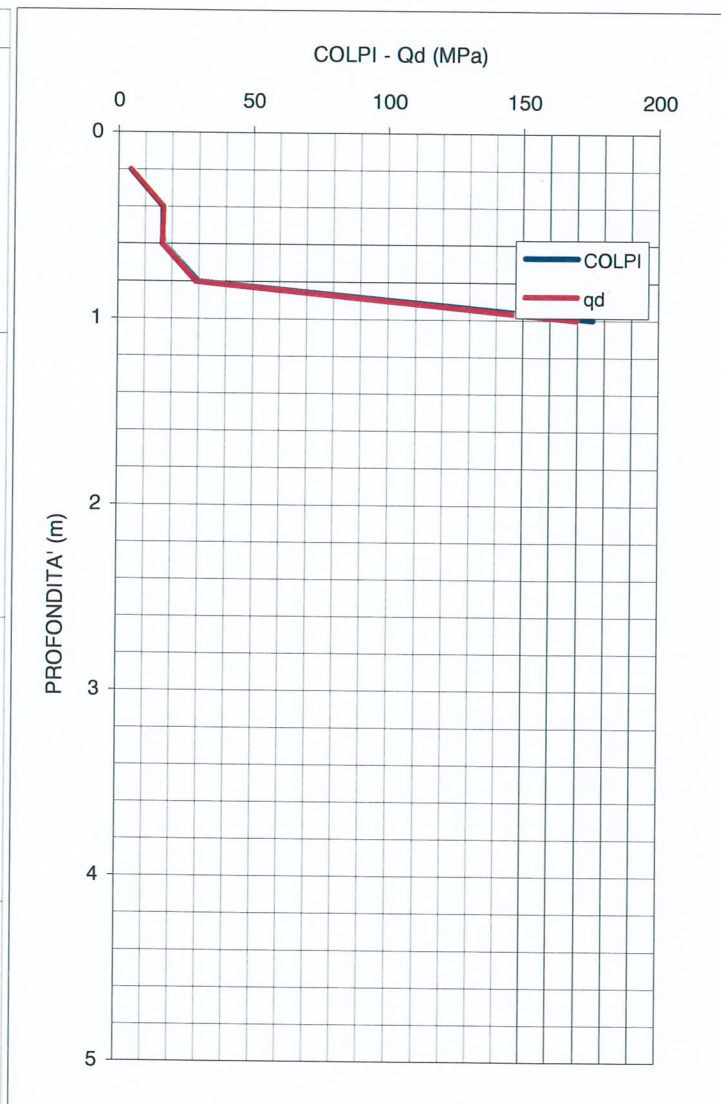
COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH6
COMMESSA: 14528/15

DATA: 24/07/15
C. SITO N°: S150601

FALDA: 1,00
Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	5	5,2	10,20		
0,40	17	17,3	10,40		
0,60	17	17,0	10,60		
0,80	30	29,5	10,80		
1,00	176	170,0	11,00		
1,20	R		11,20		
1,40			11,40		
1,60			11,60		
1,80			11,80		
2,00			12,00		
2,20			12,20		
2,40			12,40		
2,60			12,60		
2,80			12,80		
3,00			13,00		
3,20			13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = MPa$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387



Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA:	DPSH6	DATA: 24/07/15	FALDA:	1,00
COMMESSA:	14528/15	C. SITO N°: S150601	Rev. 00 DEL:	14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138649° N
LONG. (WGS 84): 7.146547° E

UBICAZIONE



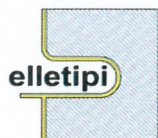
DPSH6 - Posizionamento penetrometro



DPSH6 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

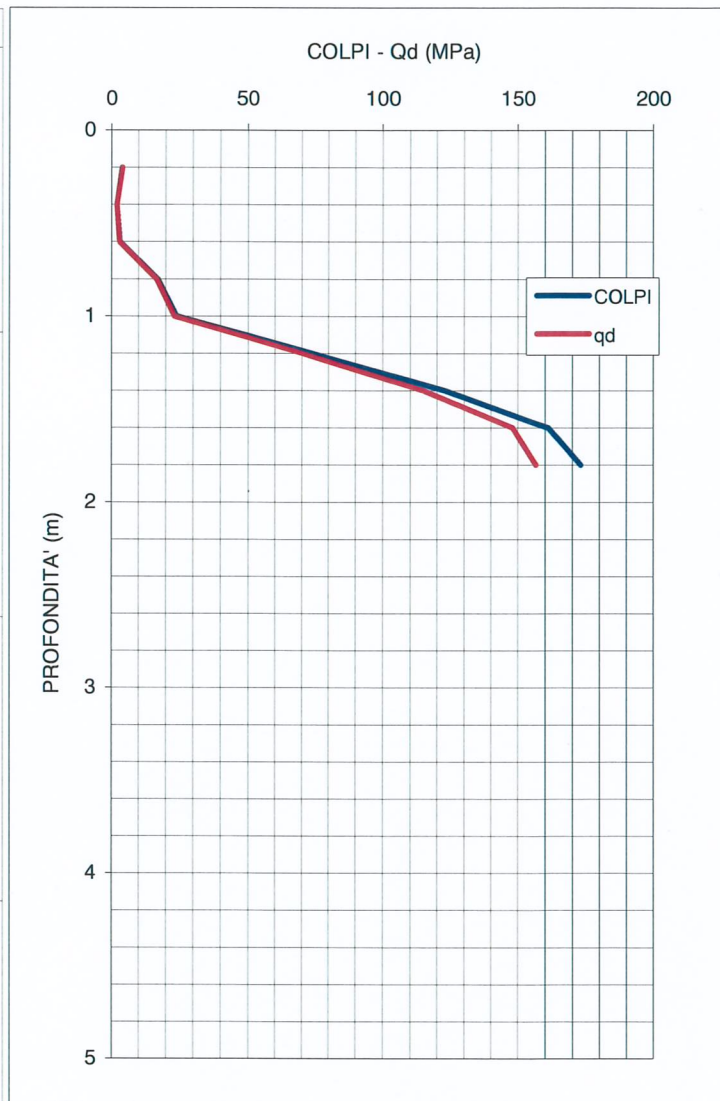
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001. Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH7 DATA: 24/07/15 FALDA: 0,80
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150602 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	4	4,1	10,20		
0,40	2	2,0	10,40		
0,60	3	3,0	10,60		
0,80	17	16,7	10,80		
1,00	24	23,2	11,00		
1,20	74	70,3	11,20		
1,40	123	115,0	11,40		
1,60	161	148,1	11,60		
1,80	173	156,7	11,80		
2,00	R		12,00		
2,20			12,20		
2,40			12,40		
2,60			12,60		
2,80			12,80		
3,00			13,00		
3,20			13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA:	DPSH7	DATA: 24/07/15	FALDA:	0,80
COMMESSA:	14528/15	C. SITO N°: S150602	Rev. 00 DEL:	14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138550° N
LONG. (WGS 84): 7.147648° E

UBICAZIONE



DPSH7 - Posizionamento penetrometro



DPSH7 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

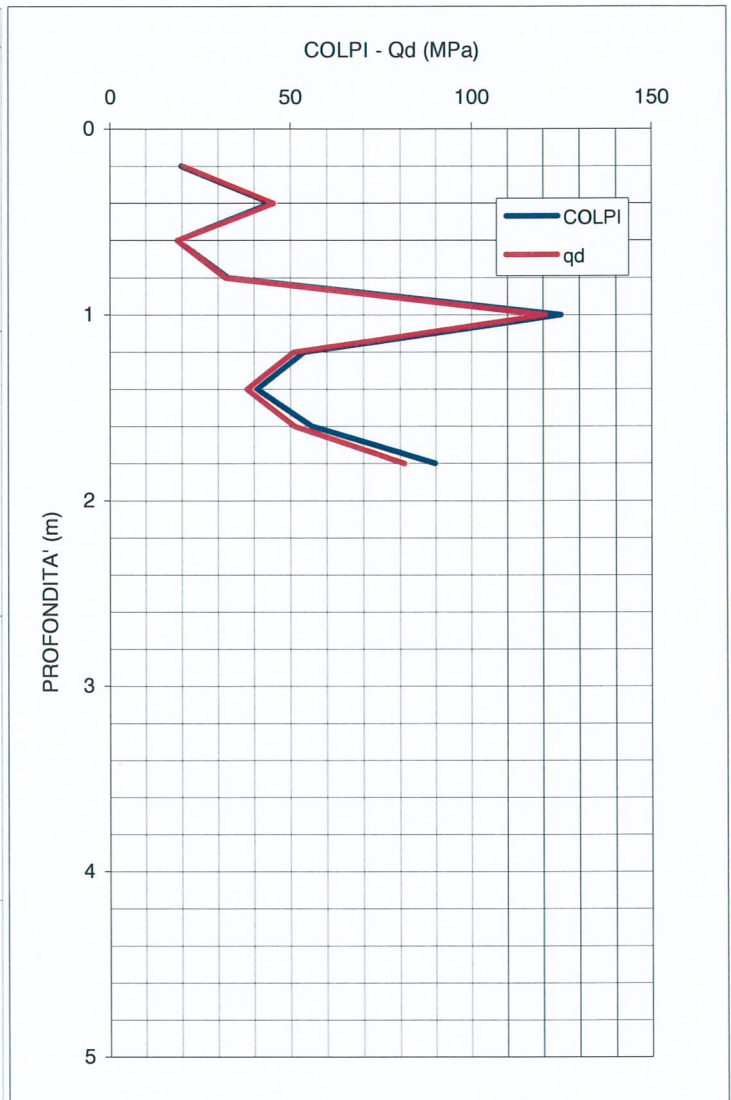


Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC

COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH8 DATA: 24/07/15 FALDA: 0,50
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150603 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	20	20,7	10,20		
0,40	45	45,7	10,40		
0,60	19	19,0	10,60		
0,80	33	32,4	10,80		
1,00	125	120,7	11,00		
1,20	54	51,3	11,20		
1,40	41	38,3	11,40		
1,60	56	51,5	11,60		
1,80	90	81,5	11,80		
2,00	R		12,00		
2,20			12,20		
2,40			12,40		
2,60			12,60		
2,80			12,80		
3,00			13,00		
3,20			13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/A_e = \text{MPa}$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it

P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA:	DPSH8	DATA: 24/07/15	FALDA:	0,50
COMMESSA:	14528/15	C. SITO N°: S150603	Rev. 00 DEL:	14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138374° N
LONG. (WGS 84): 7.148548° E

UBICAZIONE



DPSH8 - Posizionamento penetrometro



DPSH8 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli



elletipi s.r.l.

Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

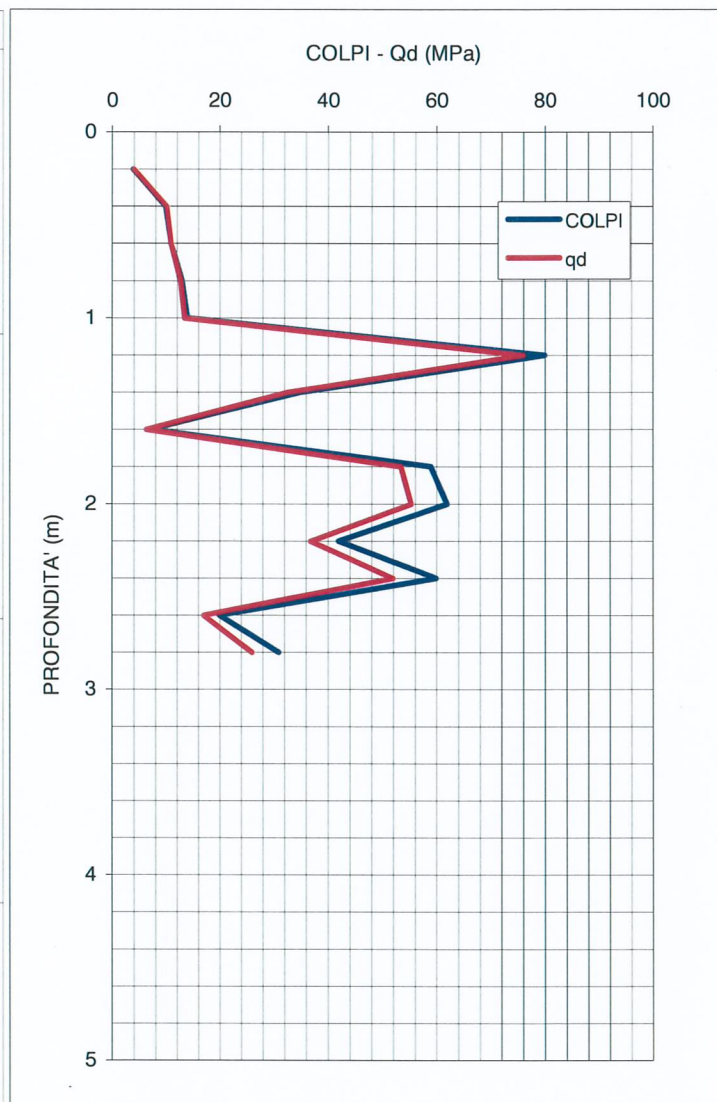
Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 6572 del 07/10/2014, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC



COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH9 DATA: 23/07/15 FALDA: 0,50
COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150604 Rev. 00 DEL: 14/09/15

PROFONDITA'	COLPI	q _d *	PROFONDITA'	COLPI	q _d *
0,20	4	4,1	10,20		
0,40	10	10,2	10,40		
0,60	11	11,0	10,60		
0,80	13	12,8	10,80		
1,00	14	13,5	11,00		
1,20	80	76,0	11,20		
1,40	35	32,7	11,40		
1,60	7	6,4	11,60		
1,80	59	53,4	11,80		
2,00	62	55,3	12,00		
2,20	42	36,9	12,20		
2,40	60	51,9	12,40		
2,60	20	17,1	12,60		
2,80	31	26,1	12,80		
3,00	R		13,00		
3,20			13,20		
3,40			13,40		
3,60			13,60		
3,80			13,80		
4,00			14,00		
4,20			14,20		
4,40			14,40		
4,60			14,60		
4,80			14,80		
5,00			15,00		
5,20					
5,40					
5,60					
5,80					
6,00					
6,20					
6,40					
6,60					
6,80					
7,00					
7,20					
7,40					
7,60					
7,80					
8,00					
8,20					
8,40					
8,60					
8,80					
9,00					
9,20					
9,40					
9,60					
9,80					
10,00					



CARATTERISTICHE PENETROMETRO

MARCA e MODELLO: Pagani DPH
MAGLIO: 63,5 kg (M)
ALTEZZA CADUTA: 0,75 m (H)
PESO TESTA: 0,5 kg (M')
LUNGHEZZA ASTE: 1,0 m
PESO ASTE: 6,35 kg (M')
DIAMETRO ASTE: 32 mm
DIAMETRO PUNTA: 50,5 mm (A)
ANGOLO PUNTA: 60 °

$$* q_d = (M/(M+M')) * MgH/Ae = \text{MPa}$$

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
dott. Massimo Romagnoli

COMMITTENTE: **ENGEO S.R.L. ENGINEERING GEOLOGY**
 CANTIERE: **Bussoleno (TO)**

PROVA: DPSH9 DATA: 23/07/15 FALDA: 0,50
 COMMESSA: 14528/15 C. SITO N°: S150604 Rev. 00 DEL: 14/09/15

LAT. (WGS 84): 45.138129° N
LONG. (WGS 84): 7.149439° E

UBICAZIONE



DPSH9 - Posizionamento penetrometro



DPSH9 - Ubicazione

Io Sperimentatore:
 dott. Luciano Rossi

Il Direttore del settore Prove in Situ:
 dott. Massimo Romagnoli



AIPO

Agenzia Interregionale per il fiume Po

**(TO-E-1274) Completamento opere di
arginatura del fiume Dora Riparia
a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)**

PROVE TROMOGRAFICHE

Elaborato: **R.9**

All. 3

I Geologi:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti

I Collaboratori:

Dr. Geol. Alessandro Ferrari



EN GEO S.r.l.
ENGINEERING GEOLOGY
www.engeo.it

Sede legale e uffici : via Adorni, 2 - 43121 Parma
Tel 0521 233999 - Fax 0521 200181
Sede locale: via Ferrari 5/G 46045 Marmirolo MN
Tel-Fax 0376 467967
email info@engeo.it - www.engeo.it

PROGETTO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

PROVA TROMOGRAFICA T1


Comune Bussoleno	Località Bussoleno	
Cantiere Opere di arginatura del fiume Dora Riparia	Data 05/08/2015	Ora 11.38
Codice lavoro AIPO.10.1513		
Codice Prova T1	Codice file BUS1	Durata (min) 20'
Strumento ECHO 3 TROMO Ambrogeo	Freq.camp. 155 Hz	Freq. sensore 2.0 Hz
Operatore Dr. Geol. Alessandro Ferrari		

CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (30 sec.)	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
Suolo	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input type="checkbox"/> con erba	<input checked="" type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input checked="" type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/clis	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

STRUTTURE CIRCOSTANTI				
Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input type="checkbox"/> assenti		<input checked="" type="checkbox"/> presenti: circa 10m	
Strutt.sotterr.	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

SORGENTI RUMORE							
Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto			X			10 m
	camion	X					
	passanti			X			5 m
	Altro:						
Dist. cont.	<input type="checkbox"/> assente <input checked="" type="checkbox"/> presente: fiume a 2 m e sonda accesa a circa 30 m						

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	1 di 6

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

Tracce in input

Dati riepilogativi:

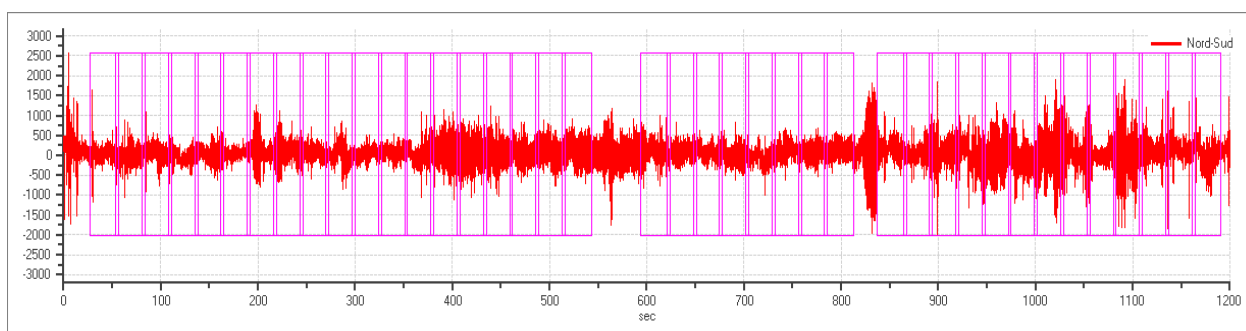
Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 155.00Hz
Numero campioni: 186000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Latitudine: 45.1387 N
Longitudine: 7.1478 E

Finestre selezionate

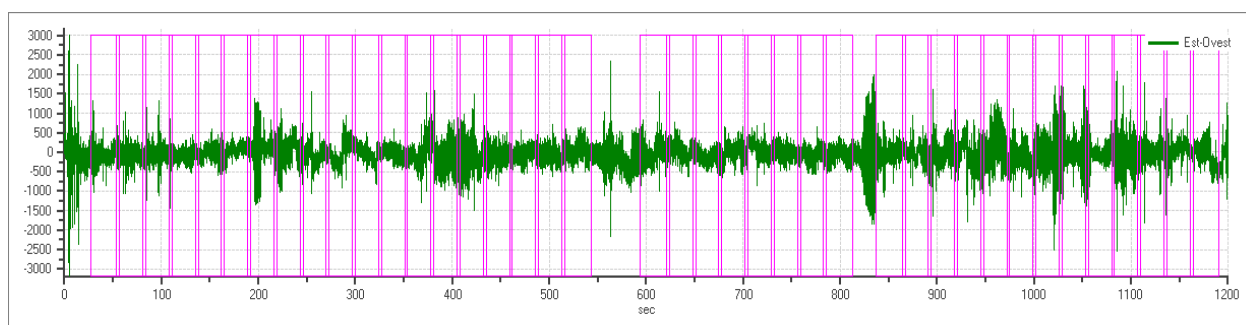
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 40
Numero finestre incluse nel calcolo: 40
Dimensione temporale finestre: 30.00 s

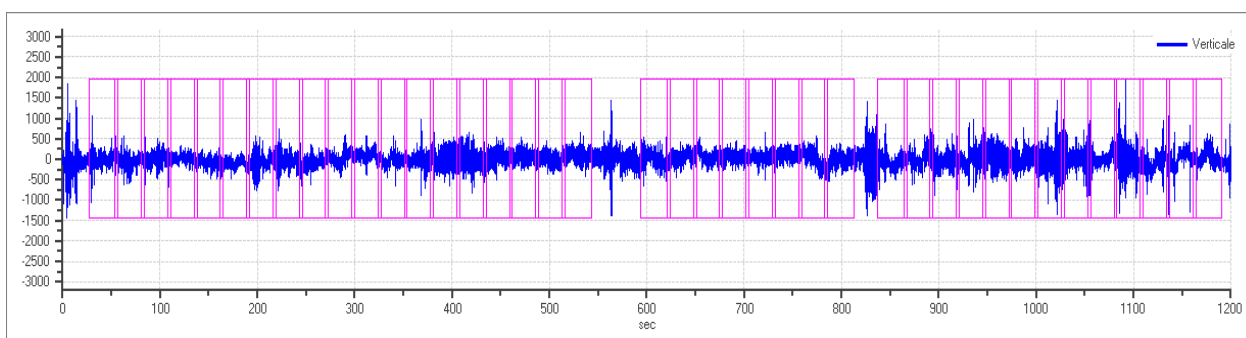
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

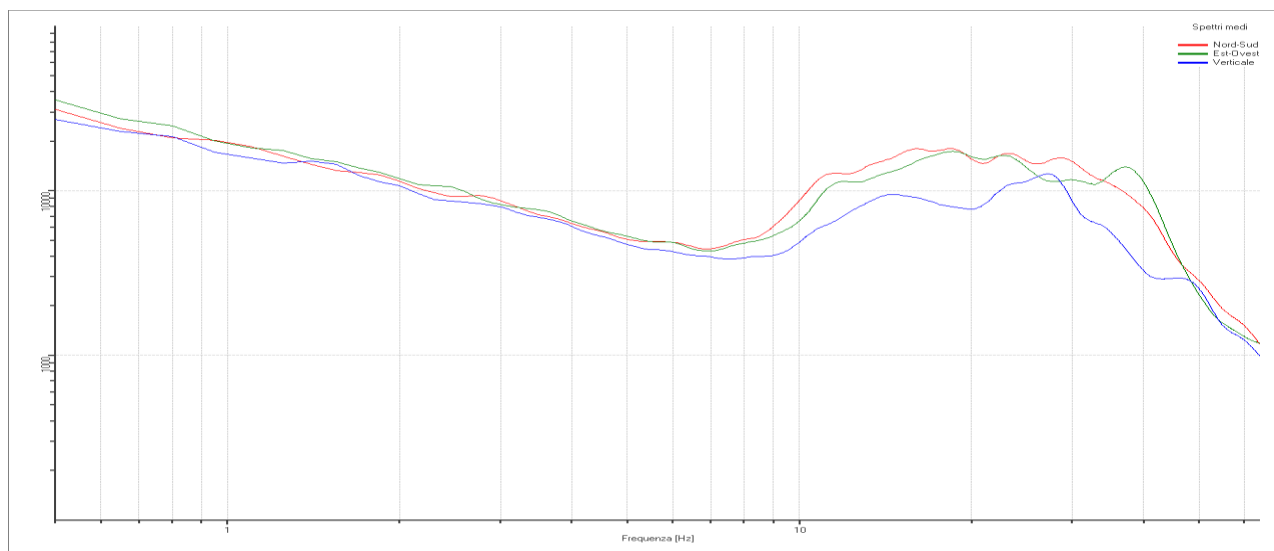


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

Tipo lisciamo: Konno & Ohmachi

Percentuale di lisciamo: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 39.35 Hz ± 0.30 Hz

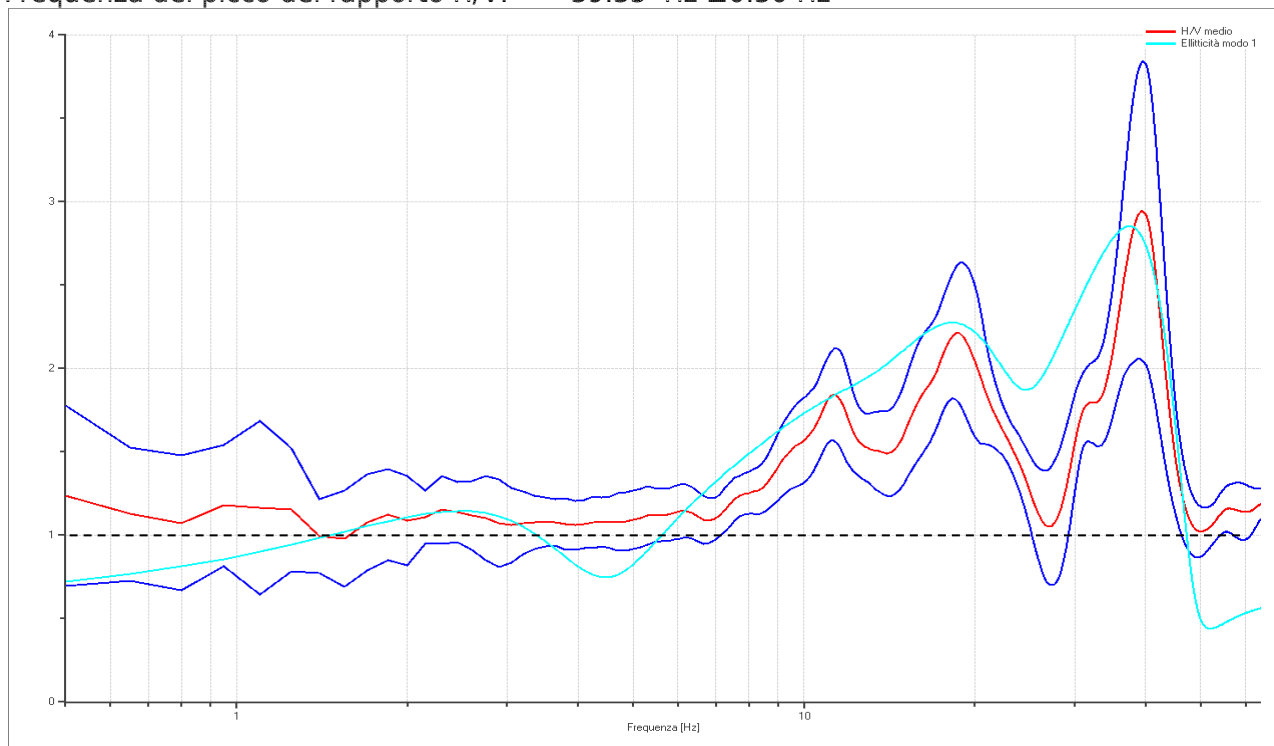

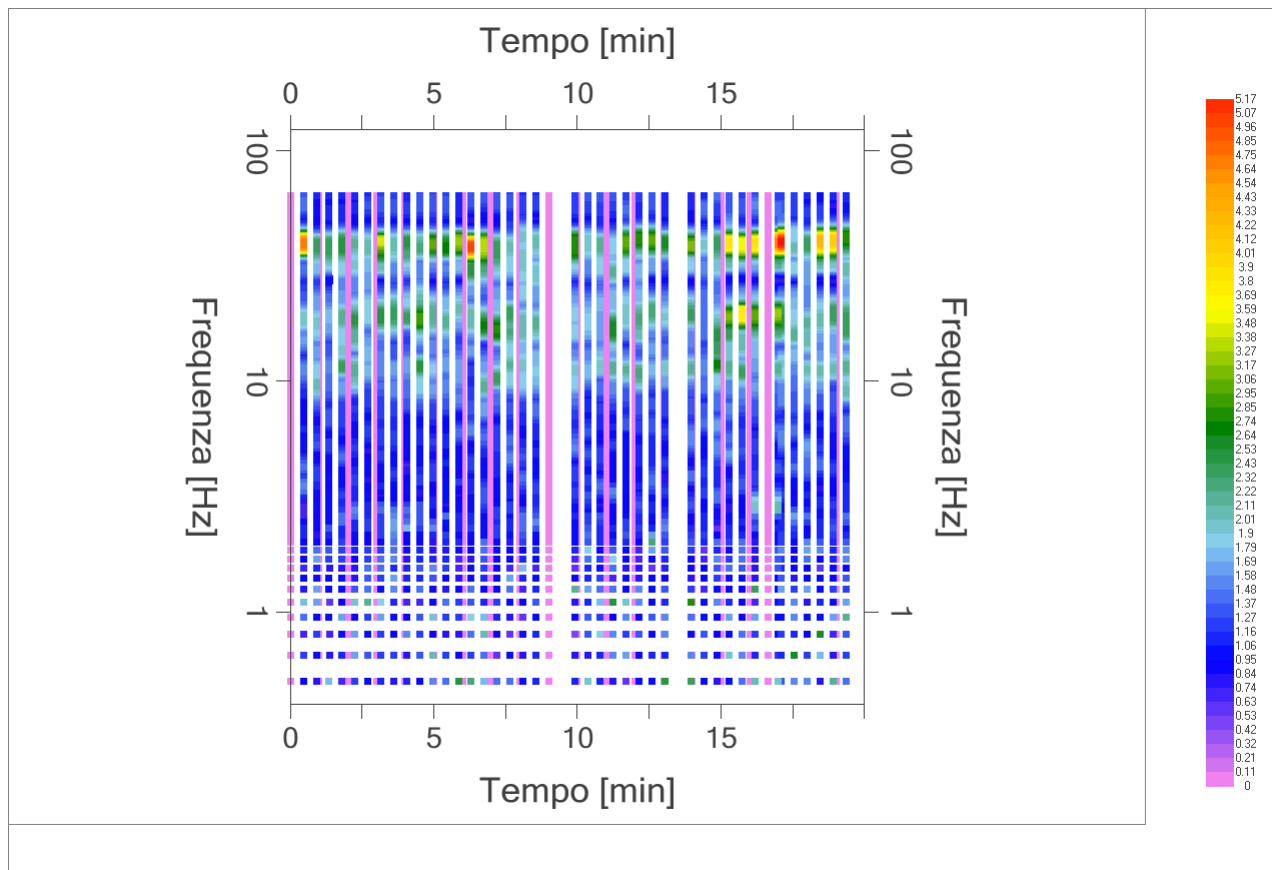


Grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica

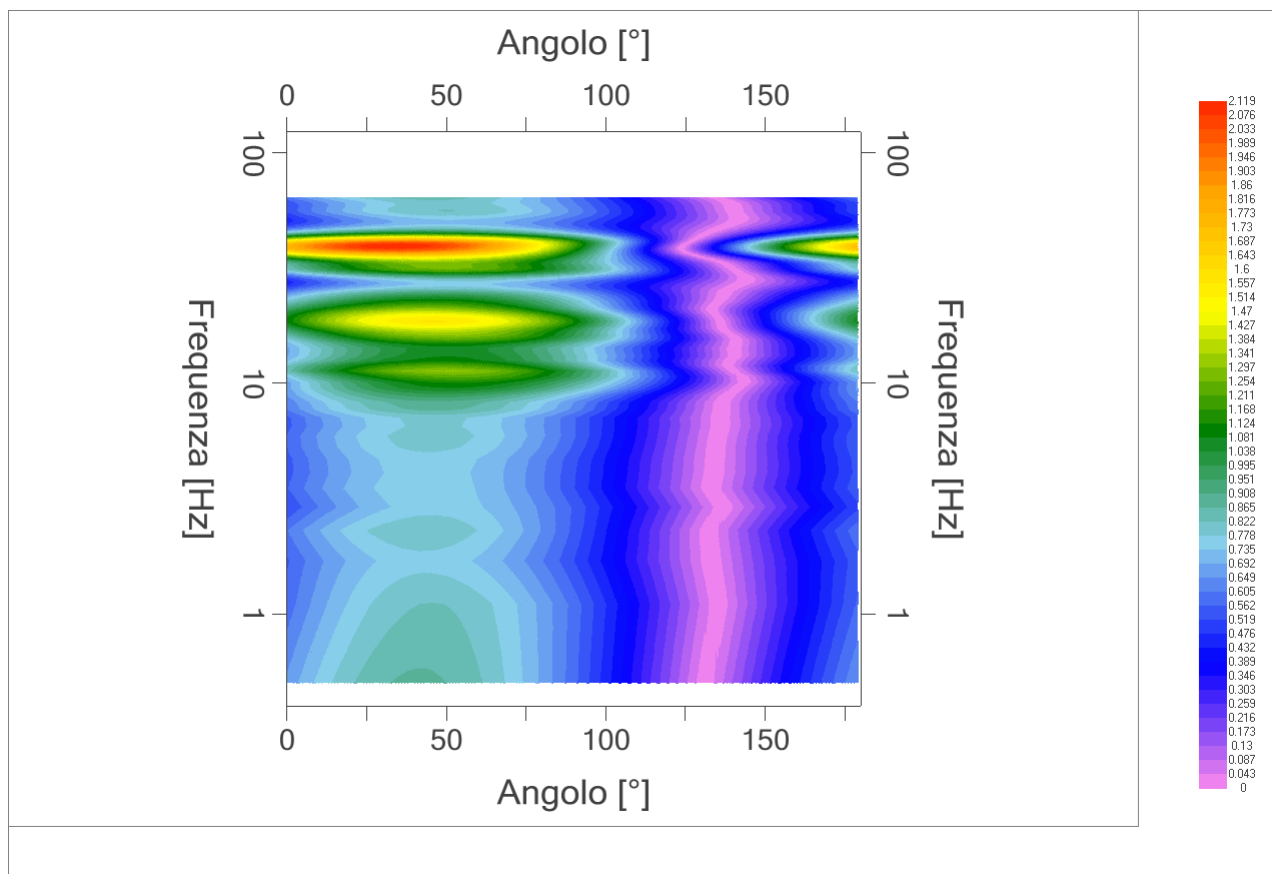
 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	3 di 6

PROGETTO


(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)



Mappa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	4 di 6

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

Modello stratigraficoDati riepilogativi:

Numero strati: 5

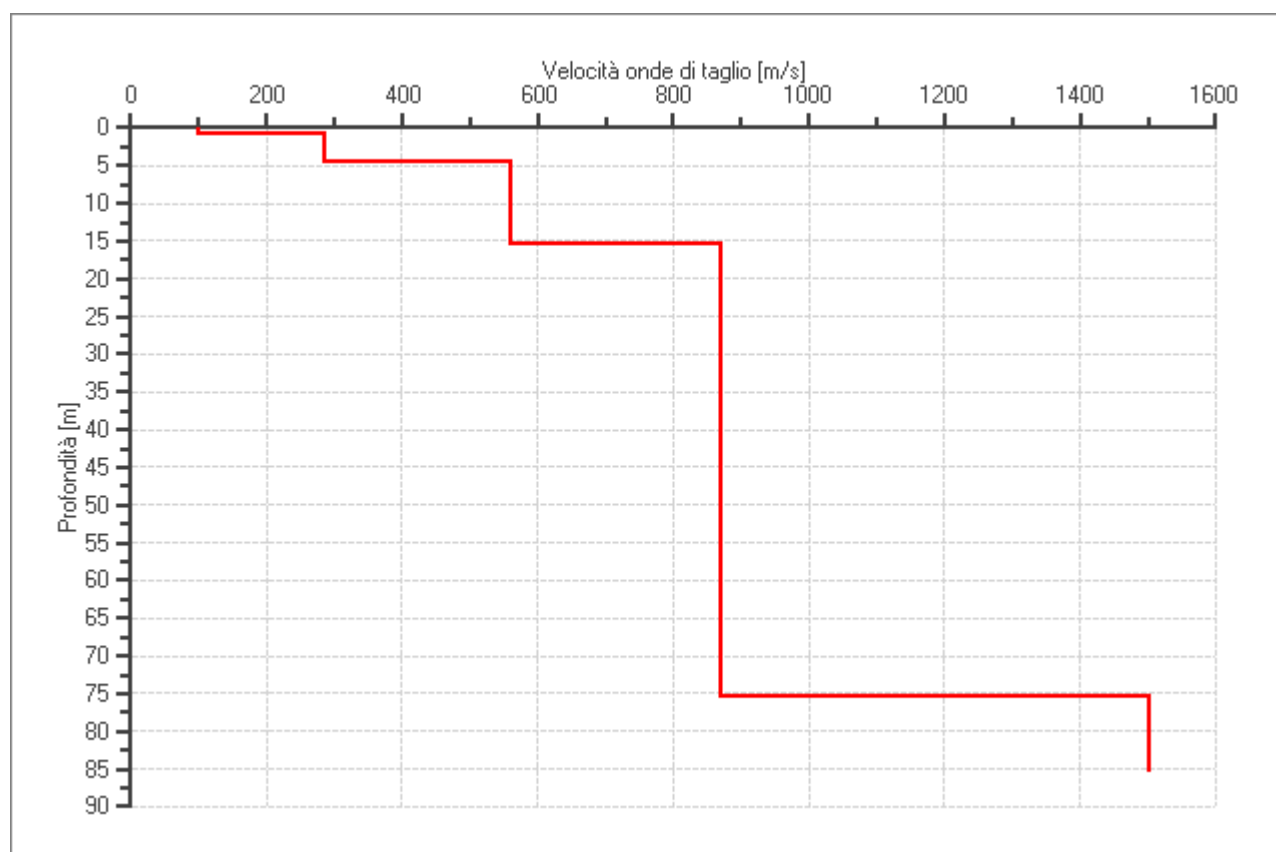
Frequenza del picco dell'ellitticità: 37.40 Hz

Valore di disadattamento: -1.00

Valore Vs30: **523.63 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.8	18	0.30	100
2	0.8	3.7	20	0.40	285
3	4.5	11	20	0.40	560
4	15.5	60	20	0.45	870
5	75.5	10	20	0.45	1500



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

PROGETTO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)


Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a 39.35 ± 0.30 Hz (nell'intervallo 0.50 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]	
$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]	
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	OK
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

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

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

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	6 di 6

PROGETTO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

PROVA TROMOGRAFICA T2

Comune Bussoleno	Località Bussoleno	
Cantiere Opere di arginatura del fiume Dora Riparia	Data 05/08/2015	Ora 12.07
Codice lavoro AIPO.10.1513		
Codice Prova T2	Codice file BUS2	Durata (min) 20'
Strumento ECHO 3 TROMO Ambrogeo	Freq.camp. 155 Hz	Freq. sensore 2.0 Hz
Operatore Dr. Geol. Alessandro Ferrari		

CONDIZIONI ATMOSFERICHE

Vento	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (30 sec.)	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA


Suolo	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input checked="" type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input type="checkbox"/> suolo asciutto	<input checked="" type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/clis	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

STRUTTURE CIRCOSTANTI

Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input type="checkbox"/> assenti		<input checked="" type="checkbox"/> presenti: circa 50	
Strutt.sotterr.	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

SORGENTI RUMORE

Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto		X				50 m
	camion	X					
	passanti	X					
	Altro:						
Dist. cont.	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> presente: fiume a 1 m					

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	1 di 6

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

Tracce in input

Dati riepilogativi:

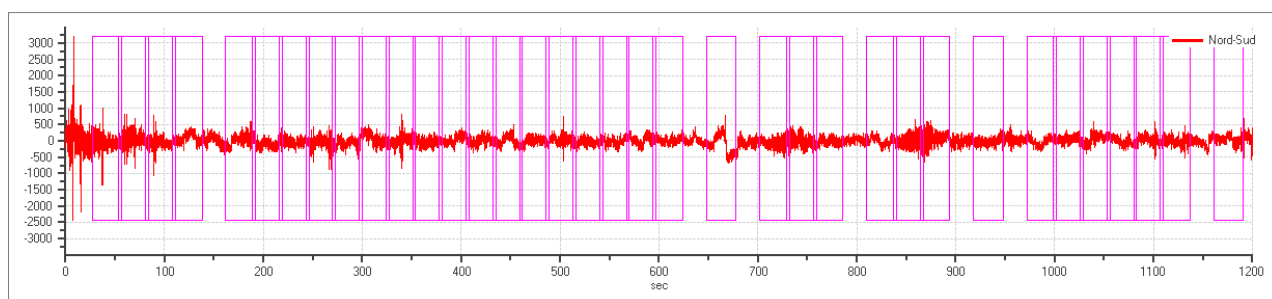
Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 155.00Hz
Numero campioni: 186000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Latitudine: 45.1384N
Longitudine: 7.1451E

Finestre selezionate

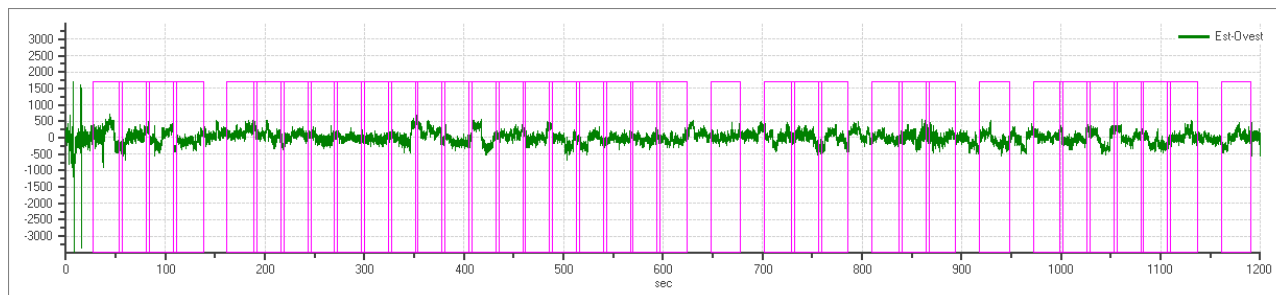
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 36
Numero finestre incluse nel calcolo: 32
Dimensione temporale finestre: 30.00 s

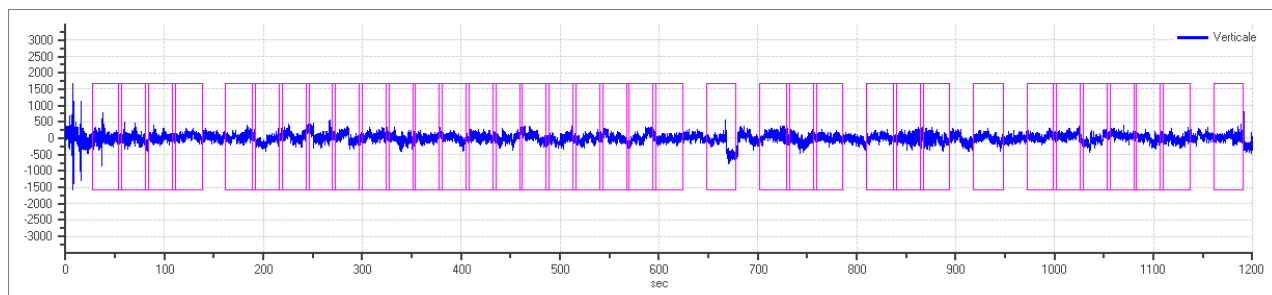
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

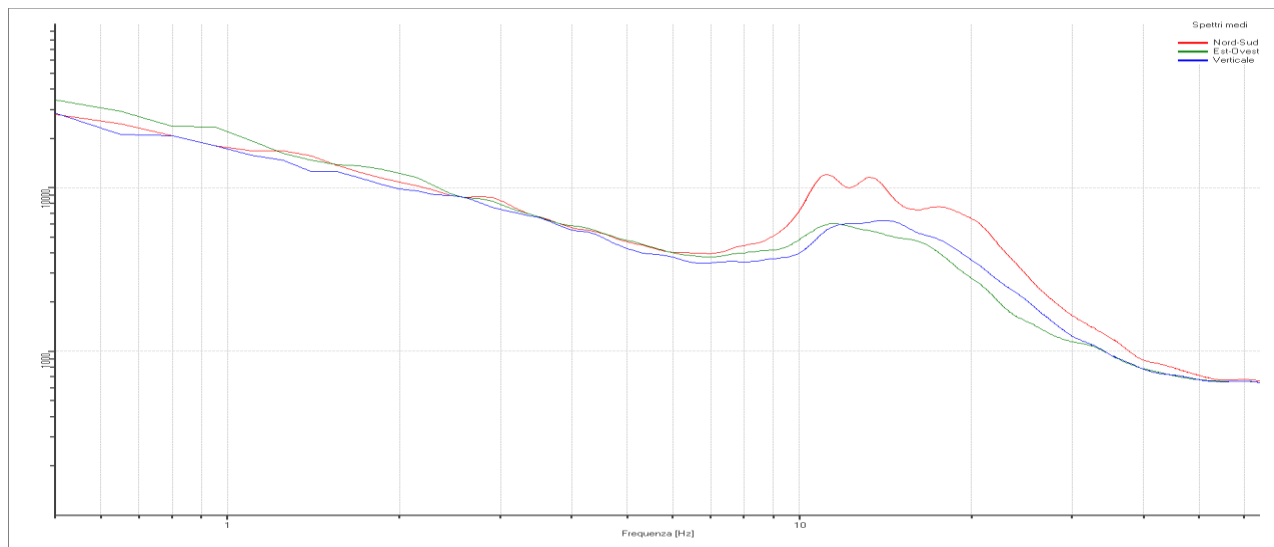


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi

Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 10.85 Hz ± 0.15 Hz

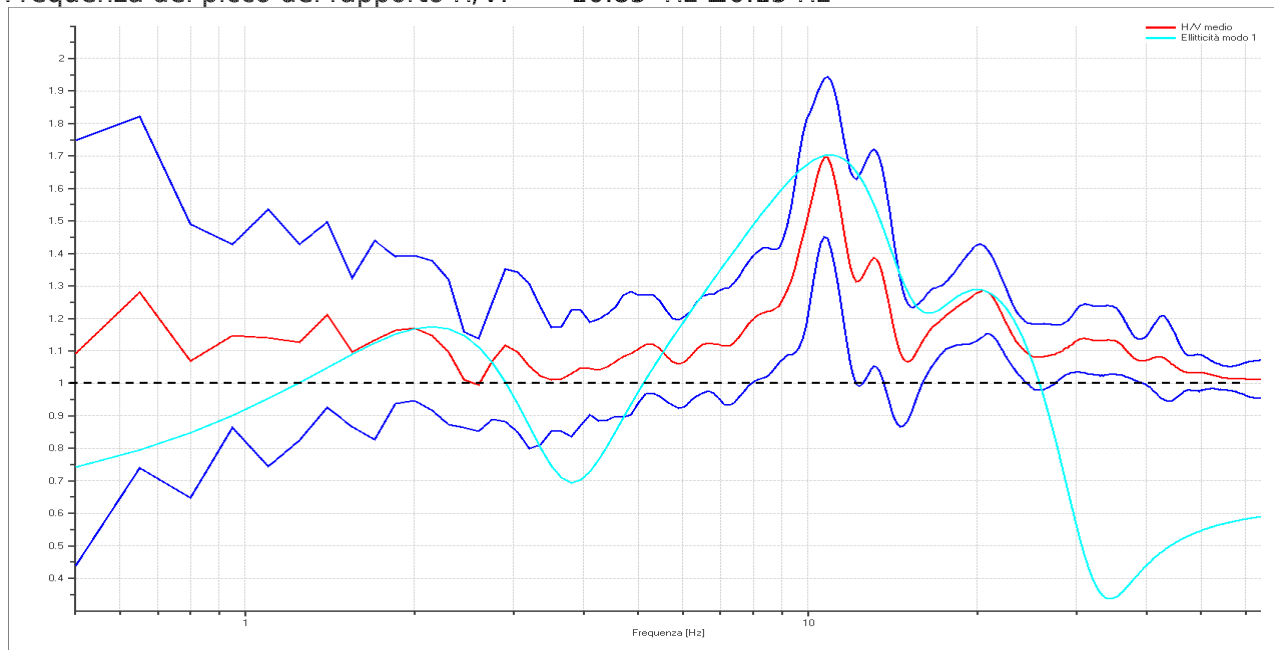
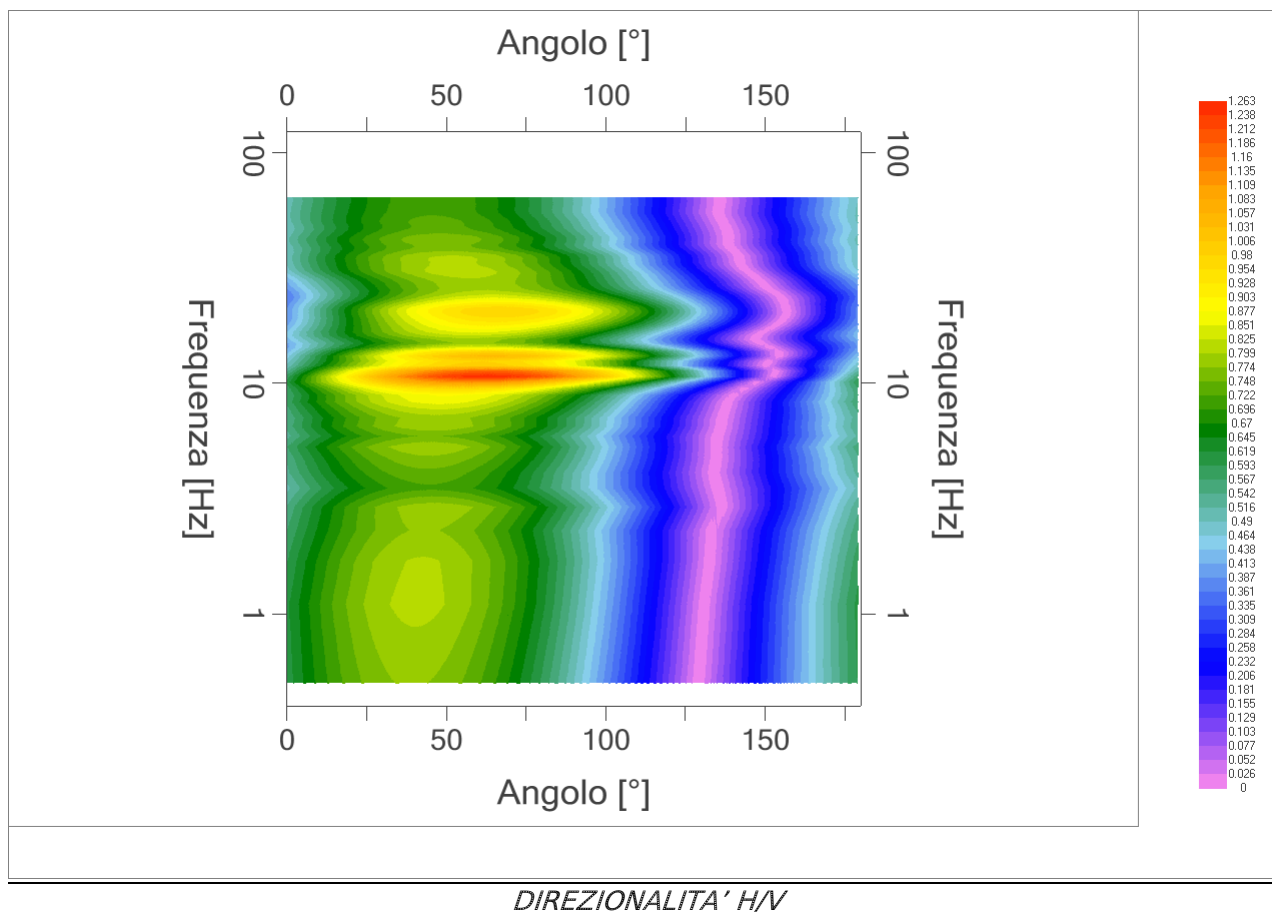
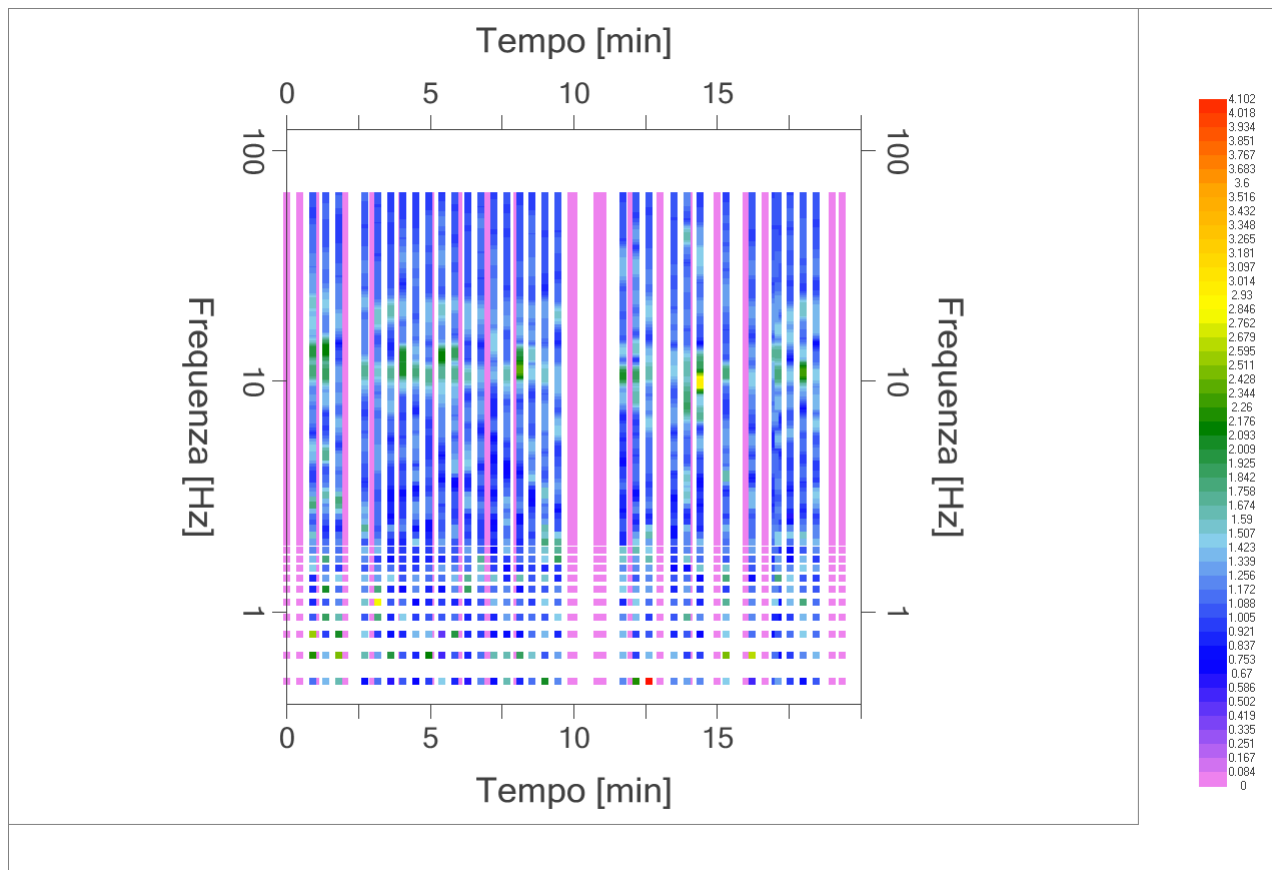


Grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)



PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

Modello stratigraficoDati riepilogativi:

Numero strati: 4

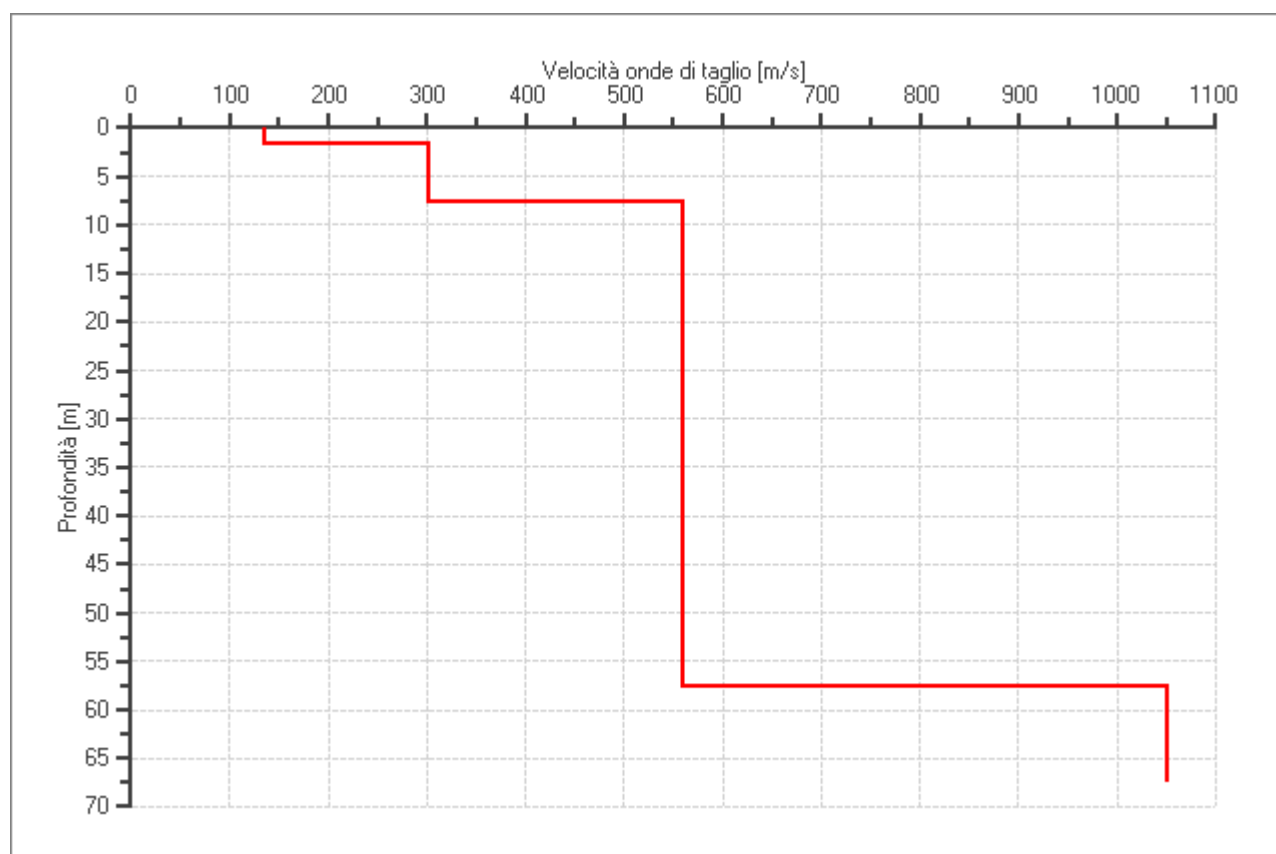
Frequenza del picco dell'ellitticità: 11.00 Hz

Valore di disadattamento: -1.00

Valore Vs30: **418.30 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	1.6	19	0.38	135
2	1.6	6	20	0.40	302
3	7.6	50	20	0.40	560
4	57.6	10	20	0.45	1050



PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO

PROGETTO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)


Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005

Picco H/V a 10.85 ± 0.15 Hz (nell'intervallo 0.50 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]	
$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]	
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	OK
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	OK
$A_0 > 2$	NO
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

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

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

 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	6 di 6

PROGETTO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

PROVA TROMOGRAFICA T3


Comune Bussoleno	Località Bussoleno	
Cantiere Opere di arginatura del fiume Dora Riparia	Data 05/08/2015	Ora 14.01
Codice lavoro AIPO.10.1513		
Codice Prova T3	Codice file BUS3	Durata (min) 20'
Strumento ECHO 3 TROMO Ambrogeo	Freq.camp. 155 Hz	Freq. sensore 2.0 Hz
Operatore Dr. Geol. Alessandro Ferrari		

CONDIZIONI ATMOSFERICHE				
Vento	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (<5m/s)	<input type="checkbox"/> medio (5>v>30 m/s)	<input type="checkbox"/> forte (>30 m/s)
Pioggia	<input checked="" type="checkbox"/> assente	<input type="checkbox"/> debole (30 sec.)	<input type="checkbox"/> media	<input type="checkbox"/> forte

TERRENO DI PROVA				
Suolo	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso soffice	<input type="checkbox"/> argilloso-limoso duro	<input checked="" type="checkbox"/> con erba	<input type="checkbox"/> senza erba
	<input type="checkbox"/> ghiaia	<input checked="" type="checkbox"/> sabbia	<input type="checkbox"/> roccia	
	<input checked="" type="checkbox"/> suolo asciutto	<input type="checkbox"/> suolo umido	<input type="checkbox"/> suolo saturo	
Pavimentazione artificiale	<input type="checkbox"/> rilevato in ghiaia	<input type="checkbox"/> cemento/clis	<input type="checkbox"/> asfalto	<input type="checkbox"/> ceramica
	<input type="checkbox"/> altro:			
Accoppiamento sensore	<input checked="" type="checkbox"/> piedini infissi	<input type="checkbox"/> piedini da pavimento	<input type="checkbox"/> accoppiamento artificiale	<input type="checkbox"/> sabbia <input type="checkbox"/> altro

STRUTTURE CIRCOSTANTI				
Abitazioni	<input type="checkbox"/> assenti	<input checked="" type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Fabbriche	<input checked="" type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte
Ponti	<input type="checkbox"/> assenti		<input checked="" type="checkbox"/> presenti: 5 m	
Strutt.sotterr.	<input checked="" type="checkbox"/> assenti		<input type="checkbox"/> presenti:	
Piante	<input type="checkbox"/> assenti	<input type="checkbox"/> sparse	<input checked="" type="checkbox"/> fitte	<input type="checkbox"/> molto fitte

SORGENTI RUMORE							
Disturbo discontinuo		assente	raro	moderato	forte	molto forte	Distanza (m)
	auto			X			5 m
	camion		X				50
	passanti		X				5 m
	Altro:						
Dist. cont.	<input type="checkbox"/> assente	<input checked="" type="checkbox"/> presente: fiume a 5 m					

	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	1 di 6

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

Tracce in input

Dati riepilogativi:

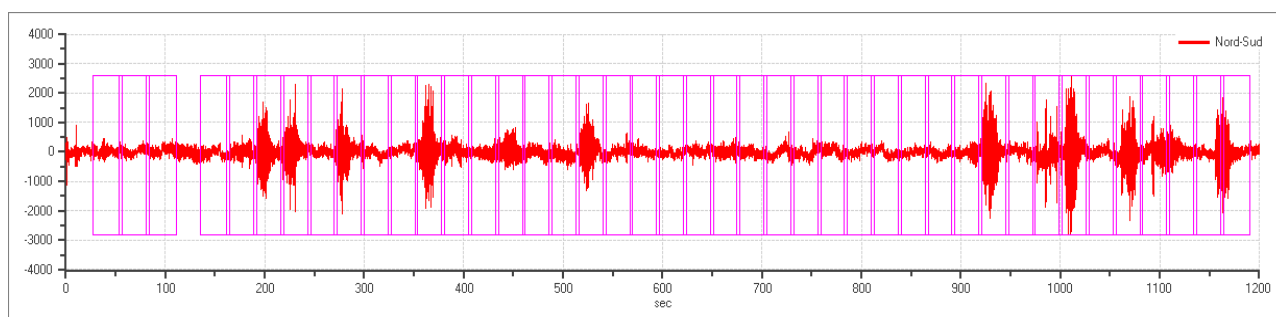
Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 155.00Hz
Numero campioni: 186000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Latitudine: 45.1383 N
Longitudine: 7.1431 E

Finestre selezionate

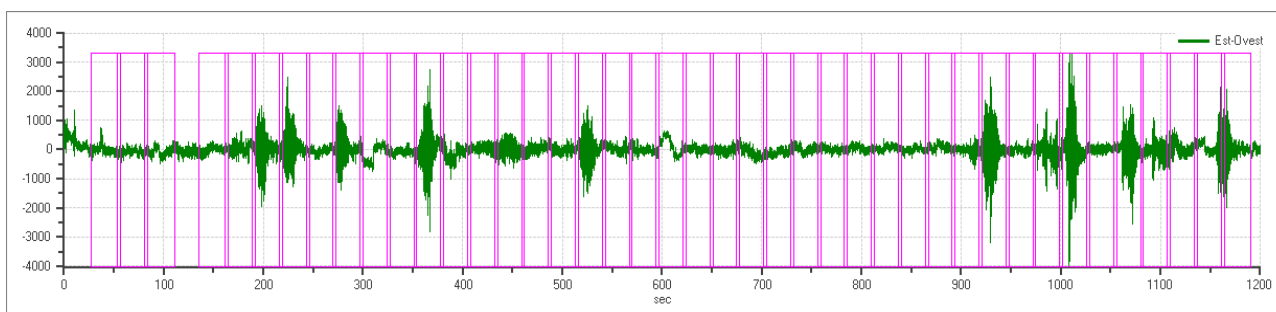
Dati riepilogativi:

Numero totale finestre selezionate: 42
Numero finestre incluse nel calcolo: 36
Dimensione temporale finestre: 30.00 s

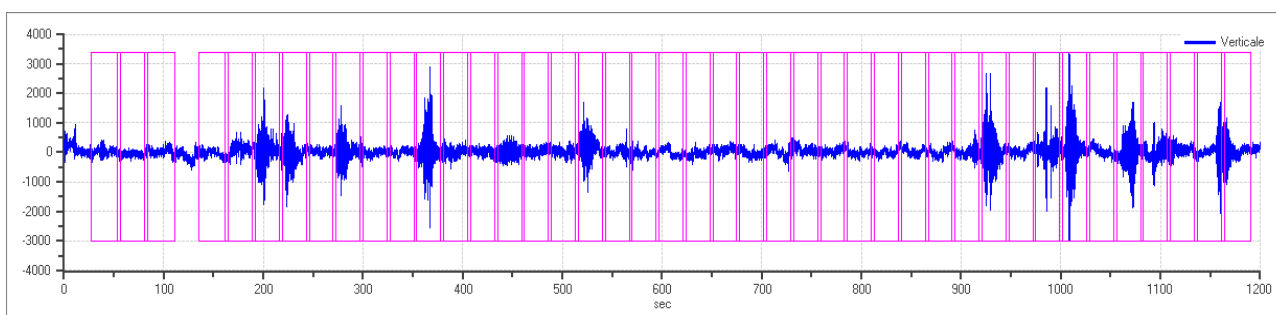
Grafici tracce con finestre selezionate:



Traccia e finestre selezionate in direzione Nord-Sud



Traccia e finestre selezionate in direzione Est-Ovest

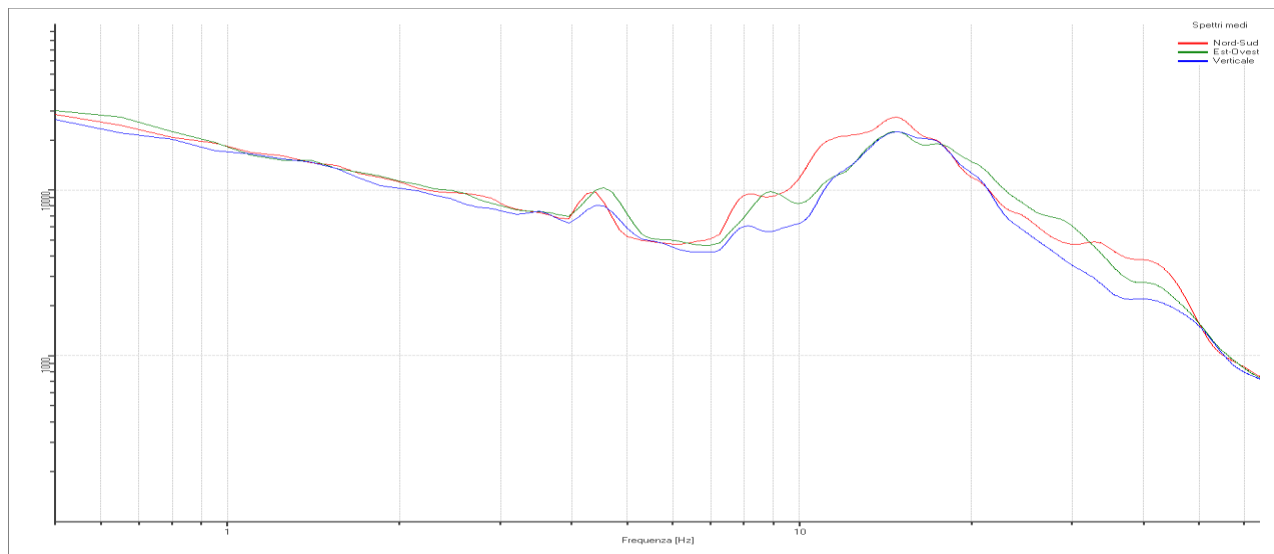


Traccia e finestre selezionate in direzione Verticale

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima: 64.00 Hz

Frequenza minima: 0.50 Hz

Passo frequenze: 0.15 Hz

Tipo lisciamento: Konno & Ohmachi

Percentuale di lisciamento: 10.00 %

Tipo di somma direzionale: Media aritmetica

Risultati:

Frequenza del picco del rapporto H/V: 8.90 Hz ± 0.23 Hz

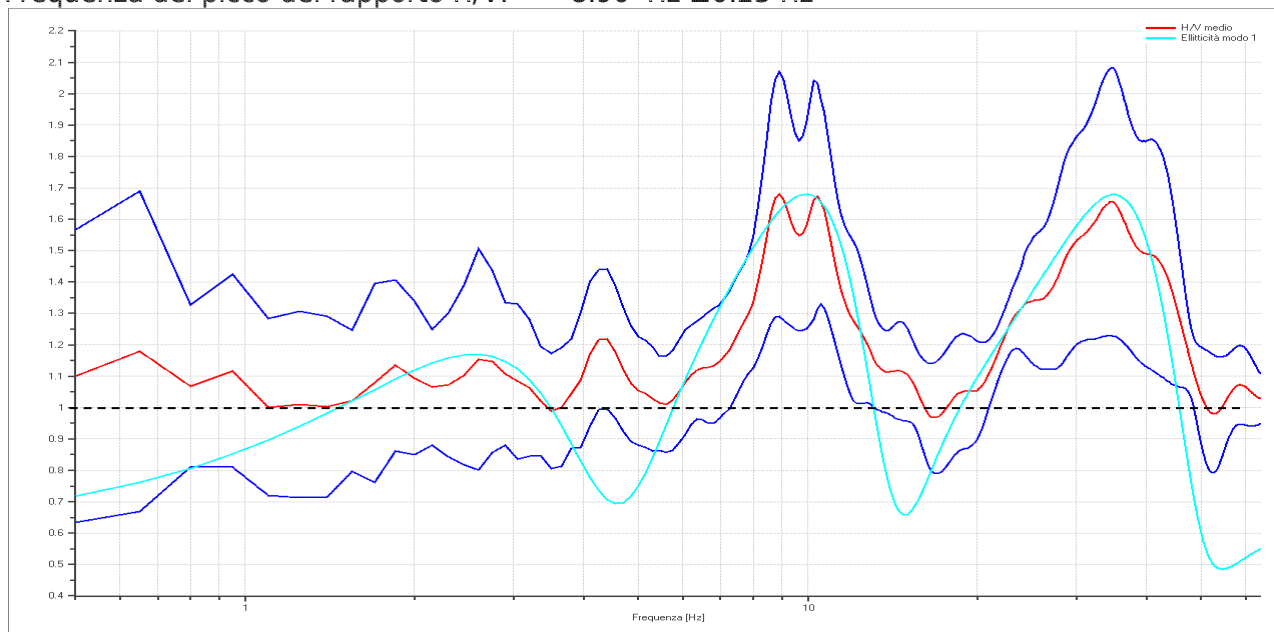

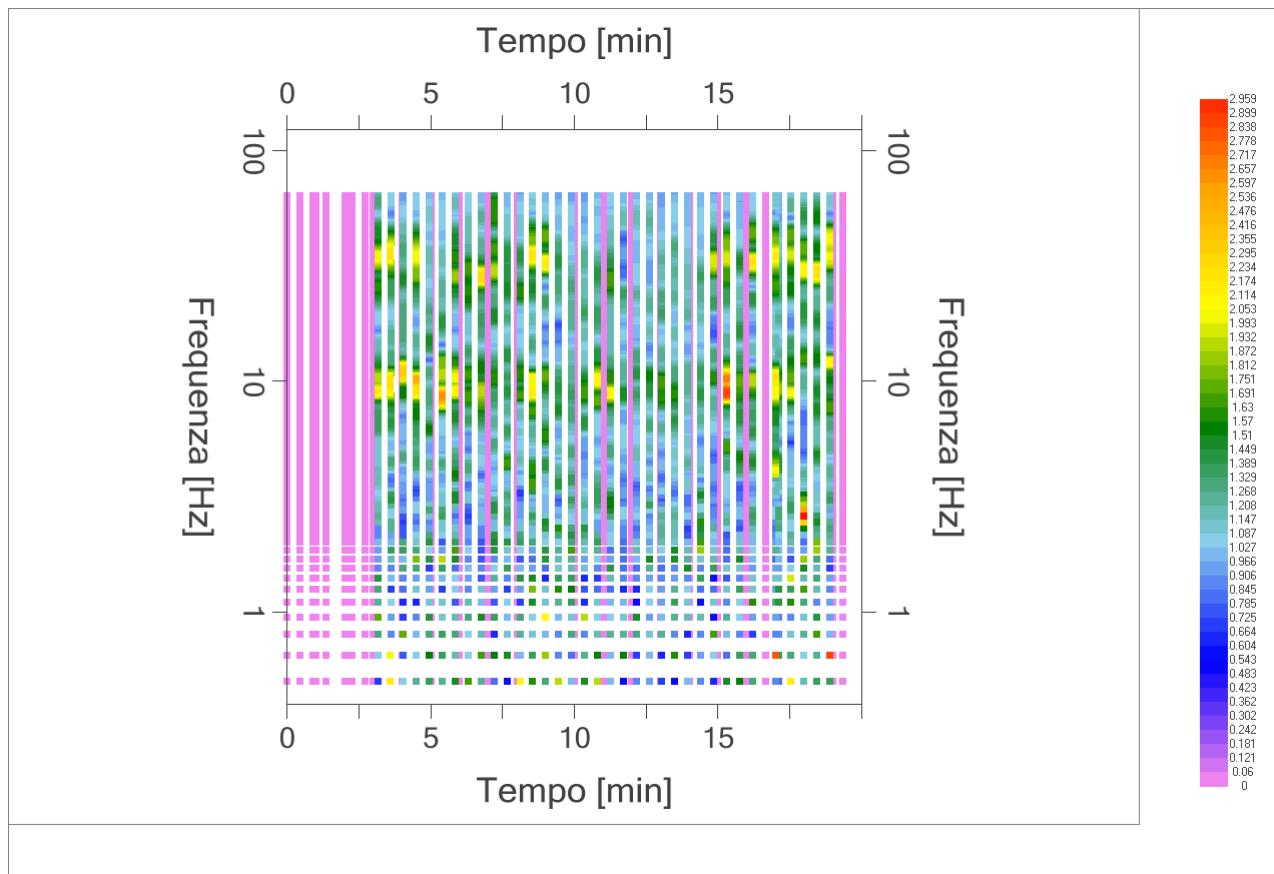


Grafico rapporto spettrale H/V naturale con curva H/V sintetica

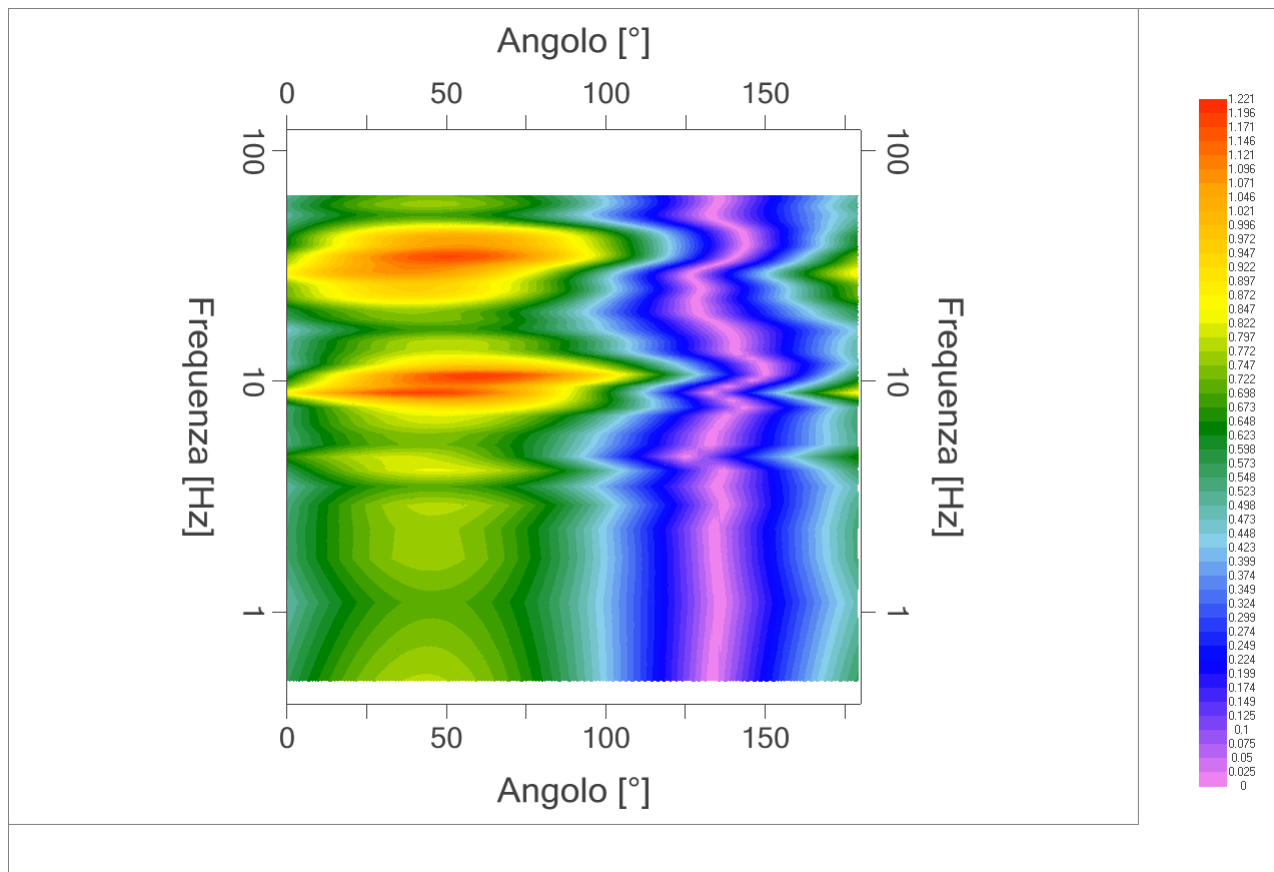
 EN GEO S.r.l. ENGINEERING GEOLOGY	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	3 di 6

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)



Mappa della stazionarietà degli spettri



DIREZIONALITA' H/V

PROGETTO

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume
Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

Modello stratigraficoDati riepilogativi:

Numero strati: 5

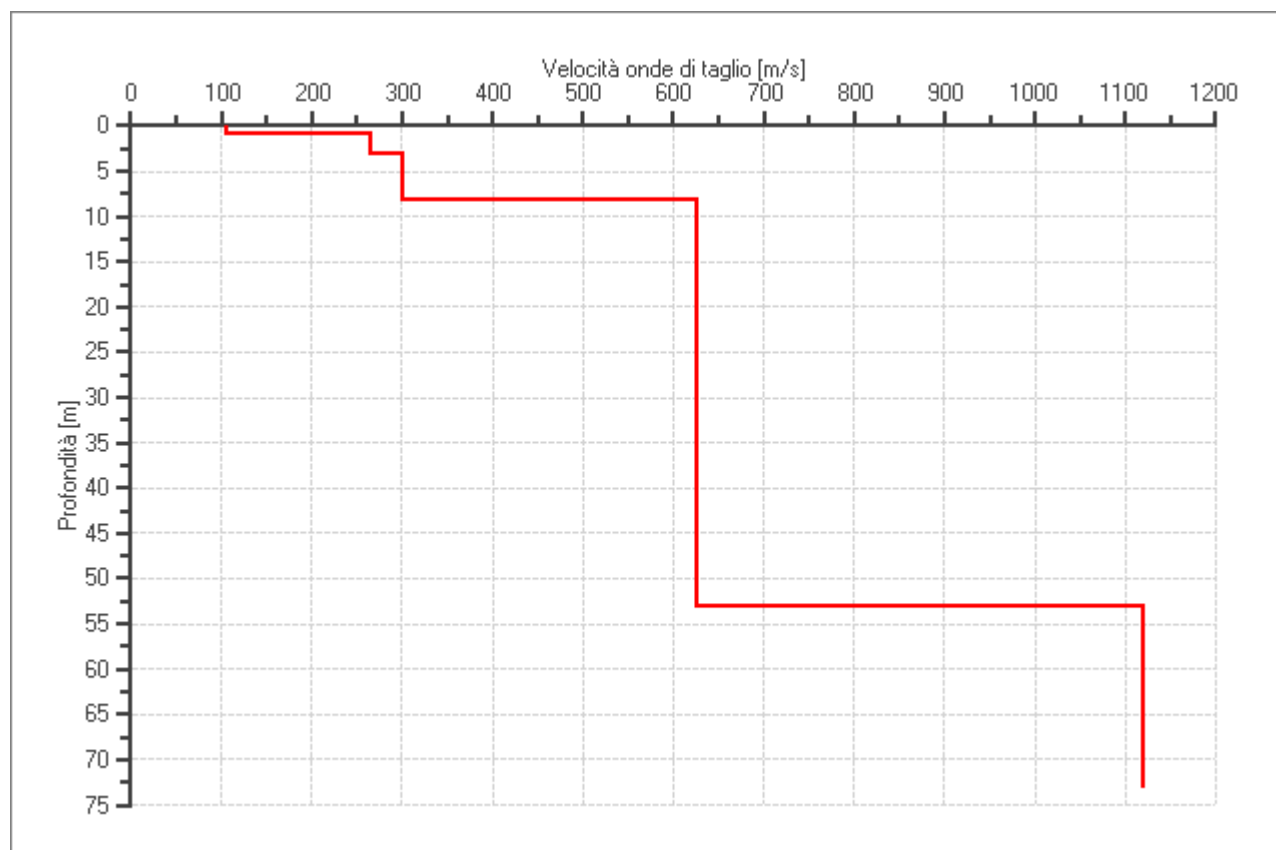
Frequenza del picco dell'ellitticità: 9.95 Hz

Valore di disadattamento: -1.00

Valore Vs30: **439.74 m/s**

Dati della stratigrafia:

Strato	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso per Unità di Vol. [kN/m ³]	Coeff. di Poisson	Velocità onde di taglio [m/s]
1	0	0.8	18.5	0.30	105
2	0.8	2.4	20.0	0.40	265
3	3.2	5	20.0	0.40	300
4	8.2	45	20.0	0.45	625
5	53.2	20	20.0	0.45	1120

**PROFILO DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO**

PROGETTO
(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

Verifica secondo le linee guida SESAME, 2005


Picco H/V a 8.90 ± 0.23 Hz (nell'intervallo 0.50 - 64.0 Hz).

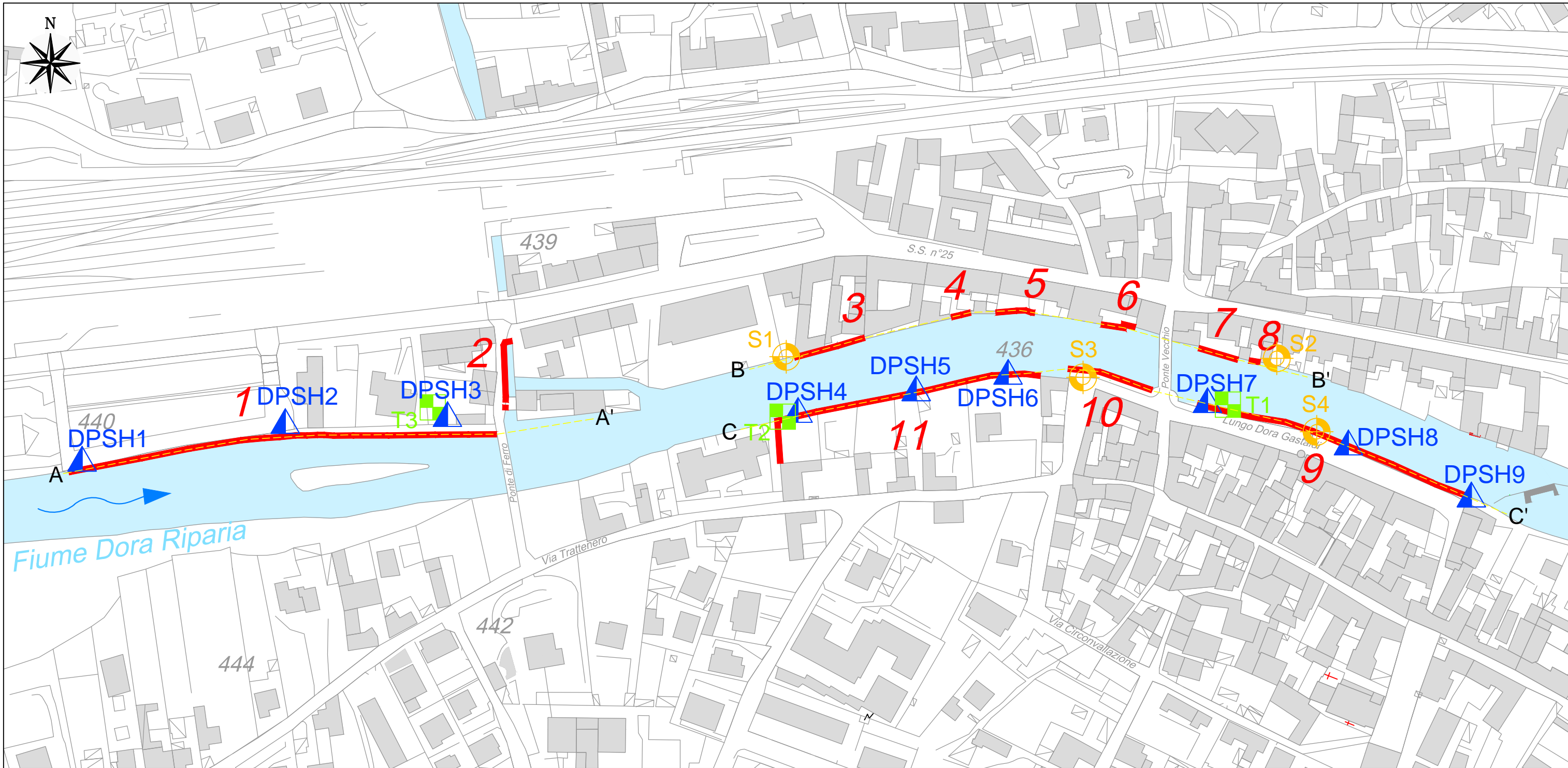
Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]	
$f_0 > 10 / L_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	OK
Criteri per un picco H/V chiaro* [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]	
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	NO
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	NO
$A_0 > 2$	NO
$f_{\text{picco}} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

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

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

* I risultati relativi alle verifiche eseguite ai sensi linee guida SESAME, evidenziano che il segnale presenta un picco H/V “non chiaro”. Tale segnale tuttavia è comunque interpretabile, poiché, sempre ai sensi delle linee guida SESAME, corrisponde a variazioni stratigrafiche evidenziate dalle indagini geognostiche realizzate.

 EN GEO S.r.l. <small>ENGINEERING GEOLOGY</small>	Elaborato	Data	Agg.	Pag.
	Report indagine tromografica	Settembre 2015	0	6 di 6



LEGENDA

 Opere in progetto

Indagini in sito

 DPSH Prova penetrometrica dinamica

 S Sondaggio a carotaggio continuo

 T Indagine tromografica

A---A' Traccia di sezione

SETTEMBRE
2015



(TO-E-1274) Completamento opere di
arginatura del fiume Dora Riparia
a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINI

Elaborato: **R.9**

Tav. 1

Scala: 1:2.000

I Geologi:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti

I Collaboratori:

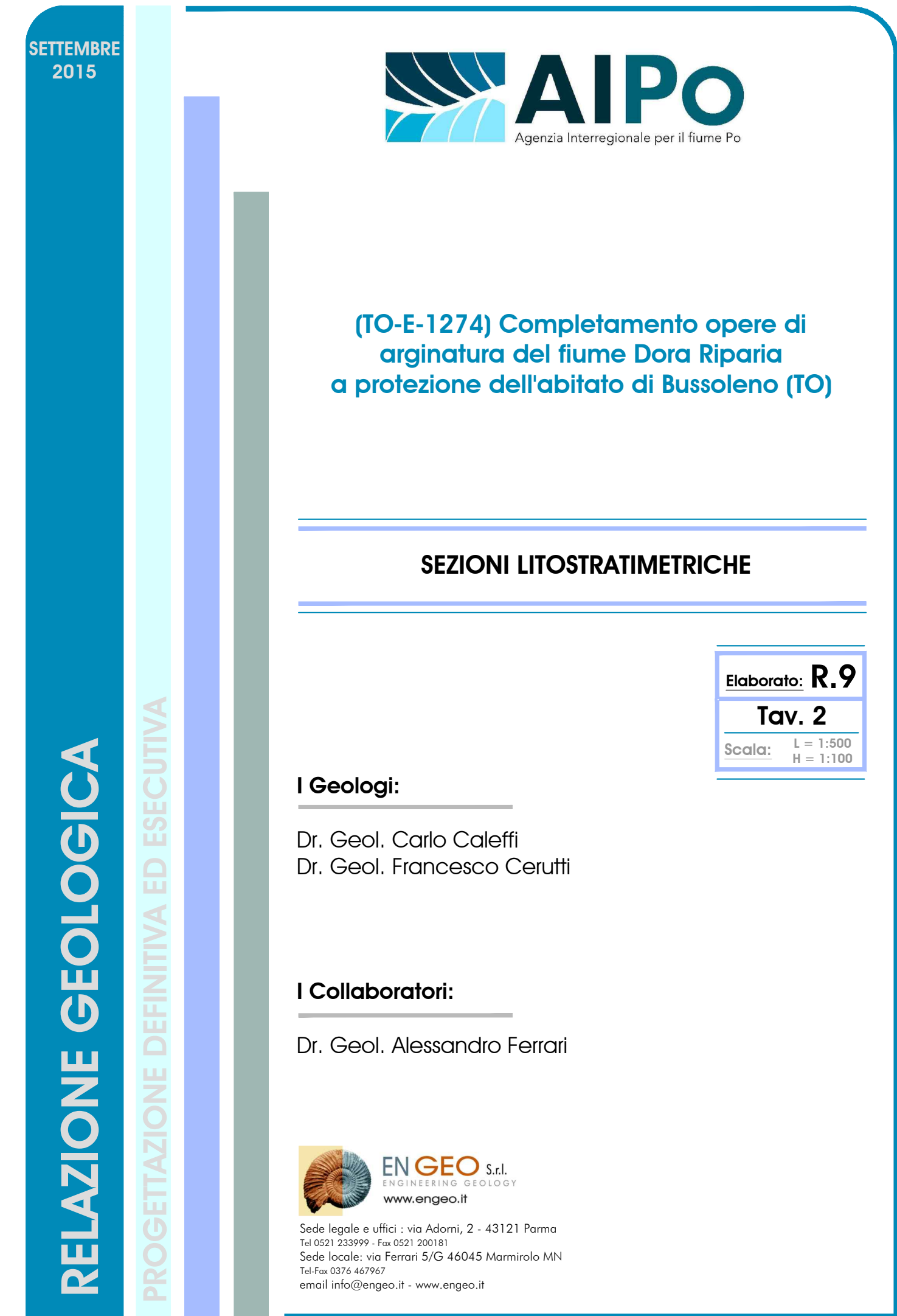
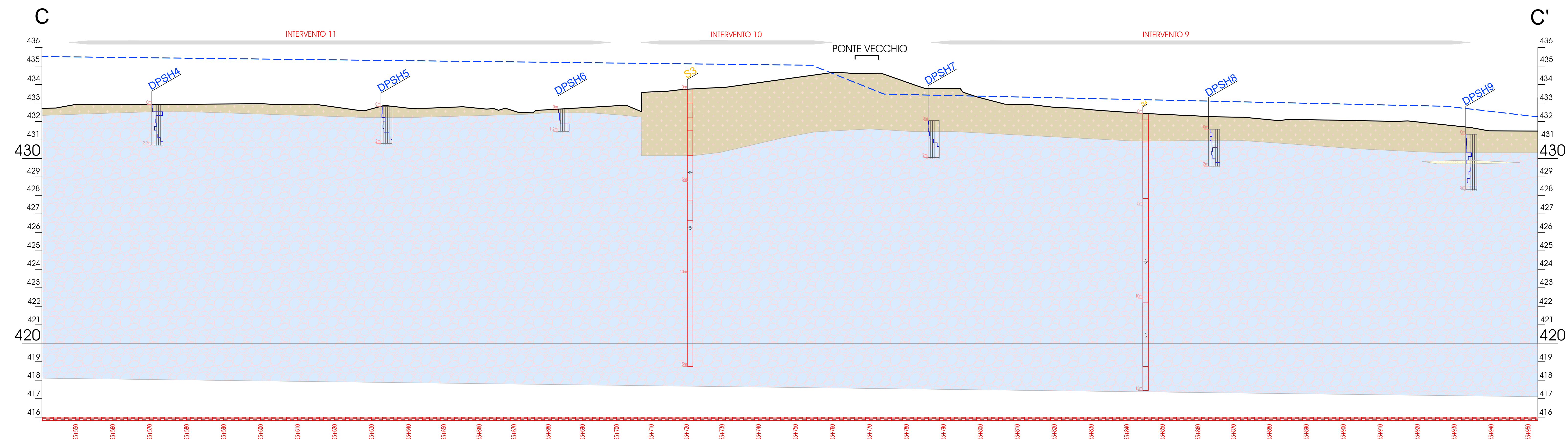
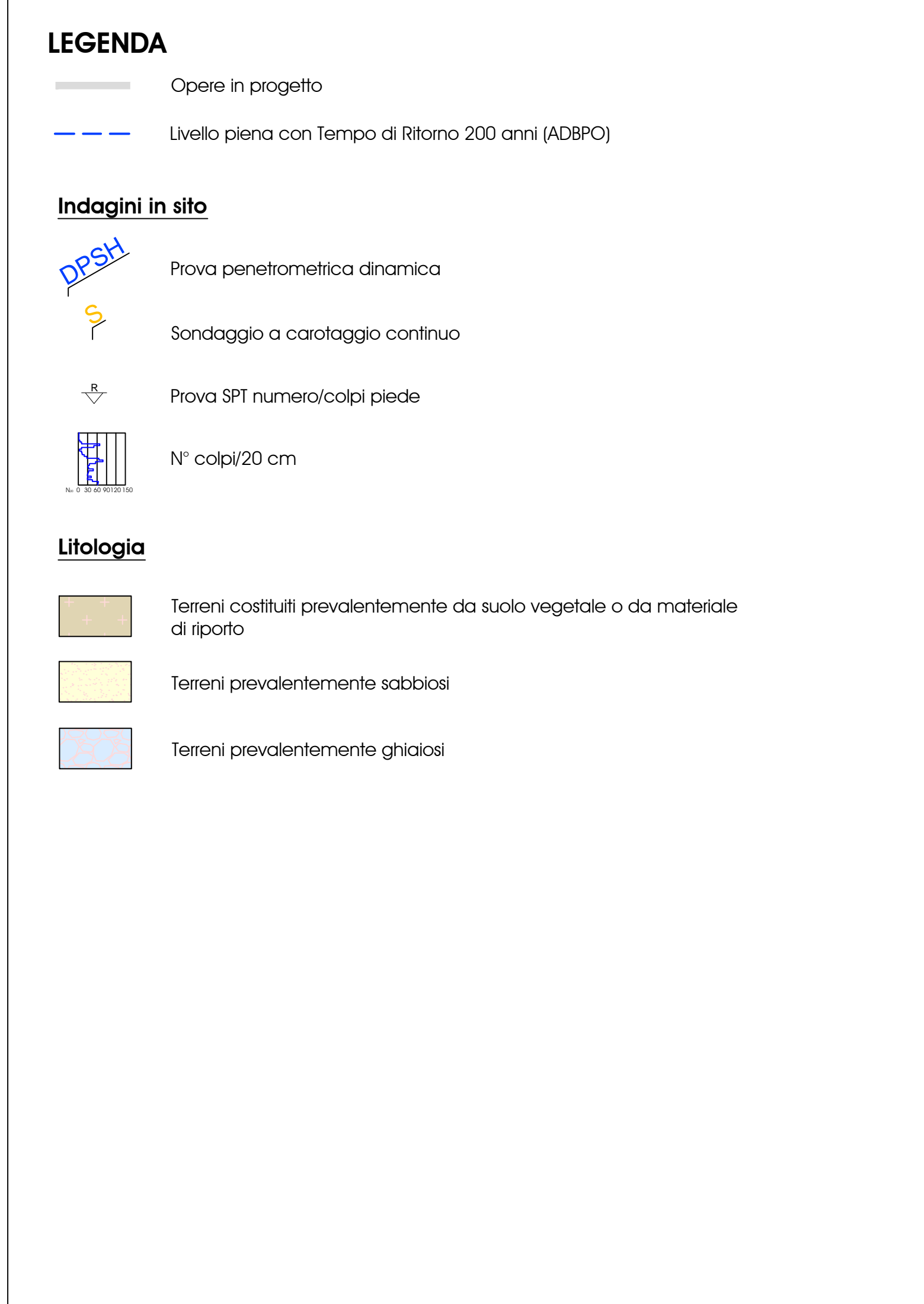
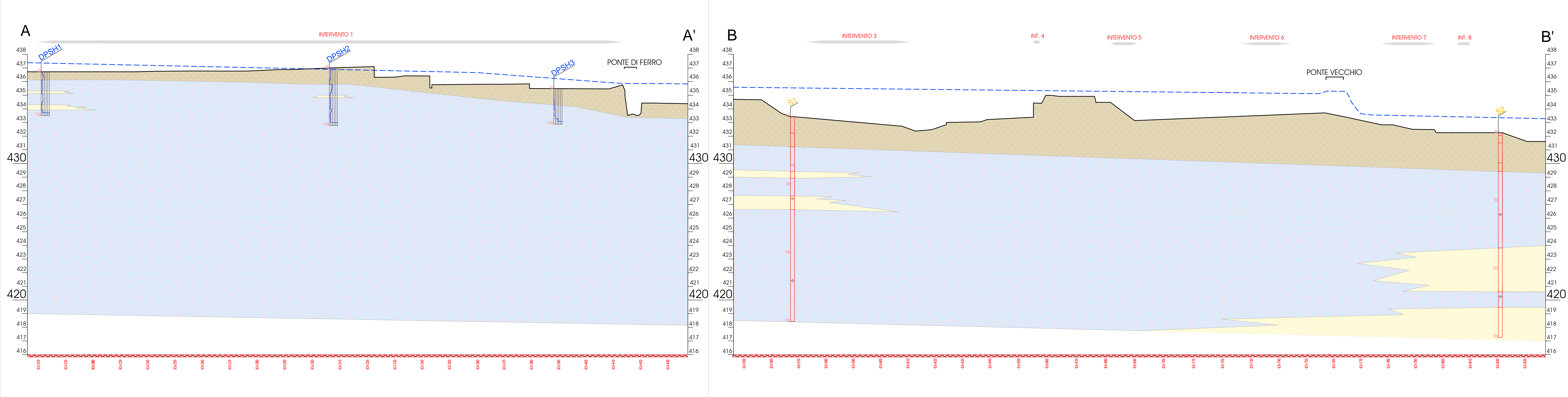
Dr. Geol. Alessandro Ferrari

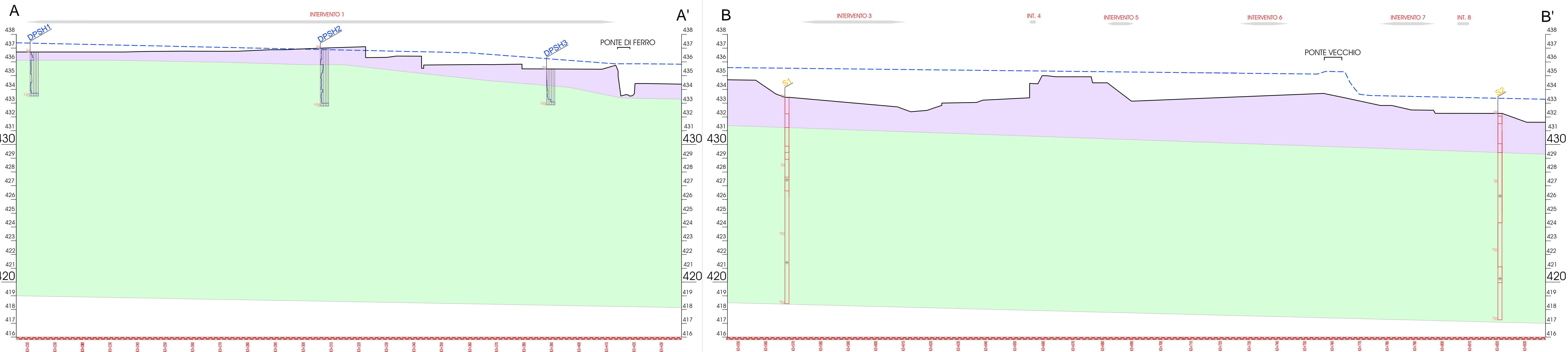


Sede legale e uffici : via Adorni, 2 - 43121 Parma
Tel 0521 233999 - Fax 0521 200181
Sede locale: via Ferrari 5/G 46045 Marmirolo MN
Tel-Fax 0376 467967
email info@engeo.it - www.engeo.it

RELAZIONE GEOLOGICA

PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA





LEGENDA

Opere in progetto

Livello piena con Tempo di Ritorno 200 anni (ADBPO)

Indagini in sito

DPSH Prova penetrometrica dinamica

S Sondaggio a carotaggio continuo

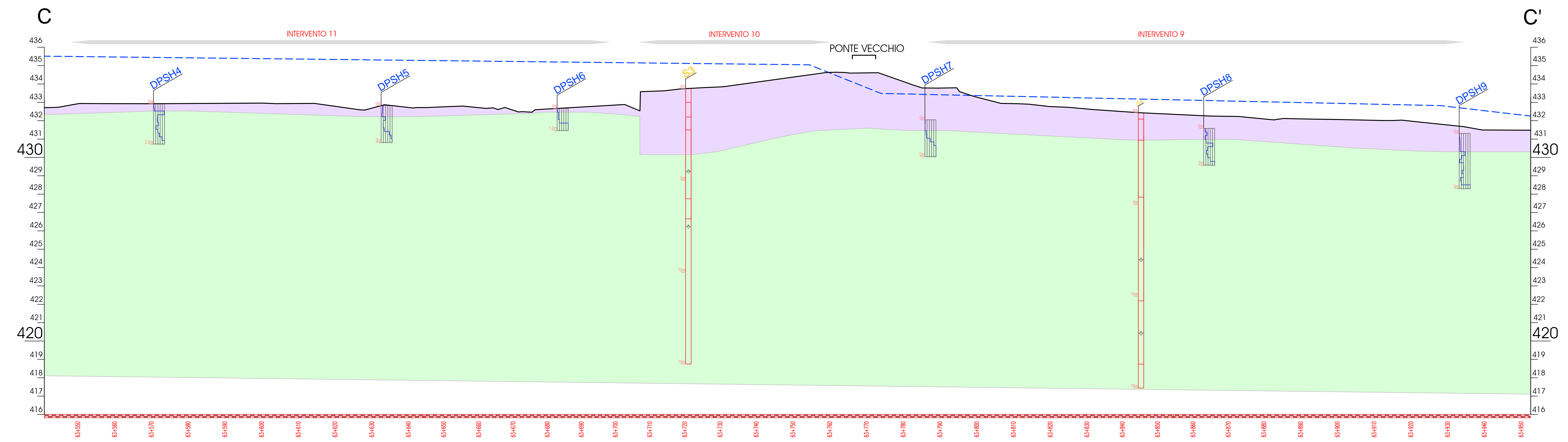
SPT Prova SPT numero/colpi piede

N° colpi/20 cm

Geotecnica

SUOLO e/o TERRENO DI RIPIRTO: a comportamento granulare
 $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 35^\circ$
 $E_s = 20.0 \text{ MPa}$

ORIZZONTE A: Depositi a comportamento granulare
 $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$
 $\phi' = 39.4^\circ$; $\phi' = 38^\circ$
 $E_s = 49.8 \text{ MPa}$; $E_v = 45.7 \text{ MPa}$



SETTEMBRE 2015

AIPo
Agenzia Interregionale per il fiume Po

(TO-E-1274) Completamento opere di arginatura del fiume Dora Riparia a protezione dell'abitato di Bussoleno (TO)

MODELLO GEOTECNICO

Elaborato: **R.9**

Tav. 3

Scala: L = 1:500
H = 1:100

I Geologi:

Dr. Geol. Carlo Caleffi
Dr. Geol. Francesco Cerutti

I Collaboratori:

Dr. Geol. Alessandro Ferrari

EN GEO S.r.l.
www.engeo.it

Sede legale e uffici : via Adami, 2 - 43121 Parma
Tel 0521 239999 - Fax 0521 202081
Sede locale: via Ferrari S/C 40045 Marmirolo MN
Tel Fax 0376 449957
email info@engeo.it - www.engeo.it

RELAZIONE GEOLOGICA
PROGETTAZIONE DEFINITIVA ED ESECUTIVA