



**Comune di Belluno  
Variante Urbanistica al P.R.G.**

**ADOZIONE  
delibera del Consiglio Comunale  
n. 110 del 22/12/2021**

**PROGETTO DEFINITIVO "ATTRAVERSAMENTO FIUME PIAVE IN LOC.  
LAMBIOI - RIPRISTINO E ADEGUAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO  
PROVVISORIO (PONTE BAILEY) SUL FIUME PIAVE TRAMITE  
REALIZZAZIONE DI NUOVO PONTE E VIABILITÀ DI ACCESSO"**

**CODICE UNIVOCO INTERVENTO LN145-2020-558-BL-020 - CUP:  
I31B19000580009 - CIG:80959995B9**

**COMUNE DI BELLUNO**

**PROGETTISTI IN RTI:**

Mandataria

Mandante



Ing. José Romo Martín

Estudio Arquitectura Campo Baeza

Arch. Alberto Campo Baeza

<b>TITOLO ELABORATO</b>  Studio di compatibilità sismica	<b>N° ELABORATO</b>  V.04	<b>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</b>  Ing. Piergiorgio Tonon
--	---------------------------------	---

AGGIORNAMENTI:					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLL.	APPROV.
00	15.07.2021	EMISSIONE ELABORATO	Studio di Geologia Geotecnica Geofisica e Ambiente. Dott. Geol. Danilo Belli	BRP	JR
01	12.12.2021	REVISIONE ELABORATO DOPO CONF. SERVIZI	Studio di Geologia Geotecnica Geofisica e Ambiente. Dott. Geol. Danilo Belli	BRP	JR





## *Indice*

1	PREMESSA.....	5
2	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ SISMICA.....	5



## 1 PREMESSA

La presente relazione illustra le caratteristiche geologiche indagate a supporto del Nuovo Ponte "ATTRAVERSAMENTO FIUME PIAVE IN LOC. LAMBIOI - RIPRISTINO E ADEGUAMENTO DELL'ATTRAVERSAMENTO PROVVISORIO (PONTE BAILEY) SUL FIUME PIAVE TRAMITE REALIZZAZIONE DI NUOVO PONTE E VIABILITÀ DI ACCESSO" del Comune di Belluno.

## 2 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ SISMICA

In allegato al presente documento sono messi a disposizioni gli allegati della Valutazione di Compatibilità Sismica.

Allegato 1. Relazione di compatibilità sismica

Allegato 2. Relazione di compatibilità sismica. Allegati

Allegato 3. Elaborati di microzonazione sismica



REGIONE DEL VENETO



## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

### *Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*



# RELAZIONE DI COMPATIBILITA' SISMICA

Committente

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores

Madrid - ESPAÑA



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)

#### SOGGETTI REALIZZATORI

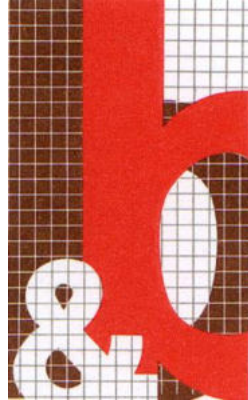
Dott. Geol. Danilo BELLÌ

Per. Ind. Geotecnico-Minerario  
Tiziano MATTEN

Dott. Arch. Francesca PIVETTA

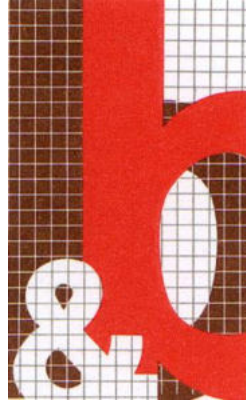
Data: MAGGIO 2021

Versione: V.02/2021



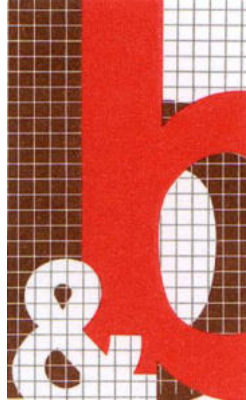
## INDICE

1	PREMESSA .....	11
1.1	Metodologia.....	13
1.2	Scelta e validità delle indagini in sito e di laboratorio.....	14
1.3	Indagini geognostiche.....	15
2	INQUADRAMENTO GENERALE.....	17
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....	22
4	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO .....	26
5	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	38
6	INQUADRAMENTO MICROZONAZIONE DI I LIVELLO (2013 ?).....	40
7	INQUADRAMENTO SISMICO AREALE.....	42
7.1	Sorgenti sismogenetiche.....	45
7.2	Inquadramento sismotettonico.....	56
7.3	Quadro progettuale sismico .....	58
7.4	Definizione della pericolosità sismica di base.....	60
7.5	Parametri pericolosità sismica di base del sito .....	62
8	INDAGINI PER LO STUDIO DI MICROZONAZIONE DI II E III LIVELLO .....	64
8.1	Misura <i>Down Hole</i> .....	65
8.2	Sismica attiva a rifrazione .....	70
8.3	Indagini puntuali HVSR e carta delle frequenze fondamentali e dei rapporti HV .....	76
9	CARTOGRAFIA DI MICROZONAZIONE .....	79
9.1	Carta geologico tecnica .....	79
9.2	Carta della pericolosità sismica locale.....	79
9.3	Carta delle indagini.....	79
9.4	Carta delle frequenze e dei rapporti HV .....	79
9.5	Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) .....	80
9.6	Carta di microzonazione sismica.....	82
10	COMMENTO AI SENSI DELLA TABELLA FIG. 2 DGRV 1572/13.....	83
10.1	Zone suscettibili di instabilità (P1).....	84



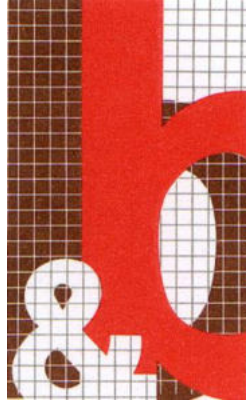
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

10.2	Zone suscettibili a liquefazione e cedimenti (P2).....	87
10.3	Zone suscettibili ad amplificazioni topografiche (P3).....	92
10.4	Zone suscettibili ad amplificazioni litologiche e geometriche (P4a e P4b).....	94
10.5	Zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale o conoide deltizio-lacustre (P4c)....	98
10.6	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (P4d) .....	99
10.7	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale (P4e). .....	100
10.8	Zone suscettibili a comportamenti differenziali (P5) .....	101
11	VALUTAZIONE AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA .....	102
11.1	Zona di scarpata (P3a) .....	102
11.2	Integrazione del fattore di amplificazione topografica con il fattore litologico .....	103
12	VALUTAZIONE AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA .....	104
12.1	Valutazione dei coefficienti Fa e Fv (litologici).....	105
13	CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI II E III LIVELLO .....	106
14	SINTESI DEL II E III LIVELLO.....	107



## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

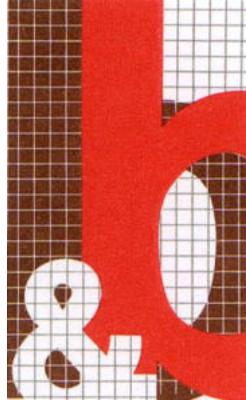
- [1] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003: “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”
- [2] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006: “Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone”
- [3] Deliberazione della Giunta regionale del Veneto n. 1572 del 03/09/2013: “Definizione di una metodologia teorica e sperimentale per l'analisi sismica locale a supporto della pianificazione. Linee Guida Regionali per la microzonazione sismica (D.G.R. 71/2008, D.G.R. 2877/2008 e D.lgs. 163/2006 e abrogazione D.G.R. n. 3308/08)”.
- [4] DGR Veneto n. 1572 del 03/09/2013, Allegato A: “Linee guida per l’esecuzione di studi di microzonazione sismica”.
- [5] DGR Veneto n. 1572 del 03/09/2013, Allegato B: “Elenco dei comuni del Veneto a cui applicare le linee guida per gli studi di microzonazione sismica”.
- [6] Legge 2 febbraio 1974, n. 64, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- [7] Legge 10 dicembre 1981, n. 741, Ulteriori norme per l’accelerazione delle procedure per l’esecuzione di opere pubbliche.
- [8] Decreto del Ministro dei lavori pubblici 11 marzo 1988, Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.
- [9] Legge 24 febbraio 1992, n. 225, Istituzione del Servizio nazionale della protezione civile.
- [10] Decreto del Ministero dei lavori pubblici 16 gennaio 1996, Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.
- [11] Decreto del Ministro dell’interno 13 Febbraio 2001, Adozione dei Criteri di massima per l’organizzazione dei soccorsi sanitari nelle catastrofi (G.U. n. 116 del 12 maggio 2001).
- [12] Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112, Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle Regioni ed agli Enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59.
- [13] Decreto del Presidente della Repubblica 6 giugno 2001, n. 380, Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

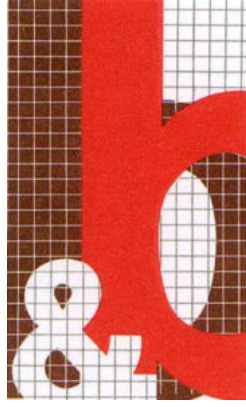
- [14] Legge 9 novembre 2001, n. 401, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 7 settembre 2001, n. 343, recante disposizioni urgenti per assicurare il coordinamento operativo delle strutture preposte alle attività di protezione civile.
- [15] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 20 marzo 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" (pubblicata nel Supplemento n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 del 08/05/2003) modificata con ordinanza 3316 e 3431. Testo ordinanza in 4 articoli:
- Allegato 1: Criteri per l'individuazione delle zone sismiche - Individuazione, formazione e aggiornamento degli elenchi delle medesime zone.
  - Allegato 2: Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici.
  - Allegato 3: Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti.
  - Allegato 4: Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni.
- [16] Legge Regionale 07 novembre 2003 n. 27 art. 66, Indicazioni generali per uniformare le procedure di deposito dei progetti in zona sismica 2 e nei Comuni o parti del loro territorio interessati da opere di consolidamento degli abitati.
- [17] Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3316 del 2 ottobre 2003. Modifiche ed integrazioni all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003.
- [18] Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto n. 67 del 03 dicembre 2003. Recepisce i criteri generali dell'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003, ed approva la nuova classificazione sismica dei Comuni del Veneto.
- [19] Legge 27 luglio 2004, n. 186, Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 28 maggio 2004, n. 136, Disposizioni urgenti per garantire la funzionalità di taluni settori della pubblica amministrazione. Disposizioni per la rideterminazione di deleghe legislative e altre disposizioni connesse.
- [20] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 3 maggio 2005, n. 3431, Ulteriori modifiche ed integrazioni all'O.P.C.M. 20 marzo 2003 n. 3274, recante «Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e normative tecniche per le costruzioni in zona sismica».
- [21] Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 28 aprile 2006, n. 3519, Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006).





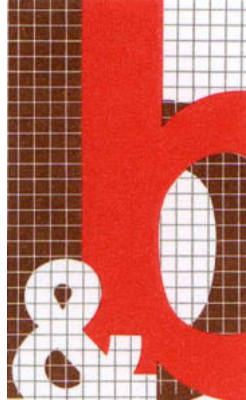
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

- [22] Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 ottobre 2007, Direttiva del Presidente del Consiglio dei Ministri per la valutazione e la riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni.
- [23] DGR n. 71 del 22 gennaio 2008 “O.P.C.M. 28.4.2006, n. 3519: “Criteri generali per l’individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l’aggiornamento degli elenchi delle medesime zone. Direttive per l’applicazione”.
- [24] Legge 24 giugno 2009, n. 77 Conversione in legge, con modificazioni del decreto legge 28 aprile 2009, n. 39, recante interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella Regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile.
- [25] Decreto n. 69/2010, Linee guida per la realizzazione dello studio di compatibilità sismica per i Piani di Assetto del Territorio Comunali e Intercomunali. OCDPC n. 52 del 20 febbraio 2013. Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2012
- [26] DGR n. 1572 del 03 ottobre 2013. Fondo statale per interventi di prevenzione del rischio sismico di cui all'Ordinanza del Capo del Dipartimento della Protezione Civile n. 52 in data 20 febbraio 2013.
- [27] Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile n. 1431 del 15 aprile 2013, pubblicato nella G.U. del 10 luglio 2013 (L. 77/2009, art. 11). OCDPC n. 171 del 19 giugno 2014: contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico per l'anno 2013
- [28] DGR n. 1896 del 14 ottobre 2014. Attuazione dell'articolo 11 del decreto-legge 28 aprile 2009, n. 39, convertito, con modificazioni, dalla legge 24.06.09, n.77. O.C.D.P.C. 171 del 19 giugno 2014 (G.U. n. 145 del 25 giugno 2014). (L. 77/09, art. 11).
- [29] DGR n. 598 del 21 aprile 2015. Fondo statale per interventi di prevenzione del rischio sismico di cui all'Ordinanza del Capo del Dipartimento della Protezione Civile n. 171 in data 19 giugno 2014. Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile del 4 agosto 2014, pubblicato nella G.U. del 6 novembre 2014. (L. 77/2009, art. 11).
- [30] Norme Tecniche per le Costruzioni 2018, Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 (G.U. 20/2/2018, n. 42 - S.O. n. 8) e relativa Circolare esplicativa.
- [31] Ordinanza 24 aprile 2018. Disciplina per la delocalizzazione temporanea delle attività economiche o produttive e dei servizi pubblici danneggiati dal sisma eseguiti e conclusi in data anteriore a quella di entrata in vigore del decreto-legge n. 189 del 2016. Modifiche alle ordinanze n. 24 del 12 maggio 2017, n. 39 dell'8 settembre 2017 e n. 51 del 29 marzo 2018. Proroga del termine di cui all'articolo 8, comma 4, del decreto-legge 17 ottobre 2016, n. 189, convertito con modificazioni dalla legge 15 dicembre 2016, n. 229, e s.m.i. Termine per il deposito delle schede AeDES. (Ordinanza n. 55). (18A03227) (GU Serie Generale n.107 del 10-05-2018) appendice 1



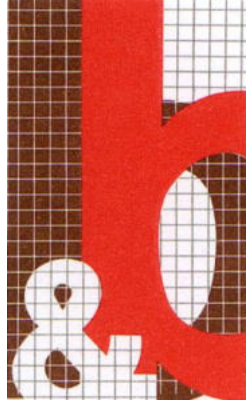
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

- [32] Commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n. 3907), Microzonazione sismica, standard di archiviazione e rappresentazione informatica, Versione 4.1, Roma, novembre 2018
- [33] DGR n. 899 del 28 giugno 2019 - Linee guida regionali per gli Studi di Microzonazione Sismica per gli strumenti urbanistici comunali. Chiarimenti e precisazioni sulle modalità applicative. Studi di Microzonazione Sismica Direttive per l'applicazione dei livelli di approfondimento.
- [34] Regione Veneto, Deliberazione della Giunta Regionale n. 244 del 09 marzo 2021. Aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche del Veneto. D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380, articolo 83, comma 3; D. Lgs 31 marzo 1998, n. 112, articoli 93 e 94. D.G.R./CR n. 1 del 19/01/2021



## STUDI DI RIFERIMENTO

- [A] Edoardo Semenza, *L'alveo sepolto del Piave a Belluno*, Atti dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti, 1957
- [B] Carta geologica d'Italia, scala 1:25.000, Foglio n. 63 "Belluno", con note illustrative
- [C] Carta geomorfologica d'Italia, scala 1:25.000, Foglio n. 63 "Belluno", con note illustrative
- [D] Sondaggi geognostici per lavoro privato in Piazza dei Martiri (ex Banca d'Italia), Belluno, dott. geol. Ennio Da Roit, dicembre 1997
- [E] Studio Associato di Geologia applicata Fenti, *Relazione geologica e geotecnica sui terreni interessati dal progetto di una nuova viabilità temporanea in loc. Lambioi – Ponte della Vittoria (Comune di Belluno)*, per Veneto Strade S.p.A., Agordo, 1 agosto 2006
- [F] Ipogeo s.r.l., Esecuzione fori di indagine lungo il Piave in prossimità del ponte della Vittoria a Belluno, per Veneto Strade S.p.A., Feltre, 15 novembre 2006
- [G] Comune di Belluno, Asilo Cairoli. Sondaggi geognostici, Studio Associato di geologia Fenti, aprile 2007
- [H] Comune di Belluno, *Studio di microzonazione sismica del territorio comunale e analisi della condizione limite per l'emergenza (O.P.C.M. n. 4007 del 27/2/2012 e D.G.R.V. n. 655 del 17/4/2012)*, dott. geol. Antonio Toscano, aprile 2013
- [I] Comune di Belluno, *Caratterizzazione sismica del suolo presso il complesso palestra scuola elementare A. Gabelli, via Segato*, dott. geol. Jacopo Boaga – Geosisma, aprile 2013 e integrazione del giugno 2015
- [J] Comune di Belluno, *Studio geologico-geotecnico-geomeccanico e analisi di stabilità del versante soprastante la via M. Miari*, Studio Associato di geologia Fenti, maggio 2013
- [K] Comune di Belluno, Scuole A. Gabelli. Sondaggi, dott. geol. Ennio Da Roit, maggio 2015
- [L] Sondaggi geognostici per lavoro privato in via Feltre, Belluno, dott. geol. Ennio Da Roit, marzo 2008
- [M] Pellegrini G. B., *Geomorfologia del territorio bellunese*, Fondazione G. Angelini, Belluno 2018
- [N] Indagine down hole presso un sito in via Crepadona, Dott. Geol. Enrico Farinatti per Indago s.n.c., agosto 2018
- [O] Comune di Belluno, *Restauro conservativo di Palazzo Crepadona destinata alla nuova mediateca delle Dolomiti. Relazione geologica*, dott. geol. Ennio Da Roit, settembre 2018

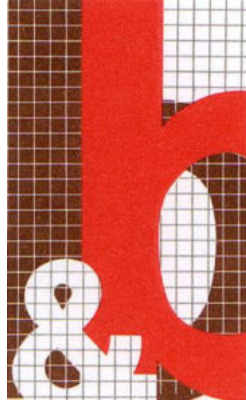


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

- [P] Comune di Belluno, *Restauro conservativo di Palazzo Crepadona destinata alla nuova mediateca delle Dolomiti. Relazione inerente lo studio di risposta sismica locale nell'area del palazzo Crepadona*, dott. geol. Francesco Marinoni, settembre 2018
- [Q] Regione Veneto - Genio Civile di Belluno, *Lavori di somma urgenza per il ripristino delle difese spondali in destra e sinistra idrografica del fiume Piave in località Lambioi in Comune di Belluno. Relazione geologica e geotecnica*, dott. geol. Danilo Belli, gennaio 2019
- [R] *FHECOR Ingenieros Consultores – Madrid: Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno (Loc. Lambioi). Campaña geotécnica - Indagini geognostiche. Relazione geologica sulle indagini*, dott. geol. Danilo Belli, gennaio 2021
- [S] Sondaggio geognostico per lavoro privato in via Col Cavalier, Belluno, dott. geol. Ennio Da Roit, febbraio 2021
- [T] *FHECOR Ingenieros Consultores – Madrid: Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno (Loc. Lambioi). Campaña geotécnica - Indagini geognostiche. Relazione geologica sulle indagini. Integrazione marzo 2021*, dott. geol. Danilo Belli, marzo 2021
- [U] *Relazione tecnica geofisica. Indagine sismica a rifrazione e down-hole per la determinazione della sismostratigrafia in onde p e onde s. Cantiere: progettazione nuovo ponte sul Piave, Belluno (BL), Geodelta - Dott. Geol. Pier Giorgio Spadon, aprile 2021*

## DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1] Comune di Belluno – Progetto “Attraversamento fiume Piave in loc. Lambioi – ripristino e adeguamento dell’attraversamento provvisorio (ponte bailey) sul fiume Piave tramite realizzazione di nuovo ponte e viabilità di accesso” - CODICE UNIVOCO INTERVENTO LN145-2020-558-BL-020 - CUP: I31B19000580009 – CIG:80959995B9. Conferenza di servizi preliminare ex art. 14, co.3 Legge n.241/1990, *Verbale*, 11/1/2021
- [2] Comune di Belluno – Area Urbanistica – prot. 50857 del 18/12/2020: richiesta elaborati per Variante urbanistica: Relazione illustrativa di variante e normativa specifica
- [3] Regione Veneto – Area Tutela e Sviluppo del Territorio – Direzione Difesa del Suolo – Unità Organizzativa Genio Civile Belluno – prot. 52634 del 30/12/2020: “[...] per gli aspetti sismici e strutturali si richiede una relazione geologica aggiornata secondo le normative, sia per la variante urbanistica (compatibilità geomorfologica e sismica) che per l’aspetto più strettamente strutturale (NTC 2018)”
- [4] Fhecor SA Ingenieros Consultores, *Incarico a dott. geol. Danilo Belli per predisposizione Relazione di compatibilità sismica di II e III livello (Num. pedido / Fecha 4500002149 / 20210303)*, marzo 2021



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**ALLEGATI ALLA RELAZIONE:**

ALLEGATO 1. Allegati alla relazione sulle indagini datata gennaio 2021 (planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche, stratigrafie sondaggi S-1 ed S-2, stratigrafie trincee esplorative, esiti prove SPT in foro, carta geologica e geomorfologica con indicazione delle tracce di sezione, sezioni geologiche, prove di laboratorio geotecnico ed ambientale)

ALLEGATO 2. Allegati alla relazione sulle indagini datata aprile 2021 (aggiornamento base C.T.R.N. per gli elementi di interesse, planimetria con ubicazione delle indagini geognostiche, stratigrafia sondaggio S-3, esiti prove SPT in foro, carta geologica e geomorfologica con indicazione delle tracce di sezione – *aggiornamento 2.0*, sezioni geologiche, prove di laboratorio geotecnico)

ALLEGATO 3. Schede indagini sismiche passive HVSR

ALLEGATO 4. Relazione indagini sismiche attive (*Indagine sismica a rifrazione - Down Hole*)

**ELABORATI MZS (II e III livello):**

ELABORATO 1 Carta delle indagini

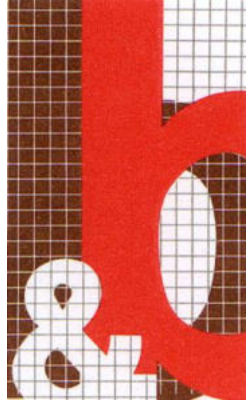
ELABORATO 2 Sezioni geologiche significative e rappresentative del modello di sottosuolo

ELABORATO 3 Carta della pericolosità sismica locale (CPSL)

ELABORATO 4 Carta delle frequenze fondamentali e dei rapporti H/V

ELABORATO 5 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

ELABORATO 6 Carta di microzonazione sismica



## 1 PREMESSA

Il presente documento restituisce i risultati dell'aggiornamento dello studio di microzonazione sismica di I livello (v. [H]), sulla base di aggiornamenti cartografici, verifiche geologiche, geotecniche, idrogeologiche e sismiche, supportate da apposita campagna (2020-2021) di indagini sismiche e geognostiche, il tutto condotto per Fhecor SA Ingenieros Consultores (v. doc. di riferimento [4]) in relazione al progetto “Attraversamento fiume Piave in loc. Lambioi – ripristino e adeguamento dell'attraversamento provvisorio (ponte Bailey) sul fiume Piave tramite realizzazione di nuovo ponte e viabilità di accesso” per conto del Comune di Belluno (v. doc. di riferimento [1]).

Lo scopo della presente è quello di aggiornare la situazione geologica, geomorfologica, topografica idrogeologica, litologica, stratigrafica e sismica ai sensi della D.G.R.V. n. 1572 del 03/09/2013 e della D.G.R.V. n. 899 del 28/6/2019, così come integrabile alla luce dell'Ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003, anche tenendo conto, per gli aspetti pertinenti, delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC doc. [30]) e degli Atti di indirizzo della Protezione Civile (doc. [32]).

Gli aggiornamenti dello studio di I livello (consegnato nell'aprile 2013 per l'approvazione del PATI) sono relativi alla sola area interessata dall'intervento in oggetto e si rendono necessari per uniformare le valutazioni alle indagini del 2020 e 2021.

Infatti le procedure degli studi microzonazione sismica prevedono che le fasi successive (nel caso II e III) aggiornino e/o rivedano, ove sussistano nuovi elementi, le fasi precedenti (I livello).

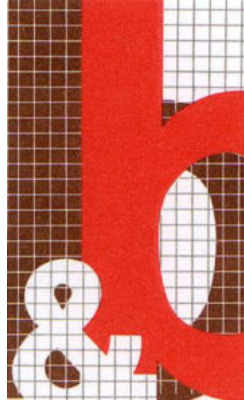
Inoltre le previsioni normative di cui alla DGRV n. 899 del 28/6/2019 hanno resa obbligatoria la redazione dello studio di microzonazione sismica di III livello per le aree di azioni strategiche del PI in concomitanza al II Livello.

Lo studio segue lo schema a diagrammi di flusso che struttura la DGRV 1572/13, alla luce dell'inquadramento formulato con il presente studio di microzonazione di II° e III° livello.

La rappresentazione geo-grafica è stata realizzata mediante sistema informativo geografico secondo i contenuti e le indicazioni di cui al doc. [32] e la base cartografica di riferimento è costituita dalla della seguente tavoletta CTR in formato vettoriale in scala 1:5.000:

- 063071 “Belluno”.



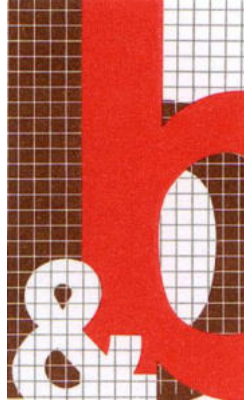


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Lo studio è basato sulle previsioni del tracciato del nuovo ponte (con il rilevato compreso) secondo quanto trasmesso da Fhecor con mail del 23/2/2021.

L'insieme dei dati raccolti dalle indagini eseguite e dalle prove sia in situ che di laboratorio è esposto negli allegati alla presente (ALLEGATO 1, ALLEGATO 2, ALLEGATO 3, ALLEGATO 4).

Corroborano i contenuti dello studio alcune campagne di indagini geognostiche eseguite dal Comune di Belluno (vedi doc. [E], [F], [G], [I], [J], [K], [O], [P], per i quali si ringrazia la disponibilità del dott. geol. Monica Pasetto (Servizio Opere Pubbliche ed Espropri) e dal dott. Geol. Ennio Da Roit (vedi doc. [D], [L], [S]) che li hanno cortesemente messi a disposizione.



## **1.1 Metodologia**

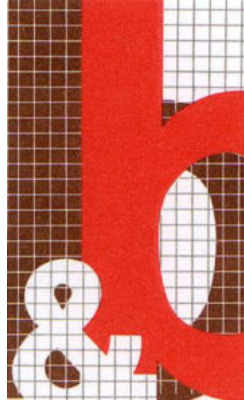
La perimetrazione dell'area oggetto del presente studio risulta leggermente più estesa delle specifiche previsioni progettuali.

Nell'inquadramento si tiene conto del contesto pertinente per un'estensione adeguata alla problematica

Nelle tavole di microzonazione sismica le classi dei fattori di amplificazione  $F_a$  sono state suddivise come indicato dalle linee guida (doc. [32]).

Quindi nelle zone stabili ( $F_a = 1,0$ ) sono comprese quindi le zone con deamplificazione o con amplificazione fino a 1,04, nella classe con valori di  $F_a$  1,1 – 1,2 sono compresi valori di amplificazione da 1,05 a 1,24, nella classe 1,3 – 1,4 sono compresi valori di amplificazione da 1,25 a 1,44 e così via.



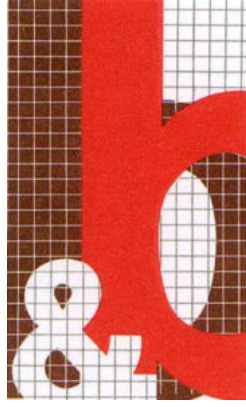


## **1.2 Scelta e validità delle indagini in sito e di laboratorio**

Il quadro dei sopralluoghi e rilievi, delle indagini sismiche, geognostiche, di laboratorio e topografico / morfologiche (base CTR e rilievo topografico) a supporto del presente studio di microzonazione sismica di II e III livello è ritenuto adeguato allo scopo, sia in ragione della scala dell'intervento (progetto per la realizzazione di un nuovo ponte), che in relazione alla qualità, tipologia e quantità di rilievi effettuati (vedi anche appendice 1, 2 e 3 DGRV 1572/13).

Inoltre si ritiene di segnalare che la tipologia dei terreni presenti (granulari grossolani prevalenti) consenta preminentemente la tipologia di indagini geognostiche (sondaggio a carotaggio continuo) e le prove di laboratorio (analisi granulometriche) scelte, in ragione fattibilità delle stesse.

Altre prove di laboratorio non sono facilmente eseguibili su tali terreni per le difficoltà di campionamento, per la natura fortemente eterogenea delle tessiture e per la difficoltà oggettiva di ottenere campioni indisturbati.



### 1.3 Indagini geognostiche

Le indagini geognostiche sono consistite in:

- n.3 sondaggi a carotaggio continuo con esecuzione di prove SPT in foro;
- n.4 trincee esplorative eseguite con escavatore meccanico.

I sondaggi a carotaggio continuo, denominati S-1, S-2 ed S-3, sono stati spinti fino alla profondità di -35 m da p.c., non intercettando il substrato litoide ed evidenziando la presenza di terreni alluvionali perlopiù grossolani (ghiaie).

Solo in S-2 ed in S-3, da -33 m ca. fino a fondo foro si sono rinvenuti terreni coesivi limo-sabbiosi argillosi grigiastri con livelletti talora più ghiaiosi e sabbiosi.

Il sondaggio S-1 ha presentato lungo tutta la sua verticale solo terreni granulari alluvionali.

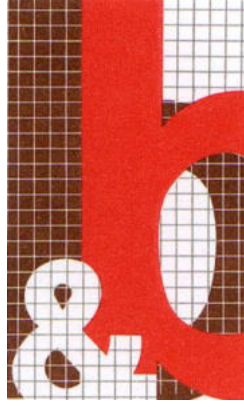
Le prove SPT eseguite hanno confermato la presenza di depositi con grado di addensamento da addensati a molto addensati.

In tutti e tre i sondaggi sono stati prelevati campioni a quote concordate con la Committenza per la loro caratterizzazione geotecnica ed ambientale.

I fori dei sondaggi S-1 ed S-2 sono stati attrezzati con tubo piezometrico aperto: le misure freatiche eseguite hanno evidenziato la presenza di un livello di falda direttamente correlabile con il livello del pelo libero del f. Piave e soggetto ad escursioni molto contenute (v.doc.[R],[T] e cap.5)

Il foro del sondaggio S-3 è stato invece attrezzato con tubo in PVC da 2” per l’esecuzione di prova sismica attiva *Down Hole*, trattata nell’ALLEGATO 4.

Le stratigrafie e le planimetrie con le ubicazioni dei sondaggi, le analisi delle prove SPT nonché le risultanze delle prove di laboratorio geotecnico e chimico/ambientale si trovano nell’ALLEGATO 1 e nell’ALLEGATO 2.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Di seguito si riepilogano i dati dei sondaggi.

*Tabella 1: dati e caratteristiche dei sondaggi eseguiti*

Nome sondaggio	Data esecuzione	Prof. (m)	Quota P.C. (m slm)	Coordinate Gauss Boaga Fuso W (X,Y)
S-1	2/12/20 al 10/12/20	35	334,8	1.748.528,2691; 5.114.175,3344
S-2	10/12/20 al 15/12/20	35	330,5	1.748.441,8604; 5.114.096,2789
S-3	23/3/21 al 25/3/21	35	333,3	1.748.468,0859; 5.114.027,0819

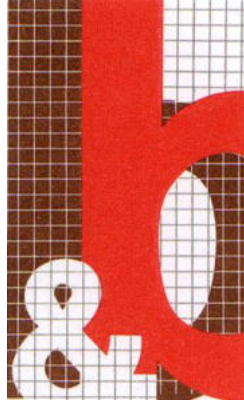
Le trincee esplorative (denominate C-1, C-2, C-3 e C-4) sono state spinte fino alla profondità massima raggiungibile dall'escavatore meccanico utilizzato, pari a ca. 3,5-4 da p.c.

Esse hanno generalmente confermato la presenza di terreni granulari grossolani con matrice fine sabbioso-limosa variabile.

Solo nella trincea C-4 si è rinvenuto un pacchetto di spessore ca. 1 m a partire da -1,4 m da p.c. costituito da sabbie limose, totalmente sopra falda.

Tutte le trincee non hanno intercettato la falda freatica, fatta eccezione per la C-2, la più vicina all'alveo del f. Piave, con livello freatico presente a - 4 m da p.c. (quindi pressoché a fondo scavo).

I dati delle trincee non vengono analizzati nel presente studio in quanto integrati e ricompresi dalle informazioni (più complete ed estese) ricavate dai sondaggi.



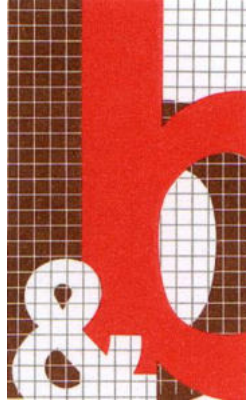
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

## **2 INQUADRAMENTO GENERALE**

L'area in esame si trova ad una quota di circa 330-335 m s.l.m.m., in area fluviale (f. Piave), in località Lambioi, nel Comune di Belluno (BL).

Nelle figure di seguito riportate si fornisce un inquadramento dell'area in esame attraverso delle immagini satellitari (generale e di dettaglio) e uno stralcio della Carta Tecnica Regionale (elemento 063071o "Belluno" e 06074o "Mussoi" alla scala 1:5.000) con indicazione dell'area di interesse.





STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

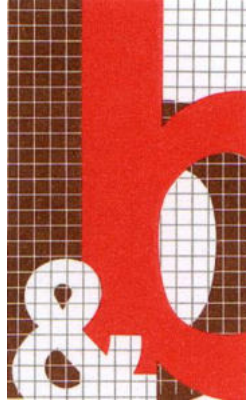


*Figura 1: immagine satellitare con ubicazione del sito (tratta da Bing Maps™) – inquadramento generale*



*Figura 2: immagine satellitare con ubicazione del sito (tratta da Bing maps™) – inquadramento di dettaglio*





STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

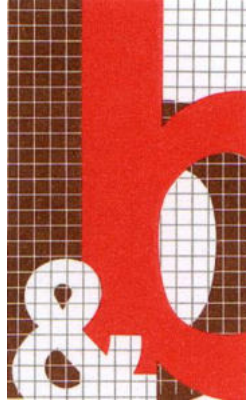


*Figura 3: immagine satellitare con ubicazione del sito*  
**ORTOFOTO 20 cm [2015] CONSORZIO TeA – TUTTI I DIRITTI RISERVATI**

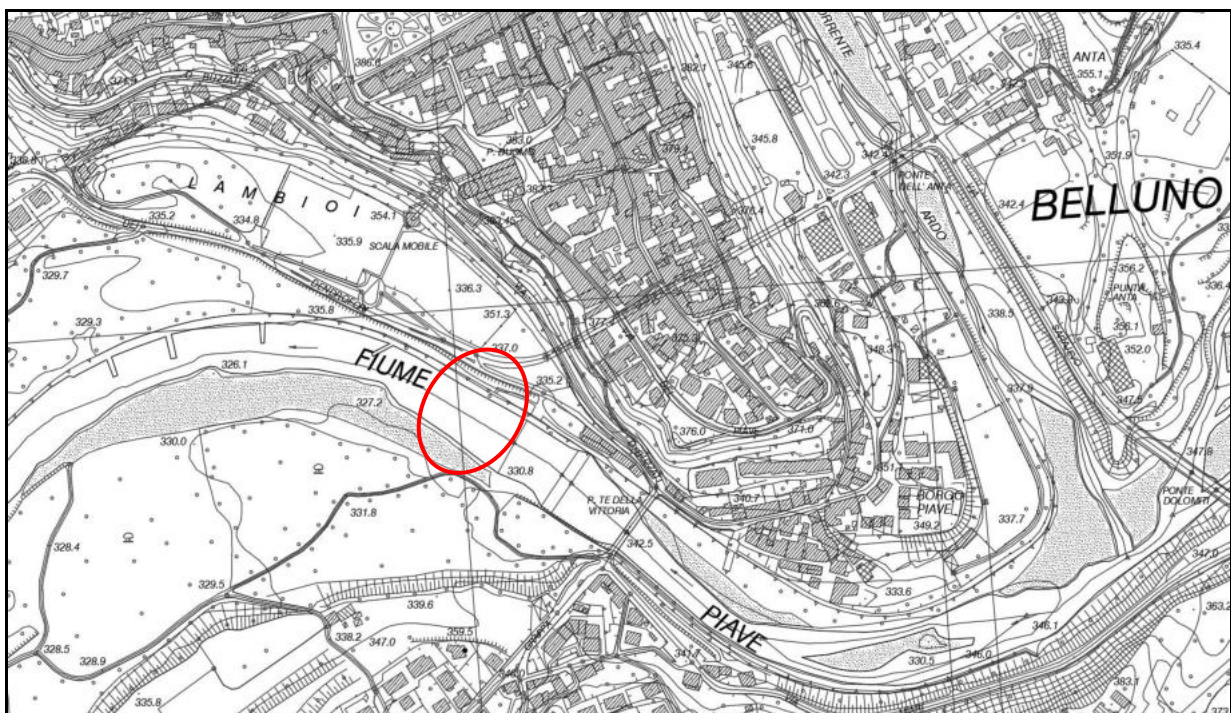
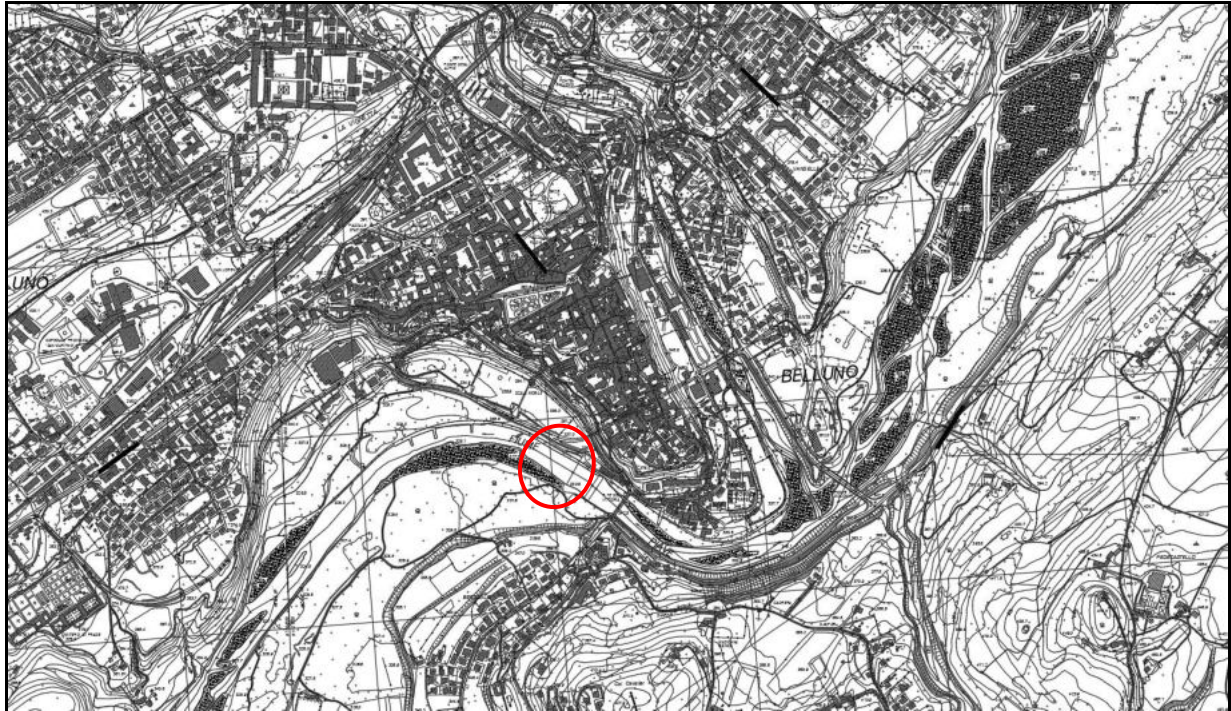


*Figura 4: immagine satellitare con ubicazione del sito – inquadramento di dettaglio*  
**ORTOFOTO 20 cm [2015] CONSORZIO TeA – TUTTI I DIRITTI RISERVATI**



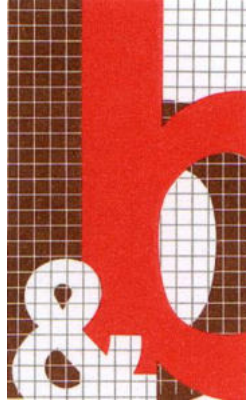


*STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE*

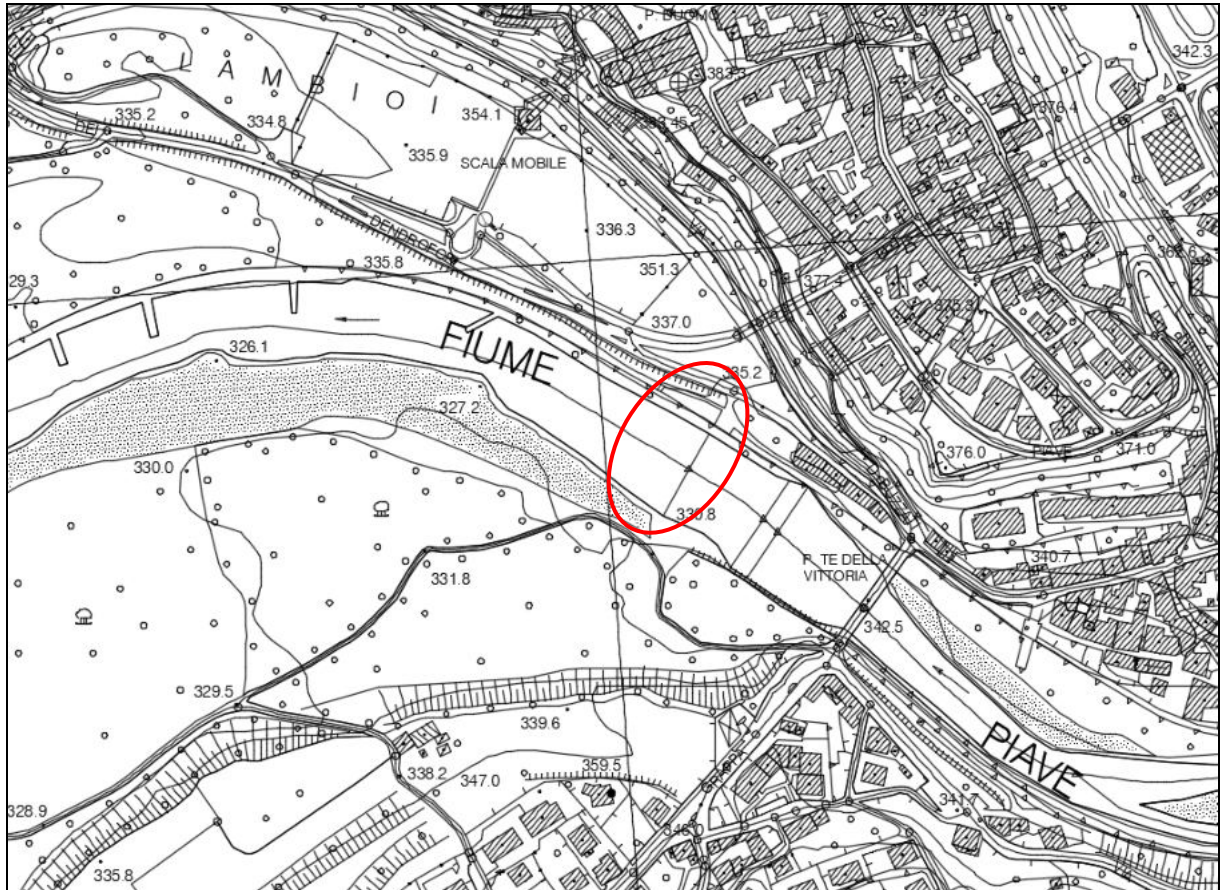


*Figura 5: estratto di CTR elem. 063071o e elem. 06074o (scala 1:5000) – inquadramento generale  
[Il ponte bailey di Lambioi non è rappresentato]*



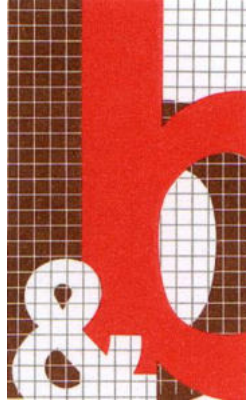


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



**Figura 6: estratto di CTR elem. 063071 (scala 1:5000) – inquadramento di dettaglio**





### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La struttura geologica dell'area è caratterizzata dal fianco meridionale della sinclinale di Belluno, con il substrato roccioso costituito dalla formazione del Flysch di Belluno (n. 10 della carta geologica del Veneto).

La formazione del Flysch di Belluno (n. 25 della Carta Geologica foglio Belluno) è costituita da depositi torbiditici, un'alternanza regolare di calcareniti generalmente gradate di colore nocciola e marne più o meno argillose di colore grigio.

La roccia viene classificata (ISRM, 78) da debole (R2) a mediamente resistente (R3) con resistenze a compressione semplice da 5-50 MPa (a seconda dell'orizzonte).

La roccia è di fatto impermeabile all'acqua, anche se a livello di ammasso roccioso la permeabilità può risultare apprezzabile per fessurazione e confinata nelle bancate calcarenitiche.

La formazione affiora immediatamente a monte del ponte della Vittoria, con giacitura immergente verso sud sul lato destro orografico (si riconosce la bancata calcarenitica) e immergente verso N sul lato sinistro orografico (si vedano gli esiti dei sondaggi citati nel doc. [E]).

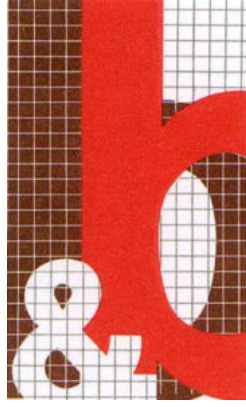
Qui la giacitura a franapoggio è stata certamente la concausa della frana del Col Cavalier (1882) e i depositi di frana sono rinvenuti nei sondaggi del 1987 (S5, S6, S7, S8 nel doc. [E]) tra il ponte della Vittoria e il Ponte Vecchio, dove la copertura alluvionale attribuibile alle alluvioni recenti del Piave è stimata in circa 5 m.

Più a valle, la posizione del substrato roccioso all'altezza dell'intervento della briglia di sfioro (v.doc.[Q]) è stato stimato sulla base di un sondaggio a distruzione di nucleo a circa 15 m dall'alveo bagnato.

In corrispondenza del ponte Bailey, in occasione di approfondimenti per la sua realizzazione del 2006 (v.doc.[F]), non è segnalata la roccia almeno fino alla profondità di 27-28,5 m dal piano dell'alveo del Piave.

Si deve concludere quindi che lungo l'attuale l'asse del fiume Piave la profondità dell'interfaccia copertura substrato roccioso vada approfondendosi da pochi metri (a monte del ponte della Vittoria) fino a non meno di 35 m in corrispondenza dell'asse del ponte Bailey.

Sulla base delle indagini presenti (2020-2021) l'interfaccia si trova a profondità maggiori di 35 m dal piano campagna dei punti indagati (quindi 299,8 m slm per S-1 e 295,5 m slm per S-2) con



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

l'indicazione che nel sondaggio 2 i terreni ghiaiosi passano a termini fini coesivi fluvioglaciali alla profondità di 297,5 m slm.

Con il sondaggio 3 (marzo 2021) posizionato a quota 333,3 m slm, si conferma la situazione anche procedendo verso sud, con l'interfaccia sempre a profondità maggiori di 35 m (quindi a quote inferiori a 298,3 m slm).

Non vi sono elementi per suggerire valutazioni approfondite sull'andamento del substrato nel senso trasversale, essendo possibili variazioni (laterali) dell'andamento dello stesso, anche se è certa la presenza di un paleo alveo sostanzialmente allineato con la direzione generale (N50E) dell'asse del fiume Piave (come anche confermato dalle indagini sismiche).

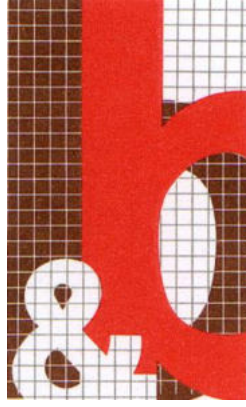
Nell'area di intervento i terreni di copertura sono costituiti dai depositi granulari alluvionali recenti, di composizione calcareo dolomitica prevalente, arrotondati, con granulometria da ciottoli (rari blocchi) e ghiaie prevalenti, anche associati ad abbondante sabbia o matrice fine (limi e sabbie) evidenziata sia nelle indagini del 2018 che del 2006.

La stratigrafia riferita nel 2006 fa riferimento alla distinzione tra i depositi più superficiali (e con maggior matrice) riconducibili alla conoide del t. Ardo, sovrapposta e/o interdigitata ai depositi alluvionali (più puliti) del f. Piave, comunque più profondi.

Non sono state effettuate valutazioni petrografiche sui materiali grossolani dei sondaggi per verificare la diversa provenienza, essendo assai verosimile l'interdigitazione (come anche il rimaneggiamento) tra i due depositi.

In genere nei sondaggi non si coglie una stratificazione evidente e correlabile, né le prove SPT sembrano suggerire comparazioni apprezzabili tra le verticali di indagine.

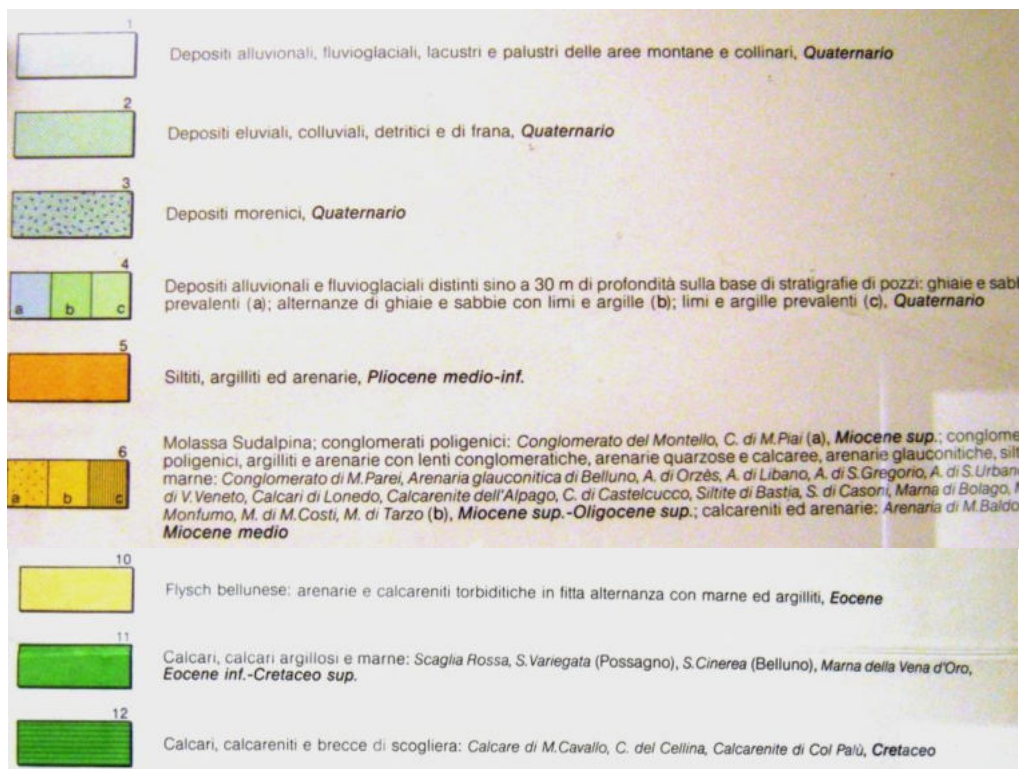
Gli esiti della prova *Down Hole* eseguita al S-3 (ALLEGATO 4) evidenziano tuttavia velocità puntuali che confermano una stratificazione piano parallela e gradienti di velocità (puntuali e intervallari) che identificano orizzonti con proprietà fisiche apprezzabilmente differenti, pur nel quadro dei depositi alluvionali granulari grossolani prevalenti.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

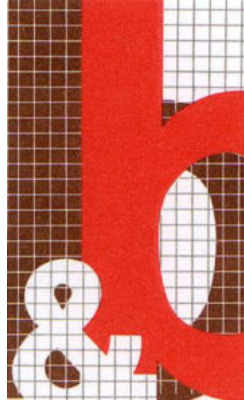


**Figura 7: estratto della Carta geologica del Veneto (scala 1:250.000)**

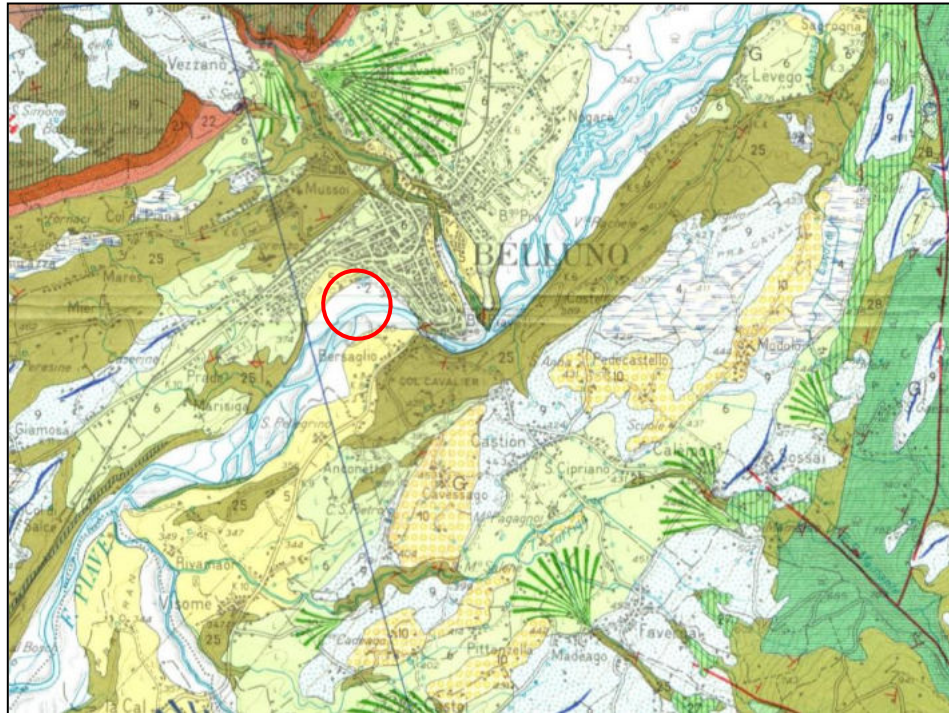


**Figura 8: legenda della carta geologica del Veneto**

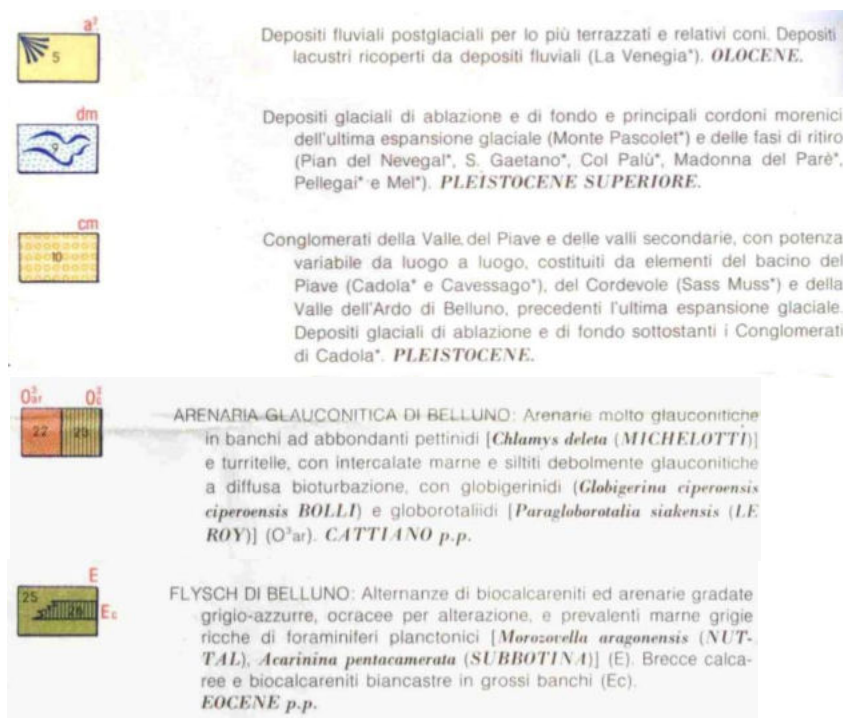




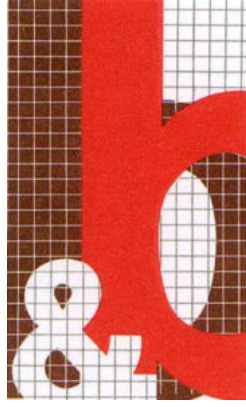
**STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE**



**Figura 9: estratto della carta geologica di Belluno (scala 1:50.000)**



**Figura 10: legenda della carta geologica di Belluno**



#### **4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO**

L'attuale asse del f. Piave, in corrispondenza del ponte della Vittoria, è interpretato come un alveo epigenetico, sovrainposto alla direzione generale dell'asse del fiume, dall'attività di accumulo operata dal t. Ardo (almeno) in fase post glaciale, che lo ha spinto verso sud, fino ad incidere il substrato roccioso in Flysch.

Infatti è documentata già in bibliografia la presenza di un paleoalveo sepolto (in prevalenza dai depositi dell'Ardo) proprio sotto il dosso su cui sorge la città di Belluno.

I depositi alluvionali quindi (sia del f. Piave che del t. Ardo) presentano spessori crescenti procedendo verso N-NW, con il minimo proprio in prossimità del ponte della Vittoria.

I depositi dei due corsi d'acqua si distinguerebbero per la prevalenza della matrice fine nei depositi di conoide prevalente dell'Ardo e in una maggiore classazione per quelli alluvionali del Piave.

In fase di indagine geognostica la distinzione tra i due "sintemi" non è stata approfondita.

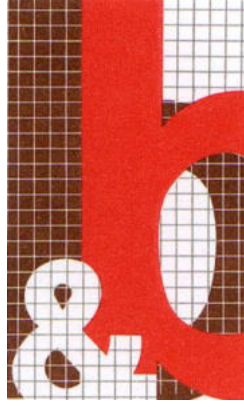
A Sud (zona Anconetta circa) è segnalata la presenza di un importante dissesto storico (1882), associato alla più importante instabilità del Col Cavalier, interpretata come una deformazione gravitativa profonda di versante (DGPV).

Entrambe le instabilità (storiche) rimangono marginali all'area di studio ed esterne all'area di intervento.

I versanti del promontorio su cui sorge la città di Belluno (a nord) sono invece costituiti da depositi di conoide dell'attività del t. Ardo, successivamente erosi dall'attività prevalente del f. Piave (anche con terrazzamenti).

I sondaggi eseguiti (2020-2021) hanno confermato la presenza di ghiaie prevalentemente ben classate per tutto lo spessore di indagine, attestando la presenza di uno spessore di depositi alluvionali non inferiore a 31-33 m.

Al fondo del S-2 è stata rinvenuta la presenza di limi e sabbie argillose poco plastici, anche a stratificazione piano parallela ad indicare un ambiente di deposizione a bassa energia (presumibilmente un ambiente di calma fluviale o di rimaneggiamento fluvio-glaciale).



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Il sondaggio S-3 conferma la presenza di un importante spessore (33 m) di depositi alluvionali, escludendo nell'area in esame che l'interfaccia del substrato roccioso si possa trovare a profondità inferiori.

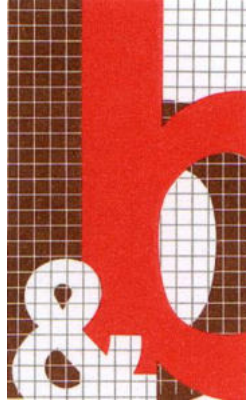
Le tessiture e le strutture dei clasti confermano la natura alluvionale dei depositi.

Per quanto concerne i terreni rinvenuti a profondità comprese tra 33 e 35 m si evidenzia la natura (fluvio) glaciale.

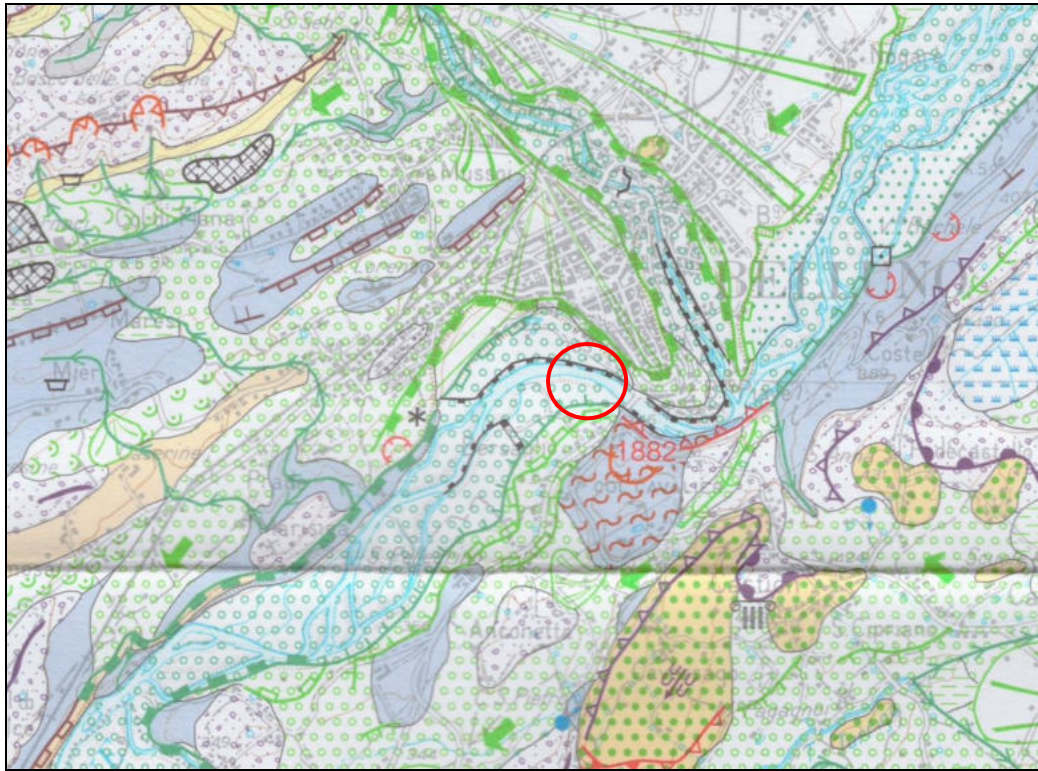
Infatti si rinvencono clasti arrotondati striati immersi in matrice limoso argillosa, poco plastica grigioscura, molto consistenti e saturi, privi di stratificazione o con rare tracce localizzate.

Sembra di poter associare tali depositi (sia in S-2 che in S-3) a depositi morenici prevalenti, localmente e parzialmente rimaneggiati in depositi di "ambiente di calma fluviale e/o perifluviale o anche lacustre", che costituiscono la fase di transizione del tetto fluvioglaciale ai depositi nettamente alluvionali del f. Piave.





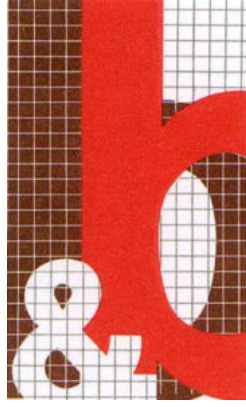
*STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE*



**Figura 11: Carta geomorfologica d'Italia, fg. 63 "Belluno" (scala 1:25.000)**



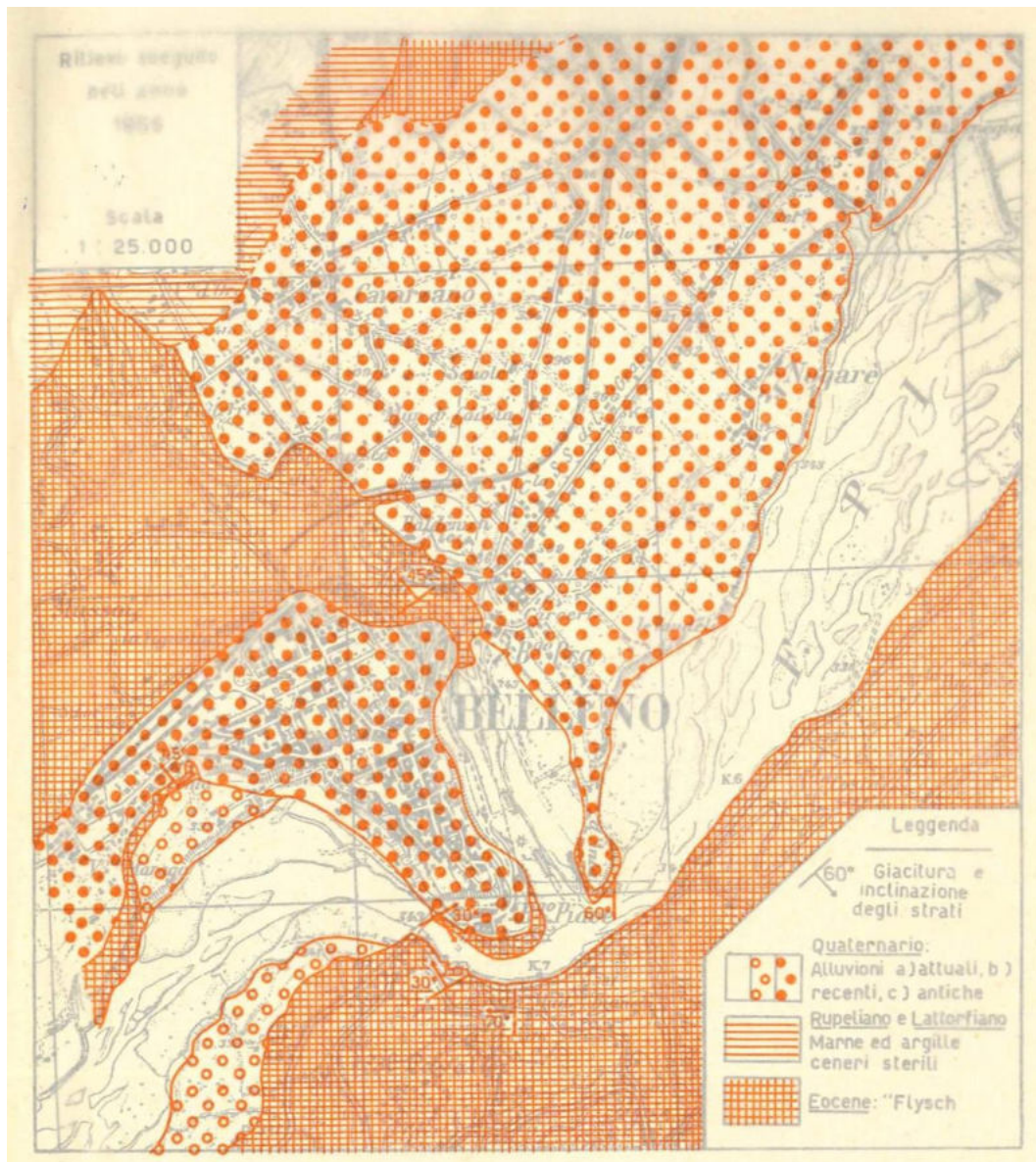
**Figura 12: legenda della Carta geomorfologica d'Italia**



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

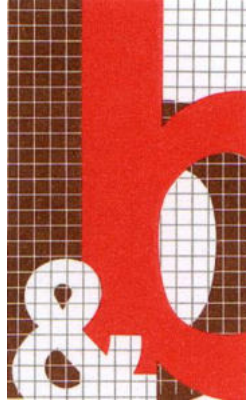
Di seguito propongono gli estratti di due studi ([A] Semenza, [M] Pellegrini) che illustrano la presenza del paleoalveo sotto il promontorio su cui sorge la città di Belluno.

Il primo è importante perché fissa una quota minima del fondo (non precisamente dell'asse) della paleovalle, appena a monte della confluenza del t. Ardo con il F. Piave (sondaggio 7, profondità – 43 m dall'alveo attuale, circa 294-295 m slm circa 800 m a monte dell'attuale p. Bailey) e fornisce una prima valutazione sulla larghezza della paleovalle, corrispondente a 700 m circa (vedi sez. 3).



**Figura 13: Semenza (v. studio [A]), fig. 3 “Carta geologica dei dintorni di Belluno”**





STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

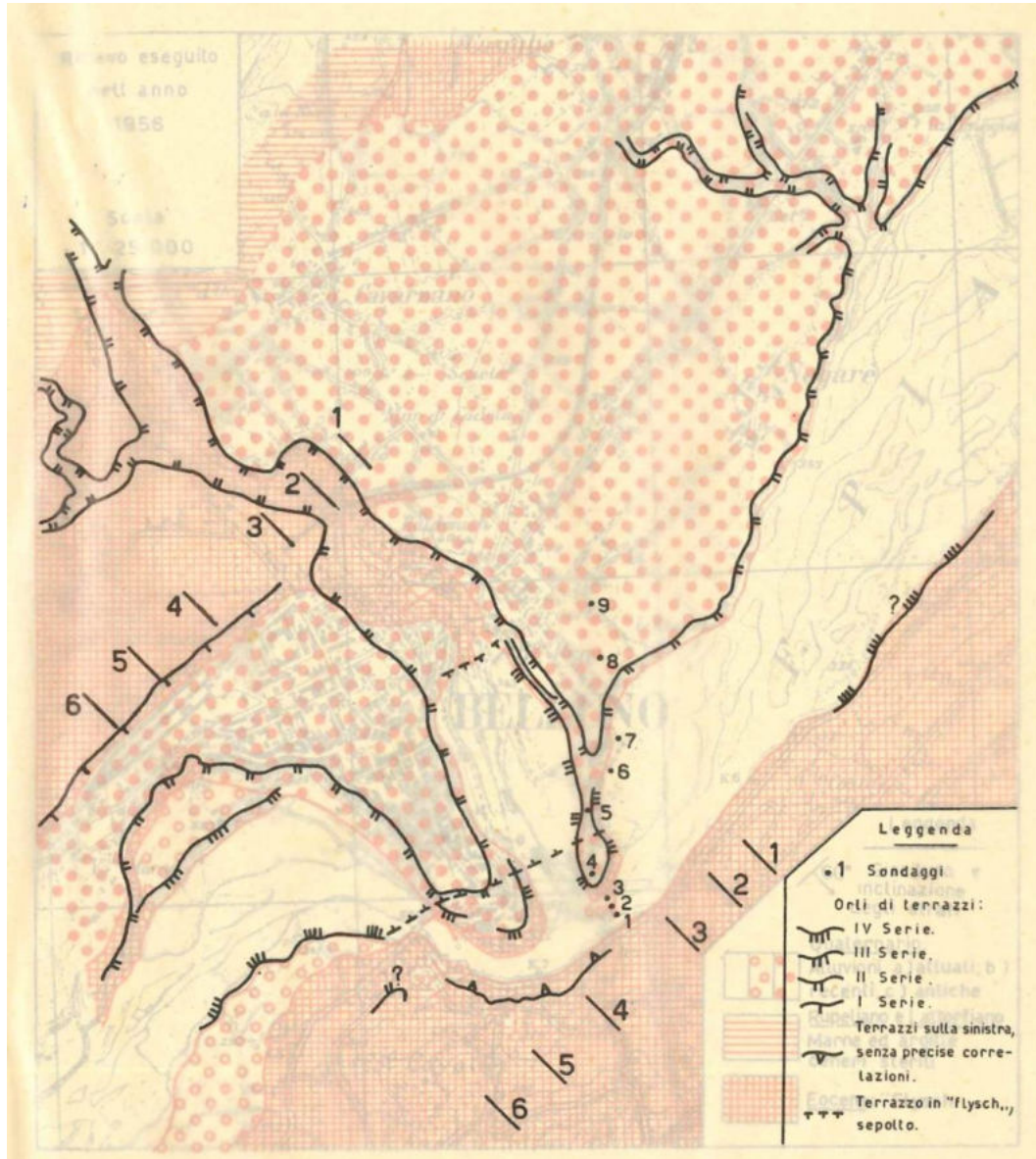
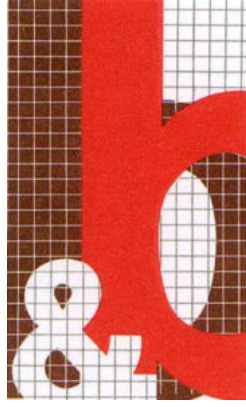


Figura 14: Semenza (v. studio [A]), fig. 3a "Carta geologica dei dintorni di Belluno"



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

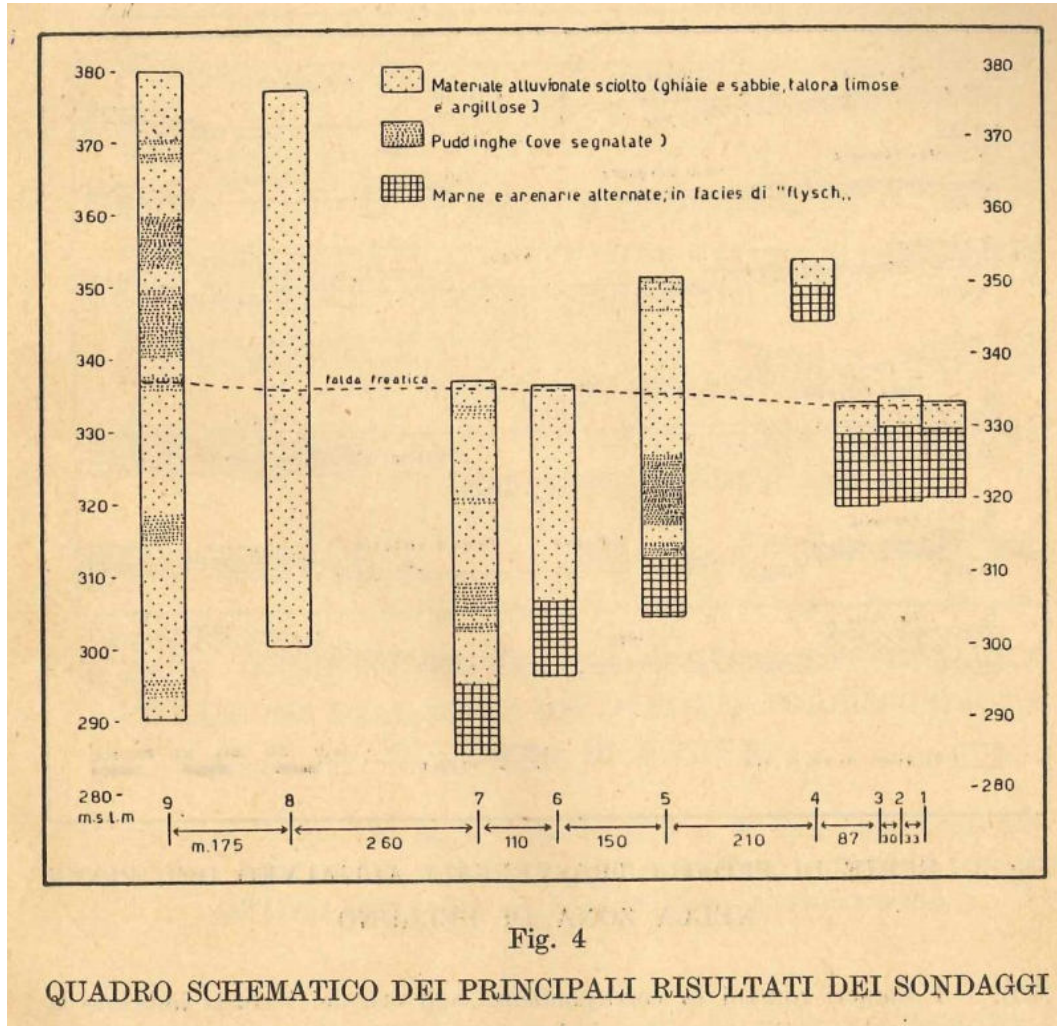
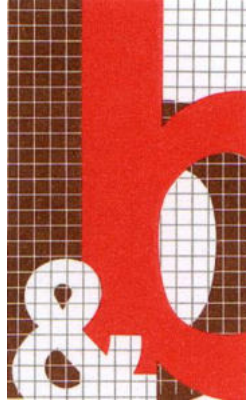
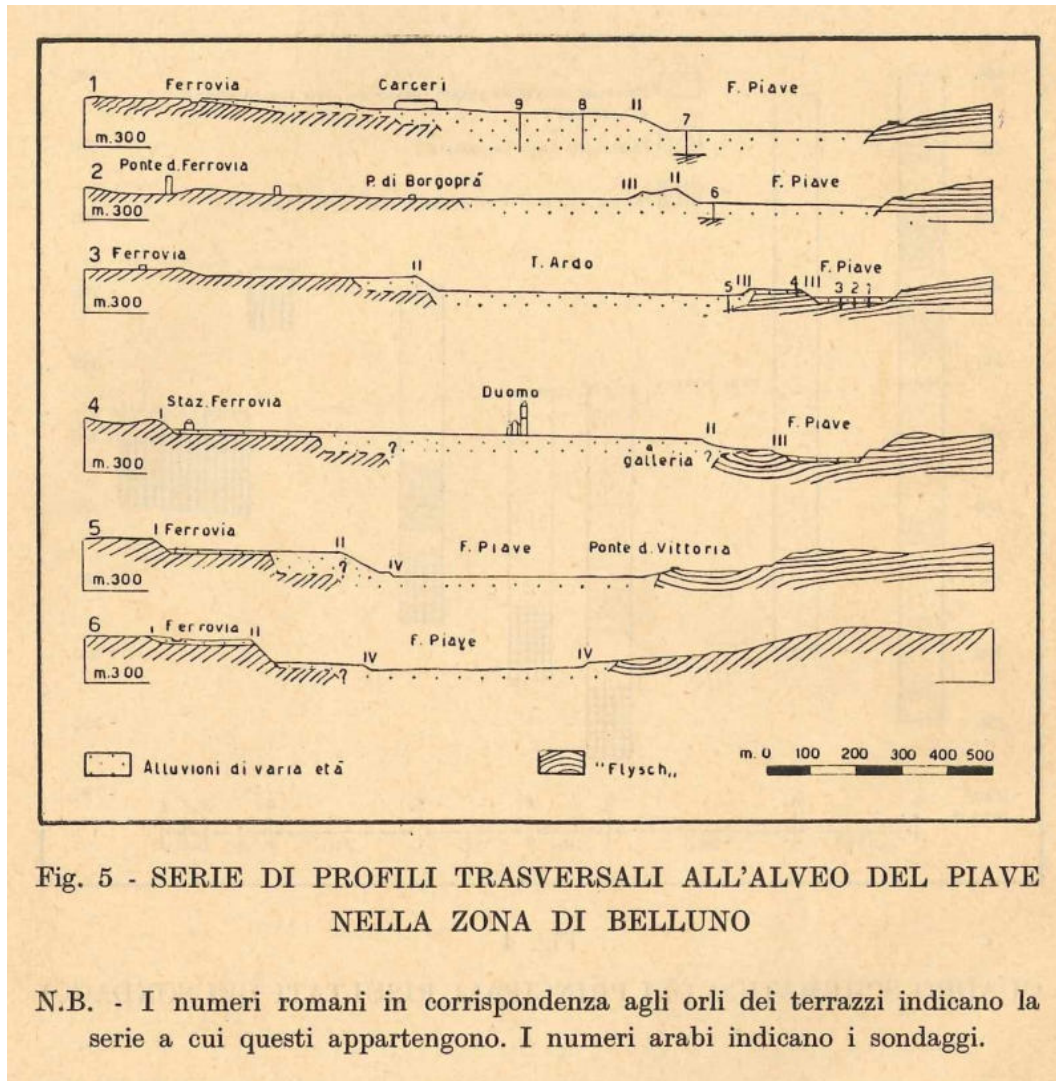


Figura 15: Semenza (v. studio [A]), fig. 4





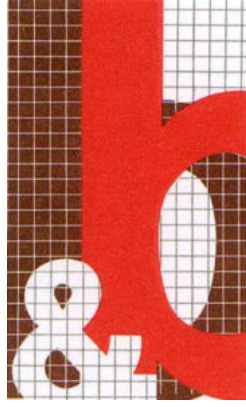
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



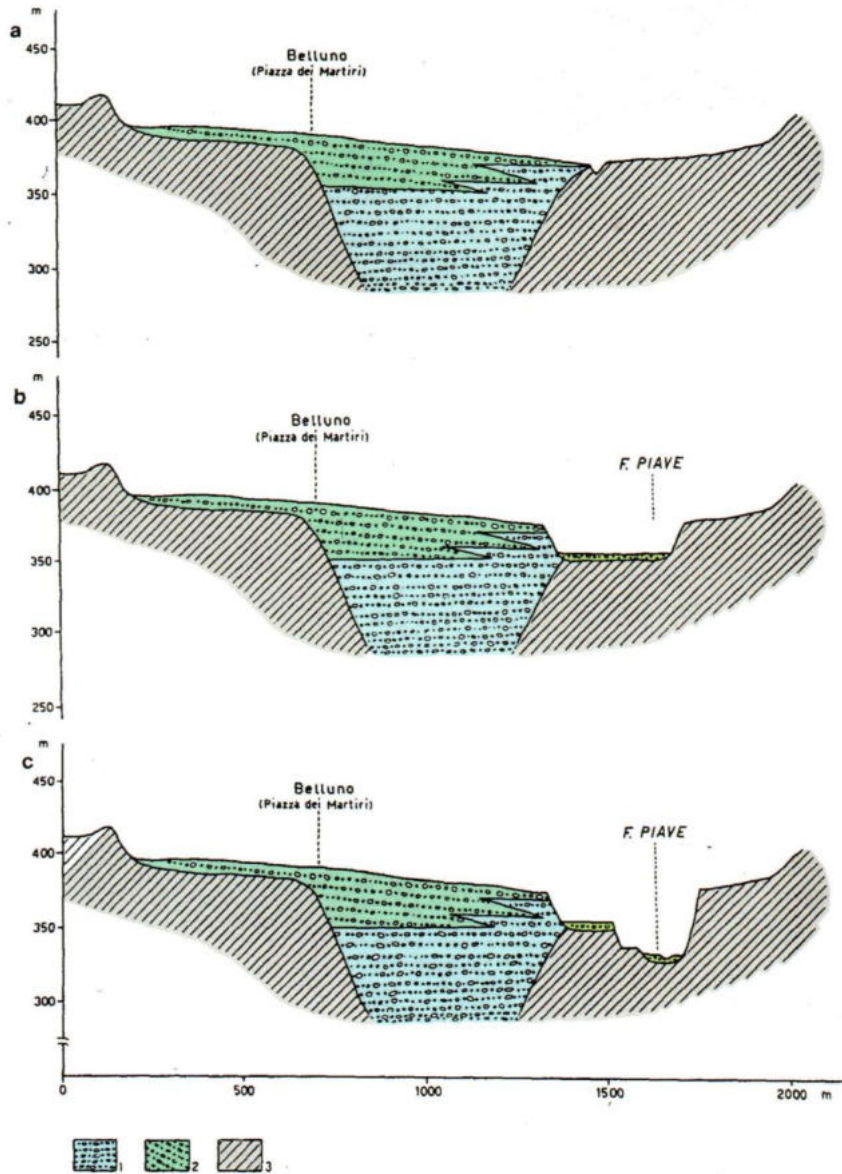
*Figura 16: Semenza (v. studio [A]), fig. 5*

Il secondo studio approfondisce con maggiore dettaglio la posizione della paleovalle proprio in corrispondenza del promontorio su cui sorge la citt  di Belluno, indicando una larghezza appena inferiore (circa 650 m sezione b) e una profondit  della stessa non inferiore a 50 m (quota assoluta intorno a 280 m slm).

Va evidenziato che le sezioni di Surian [M] presentano scale differenti in X e Y.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

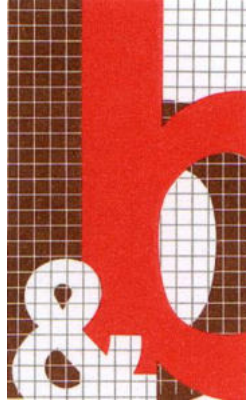


Legenda:

1. Depositi alluvionali del Piave
2. Depositi alluvionali dell'Ardo
3. Substrato roccioso

**Figura 17: genesi dell'alveo epigenetico del Piave alla confluenza con il torrente Ardo nel Tardoglaciale-Olocene (fonte: N. Surian, 1994; v. doc. di rif. [M])**





STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Va anche aggiunto che a N esistono vari elementi per descrivere l'andamento del substrato roccioso ([D],[I],[K],[L]) corrispondente alla spalla N della paleovalle.

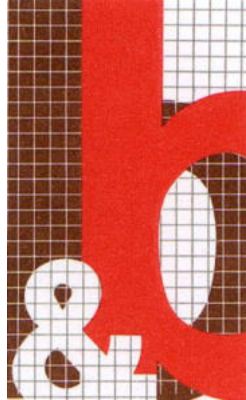
Nelle sezioni geologiche che proporremo (ELABORATO 2) si terrà conto del complesso dei dati raccolti.

Va anche segnalato che l'attuale asse del Piave, dopo aver infilato l'alveo epigenetico nei pressi del ponte della Vittoria (che non ha un andamento lineare), si proietta marcatamente più a nord della direttrice lineare che aveva in precedenza, con una netta curva ad angolo retto.

Di tale tendenza esiste anche la traccia nell'andamento dei terrazzi (almeno tre ordini) a SE dell'attuale ponte Bailey.

Questo andamento potrebbe essere sia collegato con l'asimmetria strutturale della giacitura del Flysch, ovvero anche con la presenza del DGPV del Col Cavalier, ovvero anche con ragioni di natura idraulica.

Resta comunque chiaro che qui l'asse attuale del f. Piave si dispone quasi perpendicolarmente all'asse del suo paleoalveo.

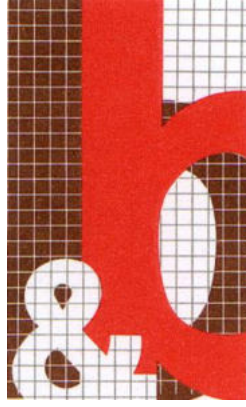


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

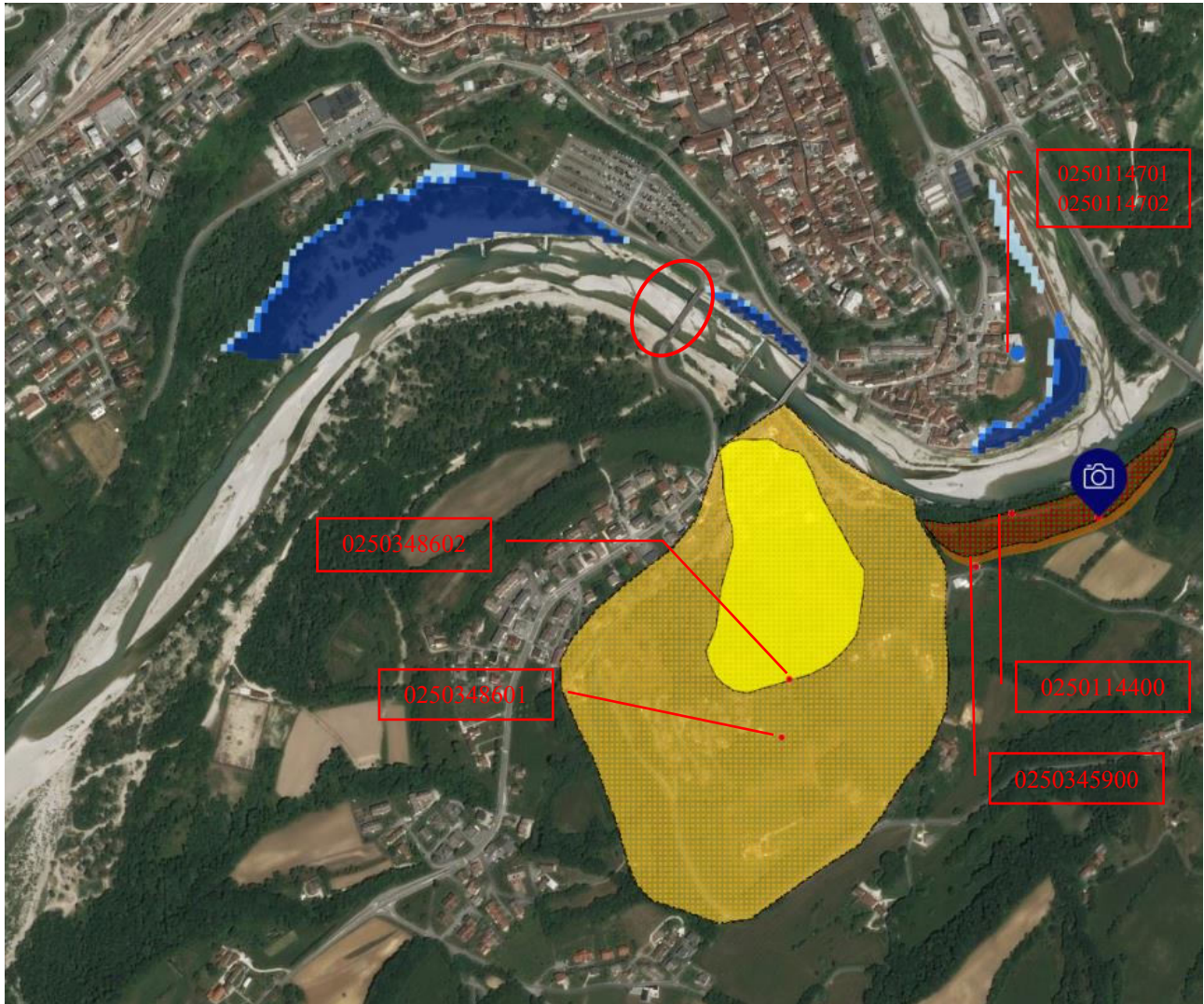
Infine a titolo meramente bibliografico si segnalano i dissesti principali estratti dalla banca dati del Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) disponibile al sito internet dell'ISPRA, SINAnet (Rete del sistema Informativo Nazionale Ambientale), di cui si riportano i dati principali nella tabella sottostante.

*Tabella 2: dati alfanumerici degli elementi relativi alla cartografia IFFI*

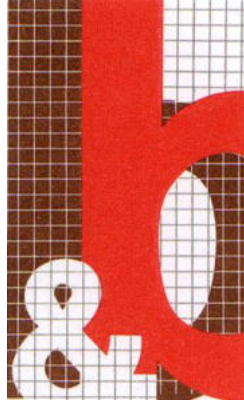
<b>ID Frana</b>	<b>Autorità di Bacino</b>	<b>Classificazione Tipo di movimento</b>	<b>Metodo usato per la valutazione del movimento e dell'attività</b>	<b>Danno</b>	<b>Data evento (gg/mm/aaaa)</b>
0250345900	Alpi Orientali	Aree con frane superficiali diffuse	Segnalazione	n.d.	-
0250114400	Alpi Orientali	Scivolamento rotazionale/traslato	Dato storico/archivio	Danno diretto medio (strada provinciale)	-
0250348601	Alpi Orientali	Deformazione gravitativa profonda di versante	Dato storico/archivio	n.d.	-
0250348602	Alpi Orientali	Scivolamento rotazionale/traslato	Dato storico/archivio	n.d.	-
0250115000	Alpi Orientali	Scivolamento rotazionale/traslato	Dato storico/archivio	n.d.	-
0250114701	Alpi Orientali	Scivolamento rotazionale/traslato	Dato storico/archivio	Nuclei/centri abitati centro abitato minore non valutabile	-
0250114702	Alpi Orientali	Scivolamento rotazionale rapido (< 3 m/min)	Dato storico/archivio	Nuclei/centri abitati centro abitato minore grave	-



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



*Figura 18: stralcio della cartografia da portale IFFI con evidenziata l'area di studio*



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

### Frane IFFI

#### Punto Identificativo del Fenomeno Franoso (PIFF)\*

- Scheda frane di 1° Livello
- Scheda frane di 2° Livello
- Scheda frane di 3° Livello

#### Tipologia di frana

- Frane lineari
- Crollo/Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslattivo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- Aree con crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree con sprofondamenti diffusi
- Aree con frane superficiali diffuse
- DGPV
- n.d.

### Eventi IFFI

- Eventi franosi

### Segnalazioni IFFI

- Segnalazioni attive

### Pericolosità Idrogeologica

#### Pericolosità frane

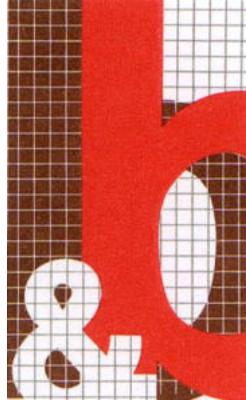
- Molto elevata P4
- Elevata P3
- Media P2
- Moderata P1
- Aree di Attenzione AA

#### Pericolosità Idraulica

- Scenario P3
- Scenario P2
- Scenario P1

*Figura 19: legenda cartografia da portale IFFI*





## 5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area di intervento ricade in ambito fluviale.

La circolazione idrica sotterranea è segnalata, sia dalle indagini del 1987 che del 2006 che del 2018, entro pochi metri di profondità.

Nella zona più prossima all'alveo epigenetico è probabile che la circolazione sia riconducibile ad una falda di subalveo disperdente (per il modesto spessore dei terreni di copertura), assai superficiale e sostanzialmente coincidente con il livello del Piave.

Procedendo verso N-NW, verso i depositi profondi delle alluvioni del Piave, la falda mantiene il livello del Piave e corrisponderebbe più propriamente al corpo di falda vera e propria del Piave.

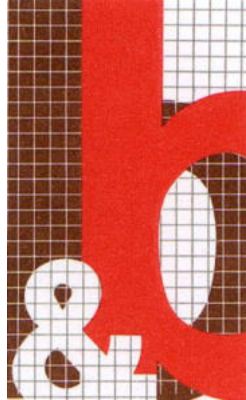
Non è escluso inoltre che esista anche uno schema di circolazione idrica più profonda all'interno del sistema roccioso del Flysch di Belluno, con direzione da S, agevolato dalla giacitura degli strati, che potrebbe portare dei contributi idrici localizzati.

Per meglio definire il comportamento delle acque di falda, due (S-1 e S-2) dei tre sondaggi geognostici realizzati a supporto del presente studio sono stati attrezzati con piezometri a tubo aperto da 2", entrambi con lunghezza pari a 30 metri. Le risultanze delle misure fin qui eseguite sono riepilogate nelle tabelle a seguire.

Sono state rilevate anche le temperature della falda e del f. Piave.

*Tabella 3: letture freatimetriche al piezometro P1 (S-1)*

<b>Piezometro P1 (S-1)</b>							
Quota p.c.: 334,8 m slm							
DATA LETTURA (gg/mm/aaaa)	PROF. DA TT ROSSO (m)	PROF. DA TT PIEZO (m)	PROF. DA P.C. (m)	QUOTA FALDA (m slm)	TEMPERATURA (°C)		
					- 2m	1/2	+ 1 m f.f.
10/12/2020	6,25	6,01	6,00	328,80	11,7	9,9	9,9
11/12/2020	6,38	6,14	6,13	328,67	11,7	9,9	9,9
12/01/2021	7,16	6,92	6,91	327,89	10,3	9,8	9,8
29/01/2021	7,00	6,76	6,75	328,05	9,9	9,9	9,9
15/03/2021	7,15	6,91	6,90	327,90	9,1	10,3	10,3
25/03/2021	7,22	6,98	6,97	327,83	8,8	10,2	10,2



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**Tabella 4: letture freaticometriche al piezometro P2 (S-2)**

<b>Piezometro P2 (S-2)</b>							
Quota p.c.: 330,5 m slm							
<b>DATA LETTURA (gg/mm/aaaa)</b>	<b>PROF. DA TT ROSSO (m)</b>	<b>PROF. DA TT PIEZO (m)</b>	<b>PROF. DA P.C. (m)</b>	<b>QUOTA FALDA (m slm)</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>		
					<b>- 2m</b>	<b>1/2</b>	<b>+ 1 m f.f.</b>
15/12/2020	2,51	2,28	2,28	328,22	6,3	9,7	9,7
12/01/2021	3,03	2,80	2,80	327,70	6,8	9,8	9,8
29/01/2021	2,88	2,65	2,65	327,85	6,5	9,8	9,8
15/03/2021	2,75	2,77	2,77	327,73	7,7	10,8	10,8
25/03/2021	2,83	2,85	2,85	327,65	9,5	11,0	10,5

**Tabella 5: temperature f. Piave**

<b>Fiume Piave</b>	
<b>DATA LETTURA (gg/mm/aaaa)</b>	<b>TEMPERATURA (°C)</b>
29/01/2021	5,1
15/03/2021	6,8
25/03/2021	10,1

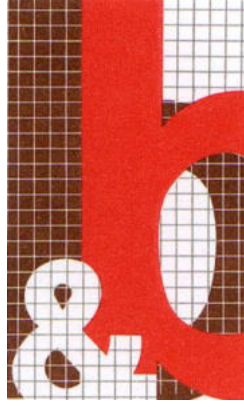
Da rilievo altimetrico appositamente effettuato si conferma che il livello freatico è direttamente correlabile al livello del f. Piave per i piezometri S-1 e S-2.

Il rilievo della falda durante l'esecuzione del foro di sondaggio S-3 ha attestato il livello della stessa a ca. -5,75 m da p.c. in linea con le misure ai piezometri.

In sostanza comunque si delinea un assetto uniforme della piezometrica sostanzialmente coincidente con il livello del f. Piave.

Le oscillazioni massime del Piave sono riconducibili ad innalzamenti fino a 3 m, dopo di che il Piave esonda dal proprio alveo (sul lato S).

Per la circolazione idrica superficiale si rileva che è assente per l'elevata permeabilità dei terreni.



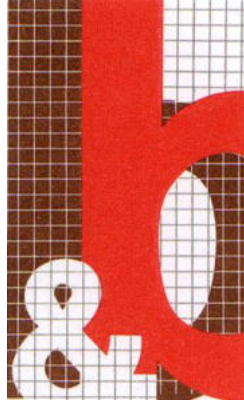
## 6 INQUADRAMENTO MICROZONAZIONE DI I LIVELLO (2013 ?)

Per meglio comprendere gli aggiornamenti di tale studio in riferimento all'area di interesse risulta opportuno riportare stralci cartografici relativi allo Studio di Microzonazione di I livello (v.doc.[H]).



**Figura 20: estratto della CGT dello Studio di I livello con indicato il perimetro dell'area di studio attuale; legenda CGT dello Studio di I livello**

La dicitura di legenda indica, si suppone per mero errore formale, che i sondaggi avrebbero raggiunto il substrato rigido.

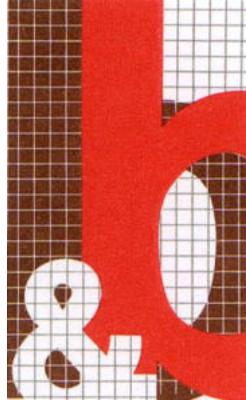


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



**Figura 21: estratto della Carta delle MOPS dello Studio di I livello con indicato il perimetro dell'area di studio attuale; legenda Carta delle MOPS dello Studio di I livello**





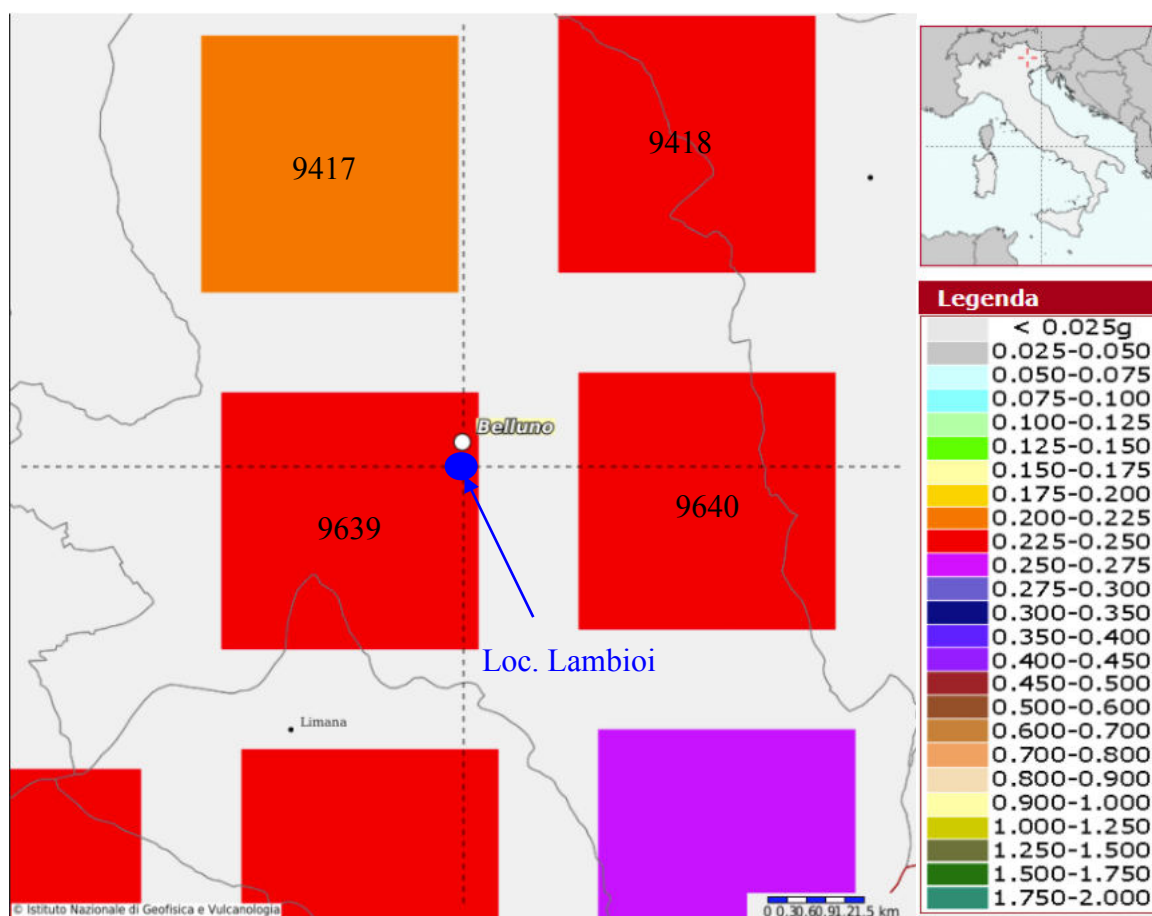
## 7 INQUADRAMENTO SISMICO AREALE

Il Comune di Belluno era ascritto alla classe 2 nell'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/03/2003, che classifica tutto il territorio nazionale sulla base dell'accelerazione massima al suolo con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni.

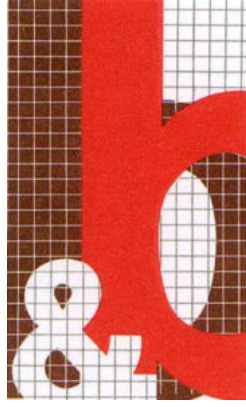
La Regione Veneto ha recentemente approvato (v. doc. [34]) una variazione della zonazione sismica del territorio regionale, con modifica alla classificazione di alcuni comuni, tra cui Belluno cui viene assegnata la classe 1.

L'O.P.C.M. n. 3519/06 fissa le massime accelerazioni orizzontali cui ancorare lo spettro di risposta e all. B delle NTC (ultimo comma 3.2) fornisce i valori di  $A_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  (allegato A).

L'area in esame ricade entro i quattro nodi: 9417, 9418, 9639, 9640.



**Figura 22: mappa della pericolosità sismica nel Comune di Belluno (i quadrati indicano i nodi della maglia)**

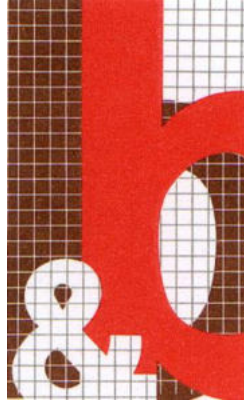


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

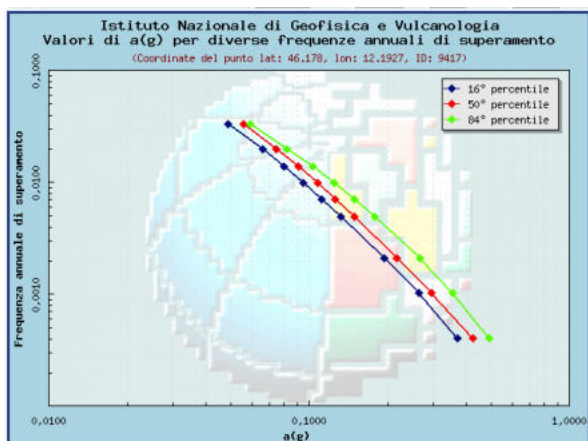
A seguire vengono riportate le posizioni e i valori di accelerazione di ciascun nodo.

*Tabella 6: coordinate dei nodi*

ID NODO	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza
9417	46,1780	12,1927	5027,916
9418	46,1787	12,2647	5962,353
9639	46,1280	12,1938	2045,261
9640	46,1287	12,2658	3808,496

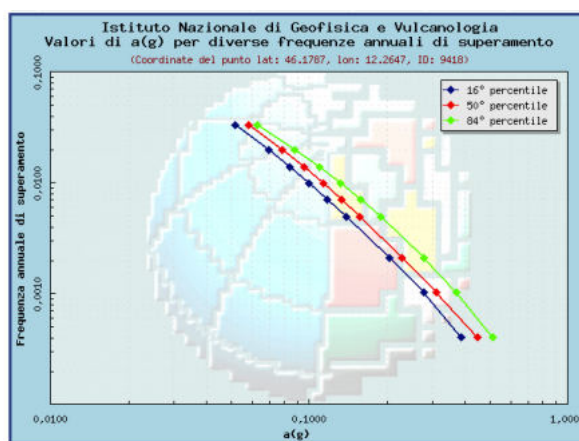


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



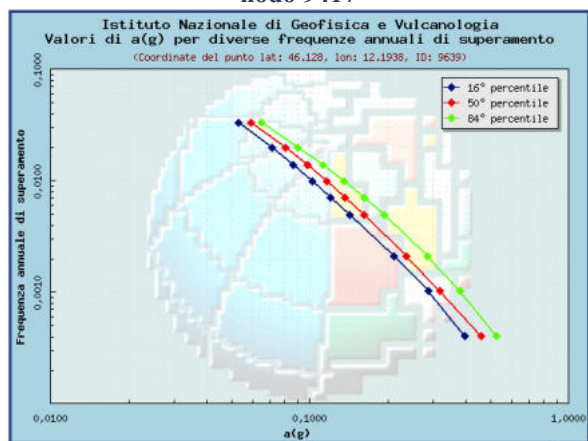
Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 46.178, lon: 12.1927, ID: 9417)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.3696	0.4250	0.4920
0.0010	0.2636	0.2934	0.3538
0.0021	0.1940	0.2173	0.2644
0.0050	0.1320	0.1489	0.1786
0.0071	0.1112	0.1257	0.1489
0.0099	0.0948	0.1075	0.1248
0.0139	0.0796	0.0908	0.1026
0.0200	0.0662	0.0746	0.0819
0.0333	0.0485	0.0557	0.0592

nodo 9417



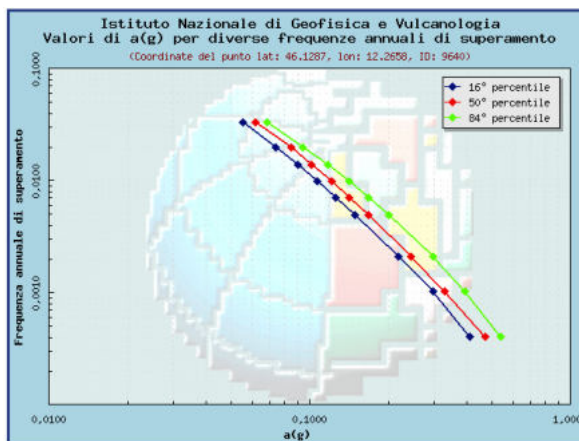
Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 46.1787, lon: 12.2647, ID: 9418)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.3870	0.4454	0.5130
0.0010	0.2779	0.3093	0.3705
0.0021	0.2046	0.2286	0.2778
0.0050	0.1390	0.1570	0.1885
0.0071	0.1172	0.1328	0.1572
0.0099	0.0997	0.1135	0.1322
0.0139	0.0841	0.0955	0.1091
0.0200	0.0697	0.0782	0.0874
0.0333	0.0516	0.0582	0.0631

nodo 9418



Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 46.128, lon: 12.1938, ID: 9639)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.3979	0.4569	0.5253
0.0010	0.2864	0.3180	0.3803
0.0021	0.2106	0.2348	0.2854
0.0050	0.1430	0.1615	0.1937
0.0071	0.1202	0.1365	0.1615
0.0099	0.1024	0.1165	0.1358
0.0139	0.0862	0.0977	0.1121
0.0200	0.0712	0.0802	0.0897
0.0333	0.0529	0.0592	0.0648

nodo 9639

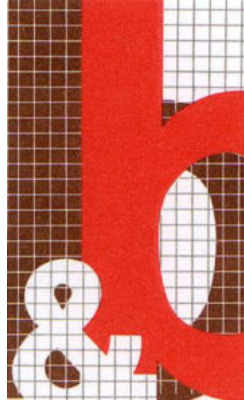


Frequenza annuale di superamento	a(g) (Coordinate del punto lat: 46.1287, lon: 12.2658, ID: 9640)		
	16° percentile	50° percentile	84° percentile
0.0004	0.4102	0.4714	0.5403
0.0010	0.2961	0.3291	0.3927
0.0021	0.2184	0.2429	0.2955
0.0050	0.1487	0.1679	0.2011
0.0071	0.1252	0.1418	0.1682
0.0099	0.1066	0.1210	0.1415
0.0139	0.0898	0.1016	0.1170
0.0200	0.0740	0.0845	0.0939
0.0333	0.0553	0.0616	0.0682

nodo 9640

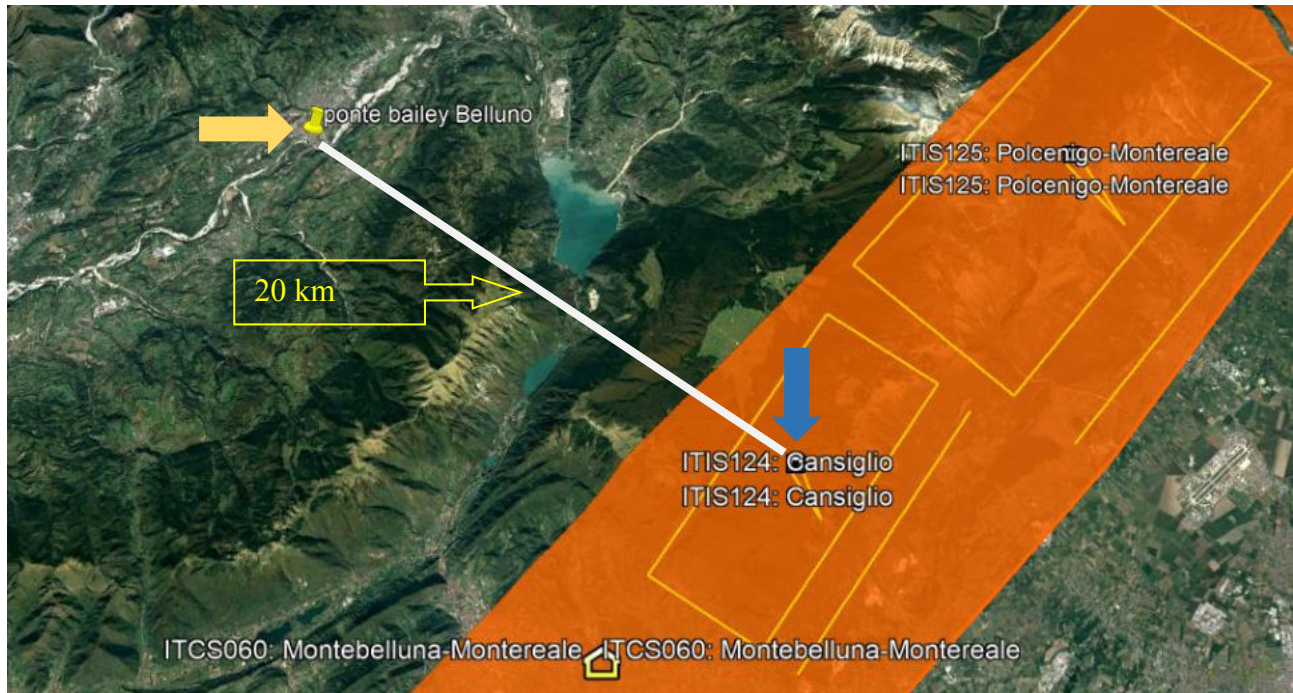
Figura 23: valori di a(g) per diverse frequenze annuali di superamento in corrispondenza dei nodi





## 7.1 Sorgenti sismogenetiche

A seguire le strutture sismogenetiche più prossime al sito.



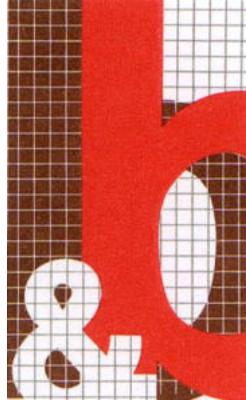
*Figura 24: mappa con sorgenti sismogenetiche (in blu) più prossime all'area oggetto di studio (in giallo);*

La sorgente sismica più prossima all'area oggetto di studio è quella identificata con **ITIS124-Cansiglio** le cui caratteristiche vengono riportate nella tabella seguente.

*Tabella 7: parametri della sorgente sismica ITIS124 - Cansiglio (tratto da INGV)*

Parametri		Qual. Evidence
Location (lat/lon)	46,0286 / 12,4257	OD
Length (km)	10	EJ
Width (km)	6,4	EJ
Min depth (km)	1,5	OD
Max depth (km)	6,4	LD
Strike (deg)	214	LD
Dip (deg)	50	LD
Rake (deg)	60	LD
Slip per event (m)	0,75	ER
Slip rate (mm/y)	0,52 – 0,65	LD
Recurrence (y)	1154 - 1442	EJ
Magnitude (Mw)	6,1	LD
<small>LEGENDA LD = Literature Data; OD = Original Data; ER = Empirical Relationship; AR = Analytical Relationship; EJ = Expert Judgement</small>		



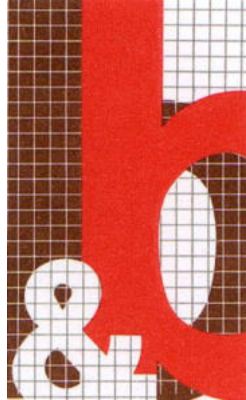


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Di seguito vengono proposti i dati relativi alla sismicità storica del bellunese reperibile nella documentazione ufficiale a supporto della caratterizzazione sismica di base.

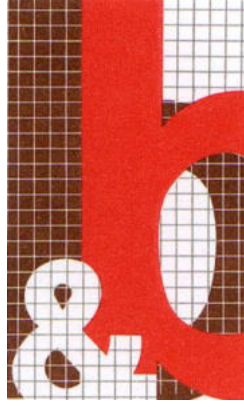
**Tabella 8: storia sismica del bellunese (tratto da INGV)**

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
F	1268 11 04	Trevigiano	4	7-8	5.35 ±0.34
5	1389 08 20 13:00	Moggio Udinese	3	6-7	4.93 ±0.34
4-5	1392 01 28 00:30	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
5	1401 06 29 09:00	SEDICO	1	5	4.30 ±0.34
6	1403 01 12 05:30	Belluno	3	6	4.72 ±0.34
5	1404 02 01 21:00	BELLUNO	1	5	4.30 ±0.34
5-6	1405 06 26 13:45	Bellunese	2	4-5	4.09 ±0.34
4-5	1406 05 28 21:30	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
5	1410 06 10 21:00	Verona	9		
4-5	1411 07 01 06:00	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
7-8	1511 03 26 14:40	Slovenia	66	9	6.98 ±0.17
6-7	1549 09 10	BELLUNO	1	6-7	4.93 ±0.34
5-6	1690 05 04	BELLUNO	1	5-6	4.51 ±0.34
5	1695 02 25 05:30	Asolano	82	10	6.48 ±0.18
4	1756 02 25 24:00	Bassano del Grappa	3	4	3.87 ±0.34
4	1776 07 10	TRAMONTI	19	8-9	5.78 ±0.38
4-5	1812 10 25 07:00	SEQUALS	34	7-8	5.71 ±0.35
NR	1828 10 09 02:20	Valle Staffora	114	8	5.76 ±0.15
4-5	1859 01 20 07:55	COLLALTO	36	6	4.98 ±0.32
5	1859 09 29 08:30	BELLUNO	1	5	4.30 ±0.34
3	1860 07 19	VALDOBBIADENE	10	6-7	4.97 ±0.44
3	1873 03 12 20:04	Marche meridionali	196	8	5.95 ±0.10
7	1873 06 29 03:58	Bellunese	199	9-10	6.32 ±0.11
3-4	1873 09 17	LIGURIA ORIENTALE	67	6-7	5.43 ±0.15
4-5	1873 11 06 08:30	BELLUNO	1	4-5	4.09 ±0.34
2	1875 03 17 23:51	Romagna sud-orientale	144		5.93 ±0.16
5	1875 10 24 20:13	BELLUNO	2	4	3.87 ±0.34
3-4	1875 12 06	S.MARCO IN LAMIS	97	8	5.98 ±0.16
4	1876 03 28 01:00	FARRA D'ALPAGO	2	4	3.87 ±0.34
3	1878 03 12 21:36	Bolognese	31	6	5.06 ±0.30
3	1878 04 05 09:46	Bolognese	6		
3	1879 02 14	GARGNANO	6	5	4.83 ±0.63
4	1883 10 22 03:30	CENEDA	5	5-6	4.61 ±0.61
4	1885 12 29	VITTORIO VENETO	47	6	5.18 ±0.19



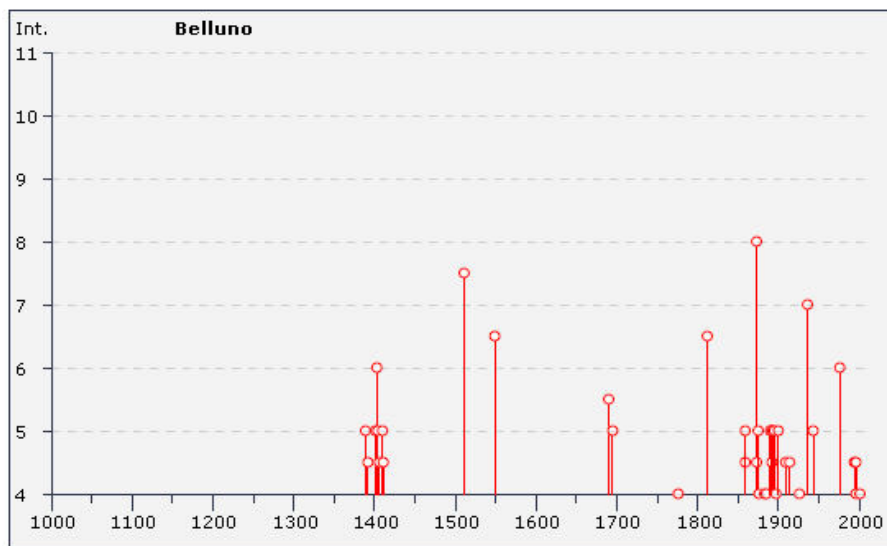
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
5	1887 04 14 02:15	ASOLO	9	6	4.77 ±0.55
3-4	1889 12 08	APRICENA	122	7	5.69 ±0.13
4-5	1890 03 26 20:10	CADORE	48	6	4.96 ±0.38
F	1891 06 07 01:0	Valle d'Ilasi	403	8-9	5.86 ±0.06
4	1892 06 23 23:20	CLAUT	71	5-6	4.71 ±0.14
3	1892 08 09 07:58	Valle d'Alpone	160	6-7	4.91 ±0.11
4-5	1893 10 27 16:31	LONGARONE	54	5	4.60 ±0.26
4	1894 11 27 05:07	FRANCIACORTA	183	6	5.07 ±0.10
5-6	1894 11 28	FONZASO	11	5-6	4.51 ±0.67
3	1895 02 27 15:38	CLAUT	31	5	4.49 ±0.28
5	1895 04 14 22:17	Slovenia	296	8	6.23 ±0.08
5	1895 06 10 01:47	VALDOBBIADENE	73	6	5.03 ±0.13
5	1897 06 11 12:45	Cornuda	47	5-6	4.54 ±0.33
3	1898 03 04 21:05	Valle del Parma	313	7-8	5.41 ±0.09
4	1900 03 04 16:55	VALDOBBIADENE	98	6-7	5.13 ±0.14
3	1901 10 30 14:4	Salò	190	8	5.70 ±0.10
4	1907 04 25 04:52	Veronese	122	6	4.91 ±0.15
3	1908 07 10 02:13	Carnia	120	7-8	5.38 ±0.13
5	1909 01 13 00:45	BASSA PADANA	799	6-7	5.53 ±0.09
NF	1913 11 25 20:55	Val di Taro	73	4-5	4.84 ±0.20
4	1914 10 27 09:2	Garfagnana	618	7	5.76 ±0.09
2	1916 05 17 12:4	Alto Adriatico	132		5.95 ±0.14
4	1924 12 12 03:2	Carnia	78	7	5.38 ±0.19
4	1926 01 01 18:0	Slovenia	63	7-8	5.85 ±0.18
3	1928 03 27 08:32	Carnia	359	9	5.84 ±0.09
3	1934 05 04 13:56	Carnia	80	6	4.85 ±0.19
6	1936 10 18 03:1	BOSCO CANSIGLIO	267	9	6.12 ±0.09
7	1943 07 24 01:4	VALDOBBIADENE	29	7	5.20 ±0.23
3	1951 05 15 22:54	LODIGIANO	154	6-7	5.39 ±0.14
5-6	1976 05 06 20:0	Friuli	770	9-10	6.46 ±0.09
4	1983 11 09 16:2	Parmense	850	6-7	5.06 ±0.09
3	1987 05 02 20:4	Reggiano	802	6	4.74 ±0.09
4-5	1989 09 13 21:5	PASUBIO	779	6-7	4.88 ±0.09
4-5	1994 04 20 21:2	CADORE	159	5-6	4.15 ±0.09
4	1996 02 27 11:1	Barcis	150	5	4.48 ±0.11
4-5	1996 04 13 13:0	CLAUT-BARCIS	164	5-6	4.62 ±0.10
3	1996 10 15 09:5	Correggio	135	7	5.41 ±0.09
3-4	2001 07 17 15:0	Merano	663	6	4.84 ±0.09



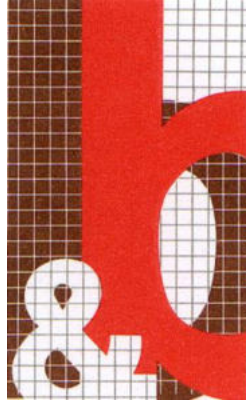
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Effetti	In occasione del terremoto del:				
I[MCS]	Data	Ax	Np	Io	Mw
3-4	2004 07 12 13:0	Alpi Giulie	366		5.19 ±0.09
F	2004 11 24 22:5	Lago di Garda	176	7-8	5.06 ±0.09
4-5	2004 12 04 22:2	Valle del Piave	115	5	4.18 ±0.14



**Figura 25: intensità dei principali terremoti con effetti ricadenti nel comune di Belluno**

Di seguito si riportano tabelle che illustrano la macrosismicità di alcuni terremoti che hanno interessato il territorio del Comune di Belluno.



*STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE*

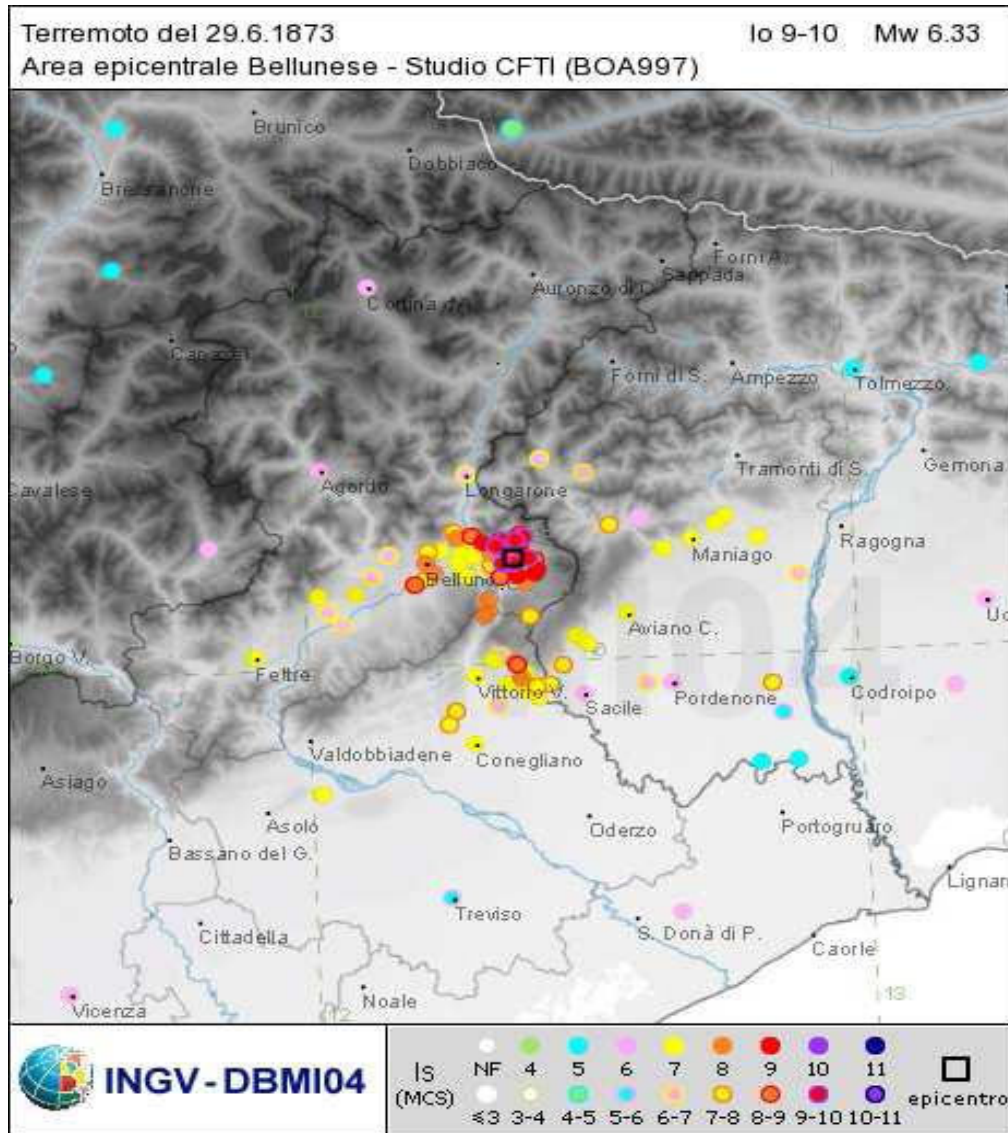
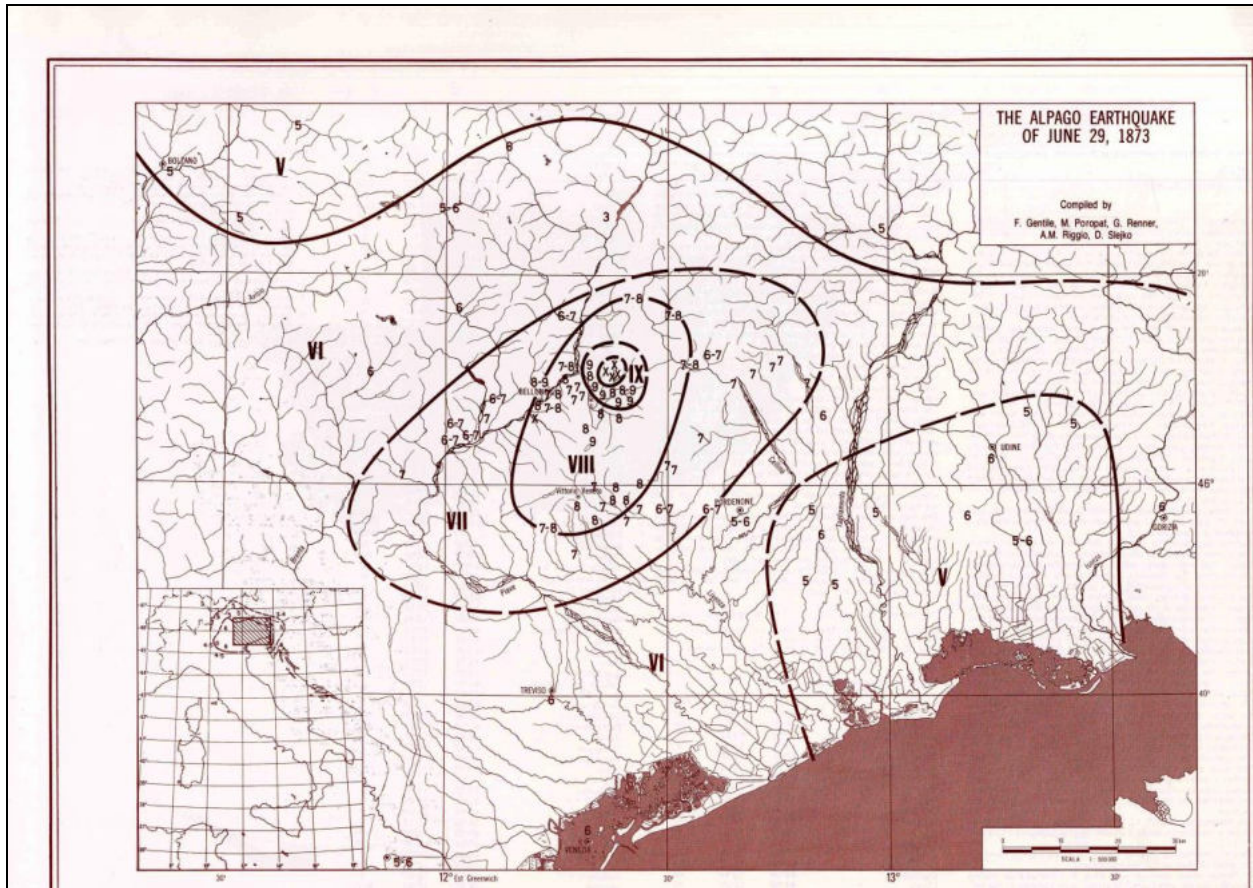
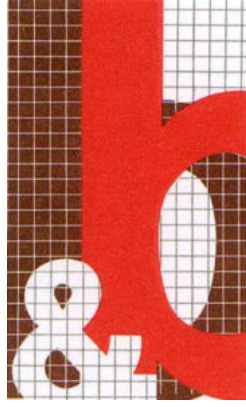


Figura 26: Macrosismicità riguardante il terremoto del 1873. (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>)





*Figura 27: la ricostruzione delle Isosiste riguardanti il terremoto del 1873. (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>)*



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

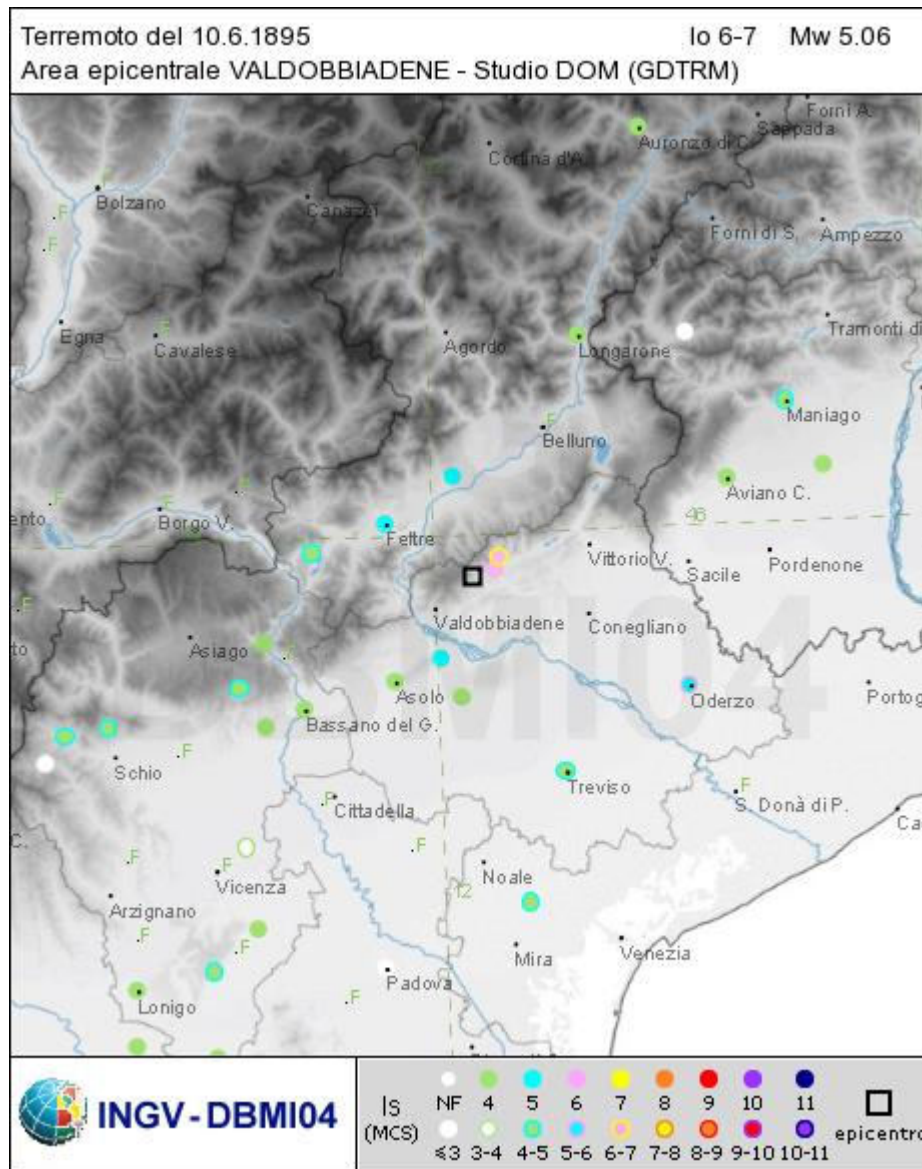
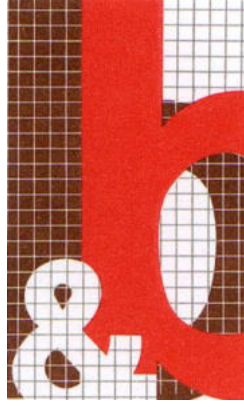


Figura 28: Macrosismicità riguardante il terremoto del 1895 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>)



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

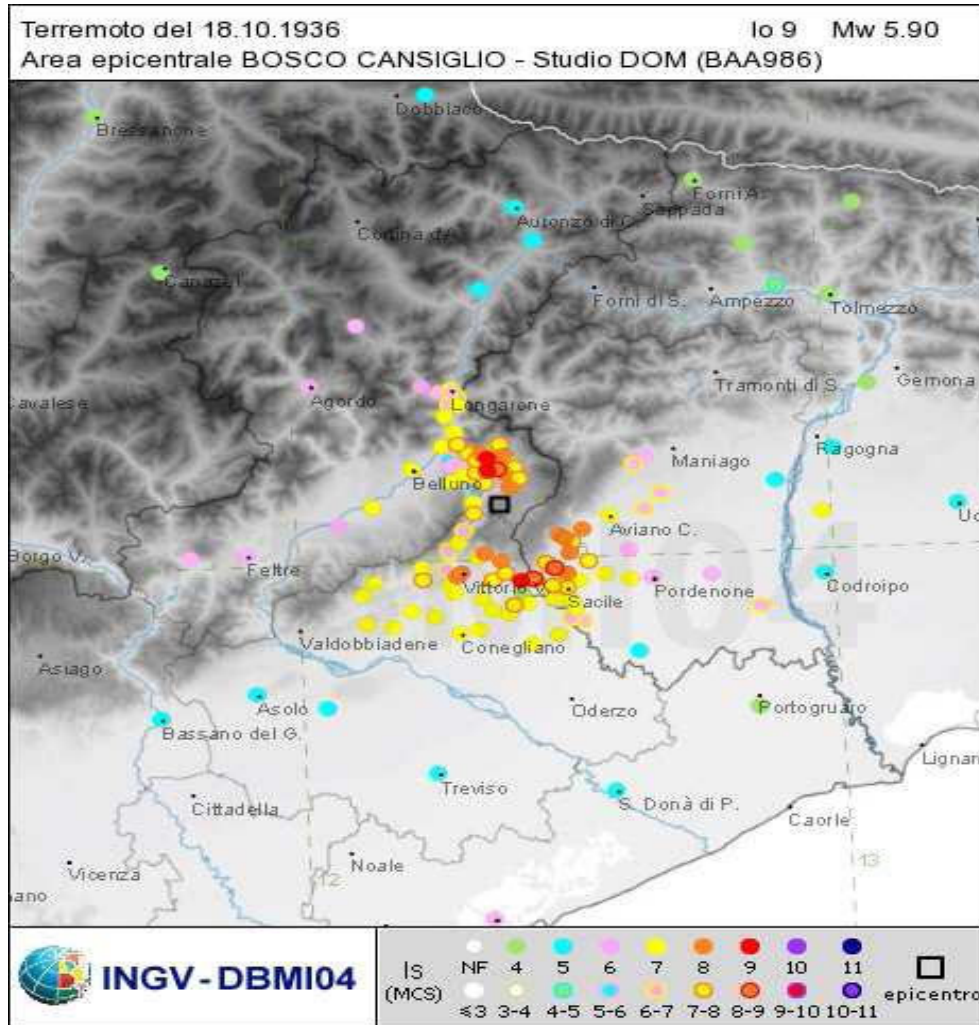
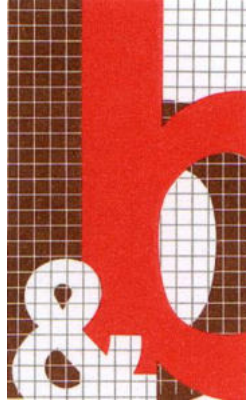
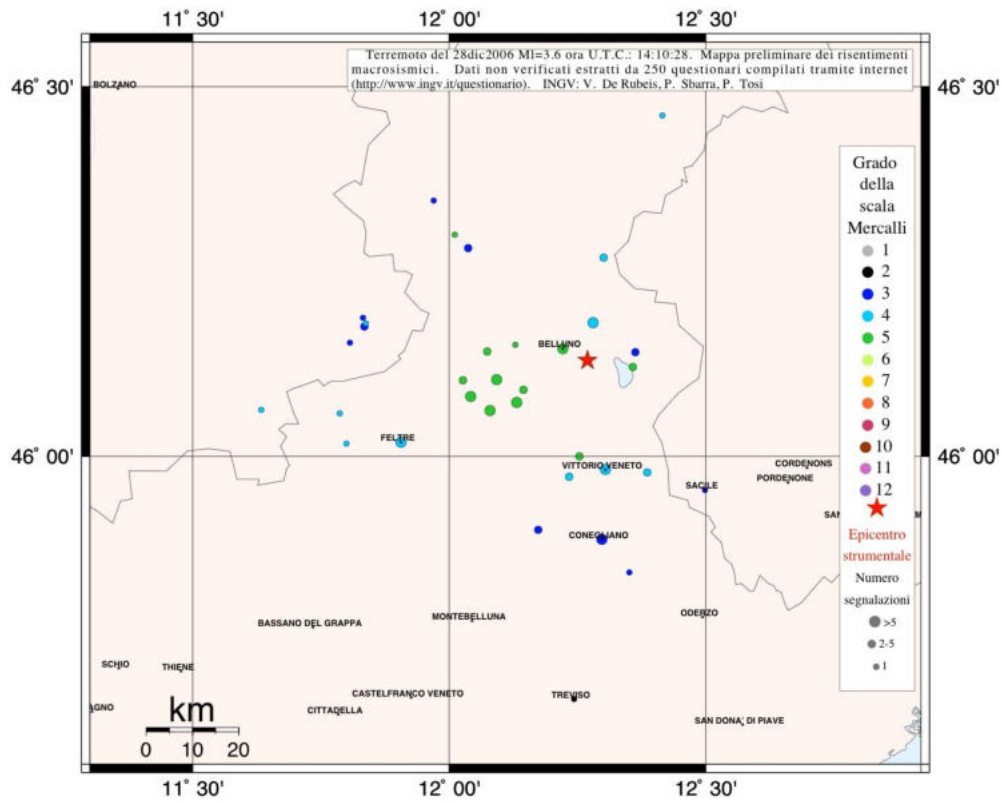


Figura 29: Macrosismicità riguardante il terremoto del 1936 (<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04>)



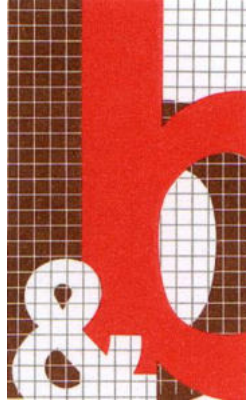


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

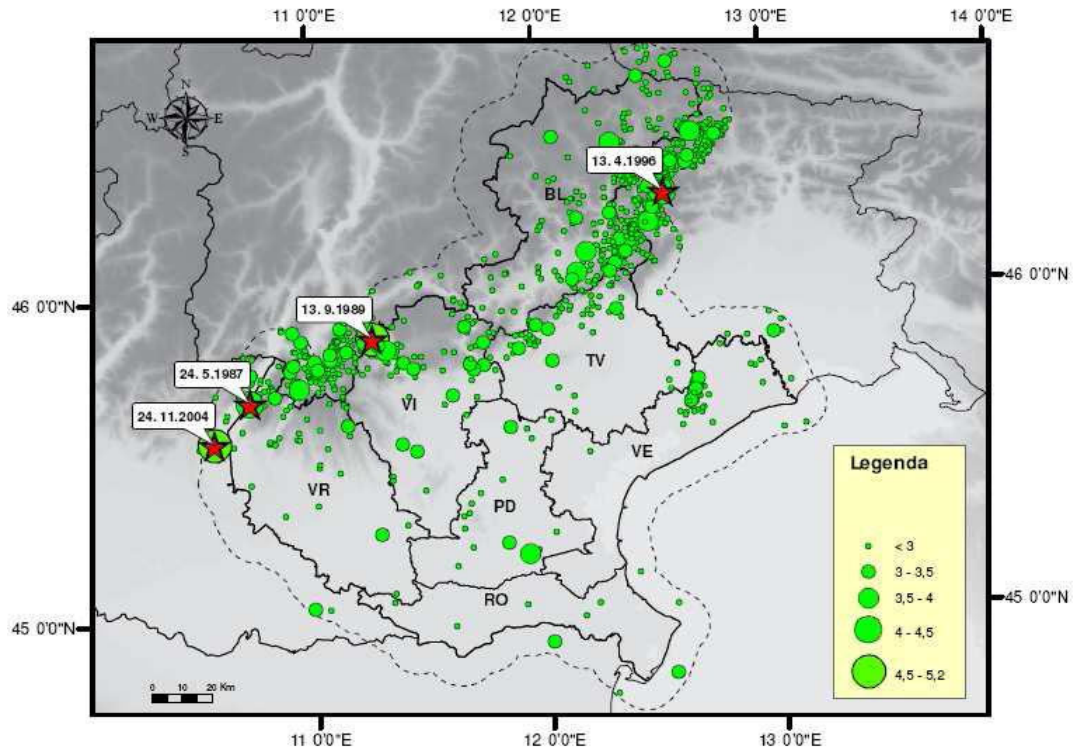


*Figura 30: evento del 28 dicembre 2006 14:10 UTC (15:10 locale) 46.13 N 12.27 E (Belluno, nei dintorni di Mel)*

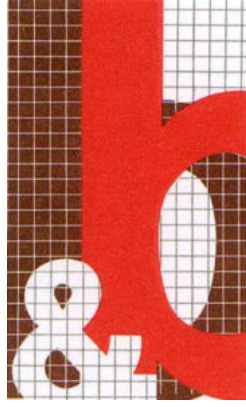




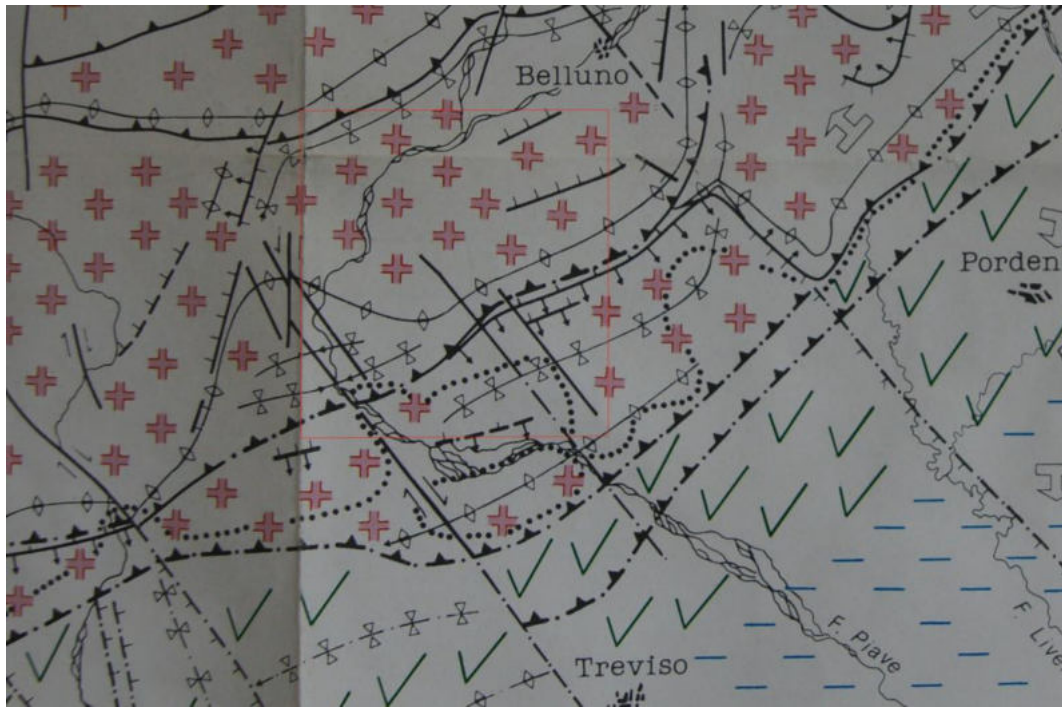
*STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE*



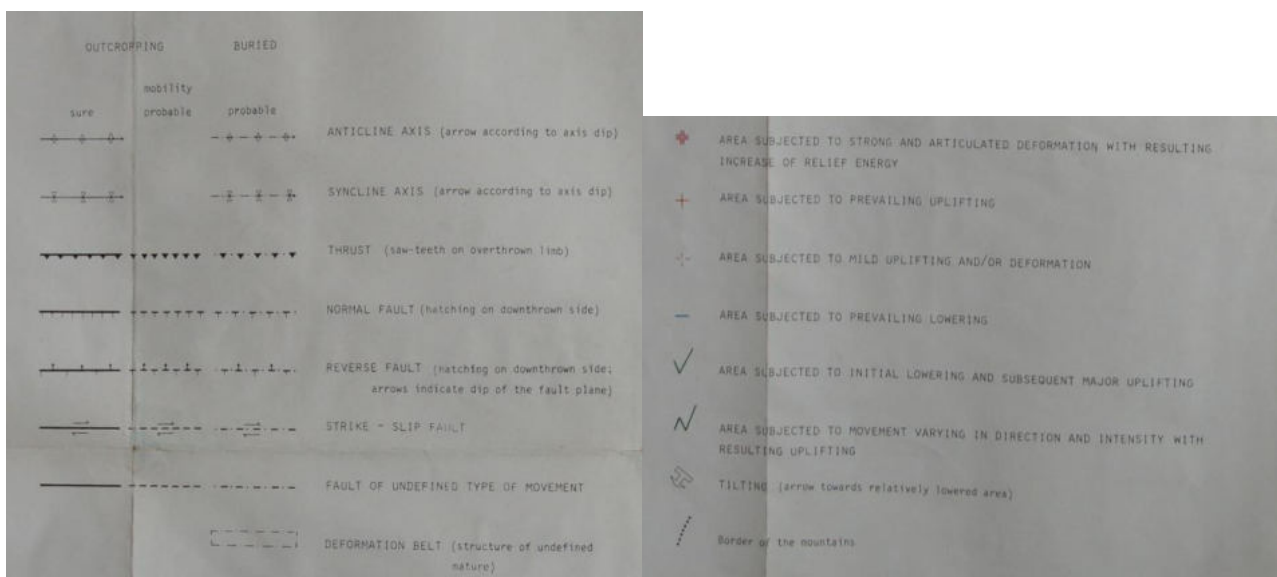
*Figura 31: Distribuzione dei terremoti recenti in Veneto (1977 – 2006 - Priolo, 2008) fonte OGS*



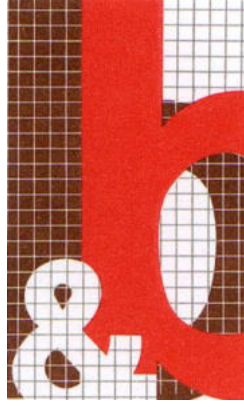
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



**Figura 32: Carta del modello sismotettonico dell'Italia Nord-orientale CNR. Rendiconto n° 1(Slejko D. coord. , 1987)**



**Figura 33: Legenda del modello sismotettonico dell'Italia Nord-orientale CNR. Rendiconto n° 1(Slejko D. coord., 1987)**



## 7.2 Inquadramento sismotettonico

Il Vallone bellunese appartiene al settore della catena alpina che ha subito il massimo raccorciamento nella collisione tra placca europea e micro placca adriatica a Sud; essa è strutturata in una serie di pieghe sud vergenti dislocate da piani di sovrascorrimento ravvicinati, anch'essi a vergenza meridionale e facenti parte del Friuli Thrust System.

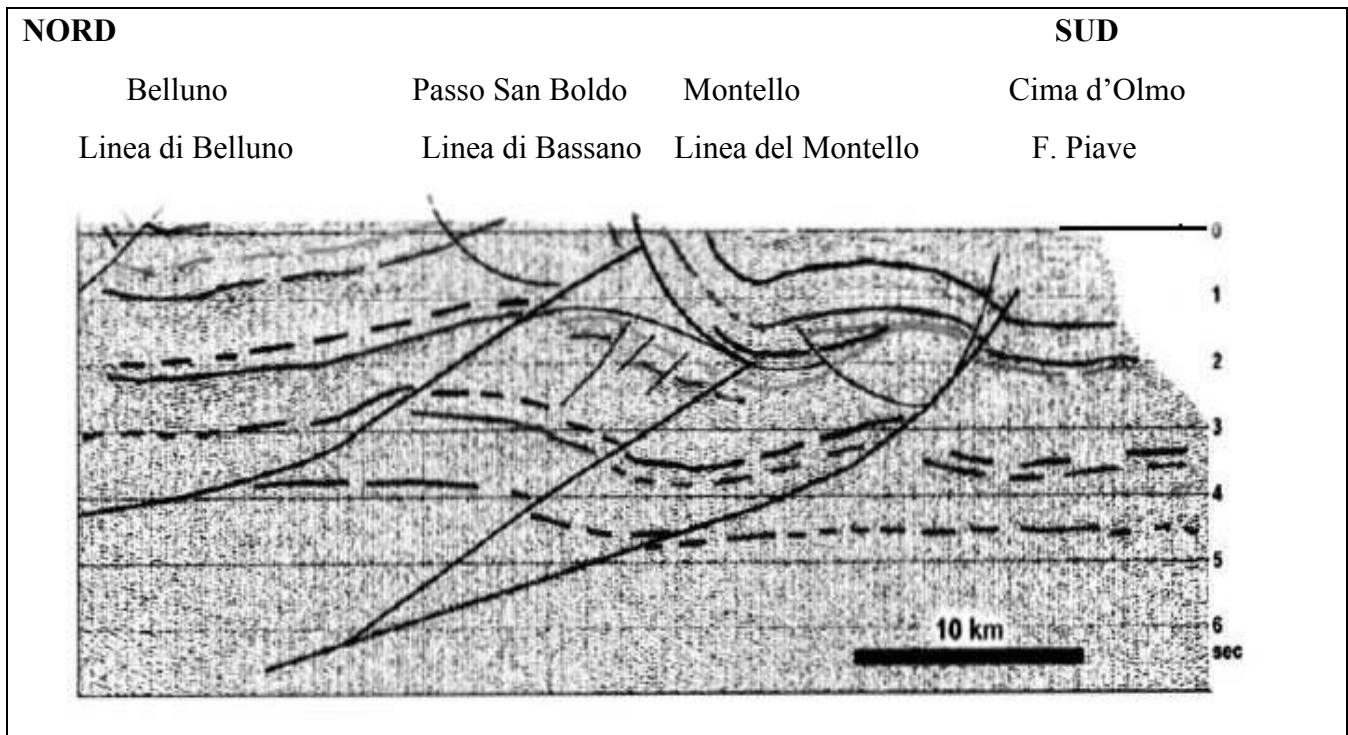
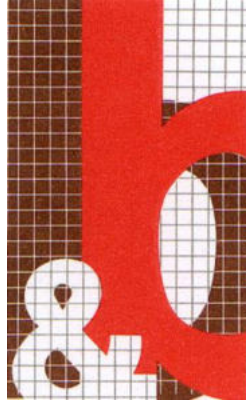
A questo sistema appartengono i sovrascorrimenti della Linea di Belluno.

Risulta che la linea di Belluno (superficie di sovrascorrimento facente parte del *Friuli Thrust System*) è stata attiva dal Pliocene (5Ma) fino al Pleistocene superiore (700.000 anni).

Gli epicentri dei terremoti regionali sono tutti ricollegabili a queste superfici di sovrascorrimento; solo il terremoto di Asolo del 1695 potrebbe invece essere collegato ai sistemi di faglie trasversali che dislocano in senso Nord-Sud i sovrascorrimenti principali.

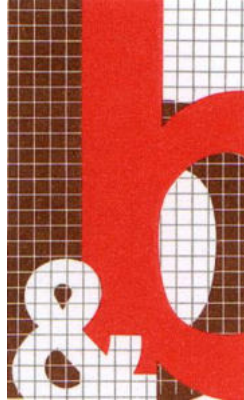
Nella figura sottostante si riprende una interpretazione strutturale delle pieghe e sovrascorrimenti della catena delle Alpi Meridionali seguendo un profilo N-S (progetto TRANSALP) sito appena ad Est del territorio qui in esame.

Da nord si riconoscono il Belluno Thrust o linea di Belluno, il Thrust di Bassano (sottostante il Passo di S. Boldo) e quello del Montello.



*Figura 34: modello sismotettonico dell'Italia Nord-orientale CNR. Rendiconto n° 1 (Slejko D. coord. , 1987)*





### 7.3 Quadro progettuale sismico

#### 7.3.1 STATI LIMITE

La pericolosità sismica di un sito (NTC 18) è funzione della pericolosità sismica di base, delle caratteristiche morfologiche e stratigrafiche, il tutto determinando la risposta sismica locale.

La pericolosità sismica di base (NTC 18) è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A come definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4.

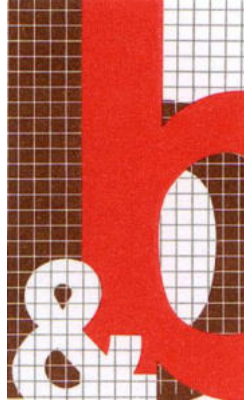
Si possono quindi analizzare 4 possibili *stati limite* (SL) individuati facendo riferimento alle prestazioni delle costruzioni nel loro complesso: due sono *stati limite di esercizio* (SLE) e due sono *stati limite ultimi* (SLU), dove per stato limite si considera la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per la quale è stata progettata.

#### 7.3.2 PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO

Ad ogni stato limite è associata una *probabilità di superamento*  $P_{VR}$  (Tabella 3.1), ovvero la probabilità che, nel periodo di riferimento  $V_R$ , si verifichi almeno un evento sismico ( $n \geq 1$ ) di  $a_g$  prefissata ( $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del suolo) avente frequenza media annua di ricorrenza  $\lambda = 1/T_R$  ( $T_R$  = periodo di ritorno).

**Tabella 9: Stati limite e rispettive probabilità di superamento, nel periodo di riferimento  $V_R$**

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>P_{VR} = 81\%</math></b>
Stato limite di esercizio: danno	SLD	<b><math>P_{VR} = 63\%</math></b>
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	<b><math>P_{VR} = 10\%</math></b>
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	<b><math>P_{VR} = 5\%</math></b>



### 7.3.3 PERIODO DI RITORNO

Fissati  $V_R$  e  $P_{V_R}$  associata ad ogni stato limite, è possibile calcolare il periodo di ritorno dell'azione sismica  $T_R$ , espresso in anni, mediante l'espressione riportata nell'**Allegato A** delle NTC08:

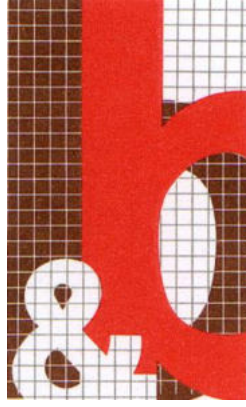
$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{V_R})} \quad (3.1)$$

Tale relazione tra  $P_{V_R}$  (probabilità) e  $T_R$  (statistica) risulta biunivoca poiché utilizza la distribuzione discreta Poissoniana.

Poiché è  $V_R = 75$  anni, il tempo di ritorno  $T_R$  sarà:

*Tabella 10: Stati limite e rispettivi tempi di ritorno, nel periodo di riferimento VR*

Stato limite di esercizio: operatività	SLO	<b><math>T_R = 45</math></b>
Stato limite di esercizio: danno	SLD	<b><math>T_R = 75</math></b>
Stati limite ultimo: salvaguardia della vita	SLV	<b><math>T_R = 712</math></b>
Stati limite ultimo: di prevenzione del collasso	SLC	<b><math>T_R = 1462</math></b>



#### 7.4 Definizione della pericolosità sismica di base

La pericolosità sismica di base, cioè le caratteristiche del moto sismico atteso al sito di interesse per una determinata probabilità di superamento, si può ritenere definita quando vengono designati un'accelerazione orizzontale (e verticale) massima ( $a_g$ ) ed il corrispondente spettro di risposta elastico in accelerazione, riferiti ad un suolo rigido e ad una superficie topografica orizzontale.

Per poter definire la pericolosità sismica di base si fa riferimento alla procedura basata sui risultati disponibili sul sito web dell'INGV <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>, nella sezione “Mappe interattive della pericolosità sismica”.

Le forme spettrali sono definite per 9 differenti periodi di ritorno  $T_R$  (30, 50, 72, 101, 140, 201, 475, 975 e 2475 anni) a partire dai valori dei seguenti parametri riferiti a terreno rigido orizzontale, cioè valutati in condizioni ideali di sito, definiti nell'**Allegato A** delle NTC08:

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima;

$F_0$  = 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.

I tre parametri si ricavano per il 50° percentile ed attribuendo a:

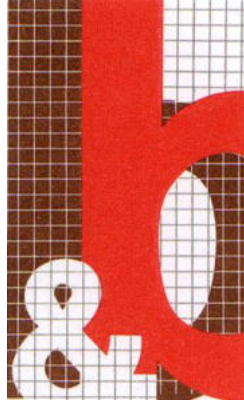
$a_g$ , il valore previsto dalla pericolosità sismica S1

$F_0$  e  $T_C^*$  i valori ottenuti imponendo che le forme spettrali in accelerazione, velocità e spostamento previste dalle NTC08 scartino al minimo dalle corrispondenti forme spettrali previste dalla pericolosità sismica S1 (il minimo è ottenuto ai minimi quadrati, su valori normalizzati).

I valori di questi parametri vengono forniti in tabella (Tabella 4.1), contenuta nell'**Allegato B** delle NTC08, per i 10751 punti di un reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio nazionale, identificati dalle coordinate geografiche longitudine e latitudine.

Qualora la pericolosità sismica del sito sul reticolo di riferimento non consideri il periodo di ritorno  $T_R$  corrispondente alla  $V_R$  e  $P_{V_R}$  fissate, il valore del generico parametro  $p$  ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione (Figura 4.1), a partire dai dati relativi ai tempi di ritorno previsti nella pericolosità di base, utilizzando la seguente espressione dell'**Allegato A** alle NTC08:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \cdot \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right)\right]^{-1} \quad (4.1)$$



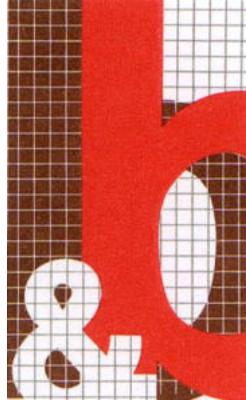
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

nella quale  $p$  è il valore del parametro di interesse ( $a_g, F_o, T_C^*$ ) corrispondente al periodo di ritorno  $T_R$  desiderato, mentre  $p_{1, 2}$  è il valore di tale parametro corrispondente al periodo di ritorno  $T_{R1, 2}$ .

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri  $p$  sono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, secondo procedure codificate.

Quindi per il suolo di riferimento tipo A e per un periodo di riferimento (VR) di 75 anni si ricavano i seguenti parametri.



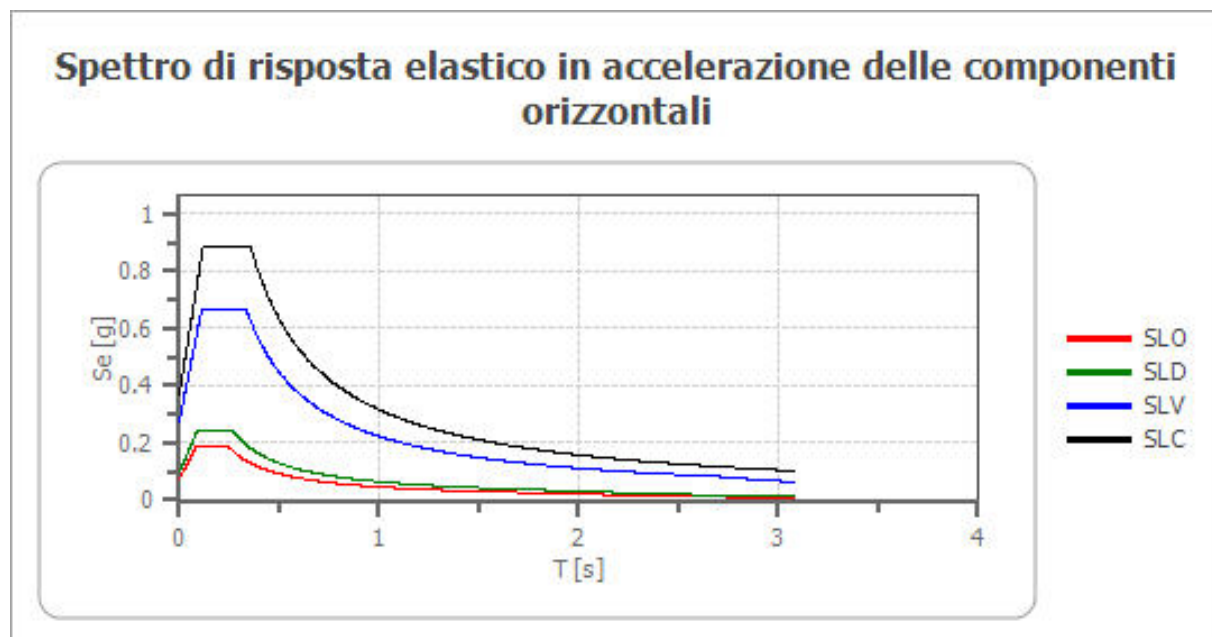


## 7.5 Parametri pericolosità sismica di base del sito

Poiché la pericolosità sismica di base del sito è riferibile solo ad un punto fisico, si è scelto di valutarla per la pila centrale del ponte (in lato sinistro orografico).

*Tabella 11: parametri per pericolosità sismica di base*

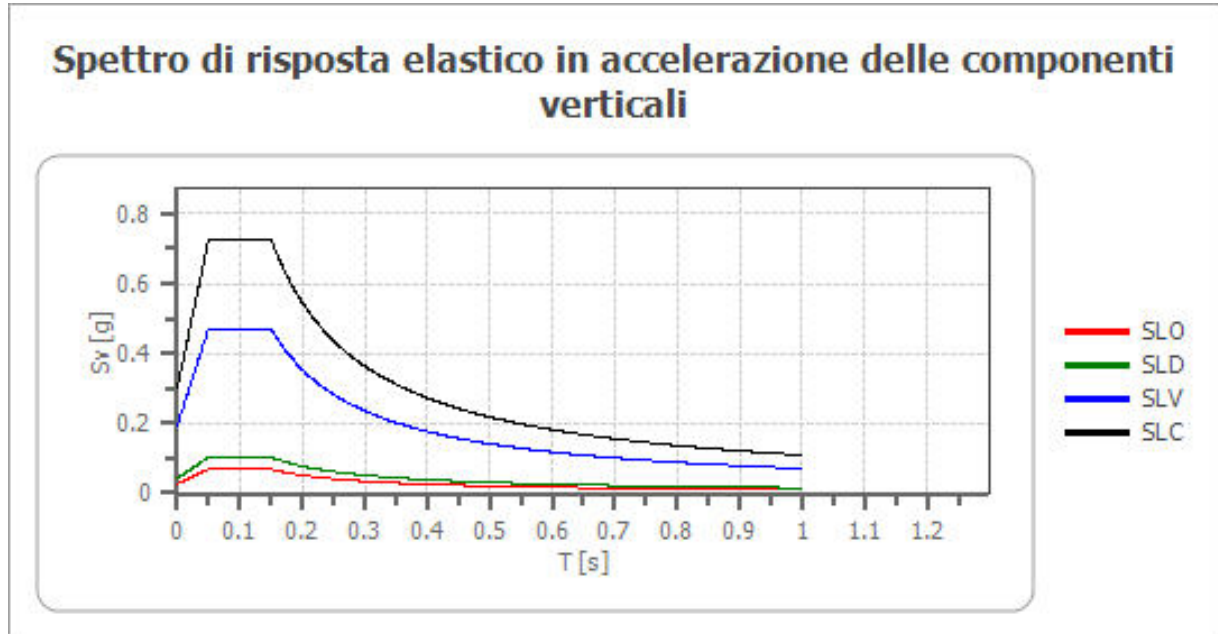
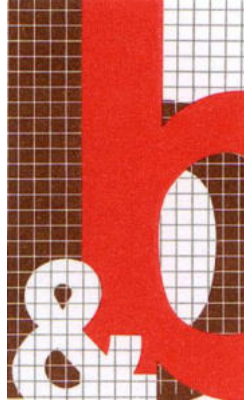
Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	45	0.075	0.736	2.472	0.249
SLD	75	0.099	0.971	2.447	0.266
SLV	712	0.276	2.708	2.409	0.336
SLC	1462	0.369	3.612	2.405	0.356



*Figura 35: Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali*

*Tabella 12: parametri spettro orizzontale per pericolosità sismica di base*

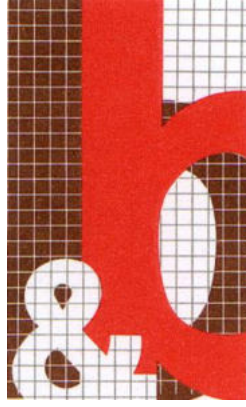
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.5	0.075	2.472	0.249	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.083	0.249	1.900	0.075	0.186
SLD	1.5	0.099	2.447	0.266	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.089	0.266	1.997	0.099	0.243
SLV	1.5	0.276	2.409	0.336	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.112	0.336	2.704	0.276	0.665
SLC	1.5	0.369	2.405	0.356	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.119	0.356	3.076	0.369	0.887



*Figura 36: Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali*

*Tabella 13: parametri spettro verticale per pericolosità sismica di base*

	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	$\eta$ [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1.5	0.075	2.472	0.249	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.028	0.069
SLD	1.5	0.099	2.447	0.266	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.042	0.103
SLV	1.5	0.276	2.409	0.336	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.196	0.471
SLC	1.5	0.369	2.405	0.356	1	1.000	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.303	0.728



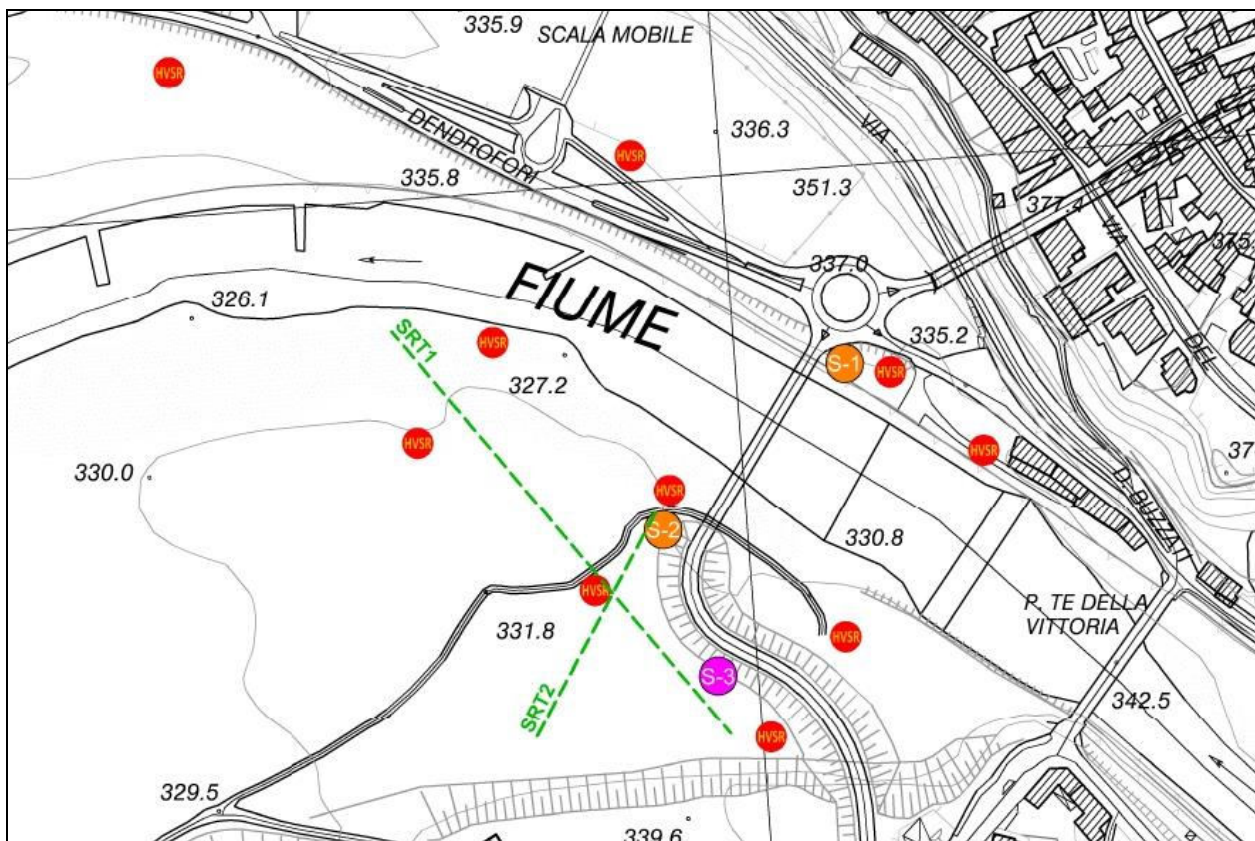
## 8 INDAGINI PER LO STUDIO DI MICROZONAZIONE DI II E III LIVELLO

Per lo studio in esame sono state eseguite le seguenti indagini geofisiche:

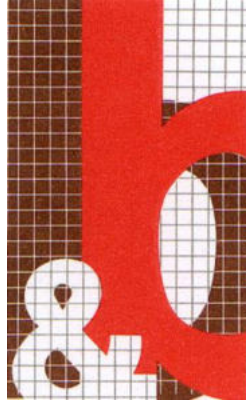
- n. 1 misura delle  $V_p$  e  $V_s$  in foro (S-3) con la tecnica *down hole* (DH);
- n. 2 indagini sismiche attive a rifrazione (SRT1 ed SRT2) con elaborazione tomografica in onde P e S;
- n. 10 misure sismiche passive HVSR.

Integrano le indagini geofisiche i sondaggi geognostici S-1 ed S-2 (ALLEGATO 1) e il sondaggio S-3 (ALLEGATO 2).

L'ubicazione dei punti di indagine è riportata negli specifici ALLEGATO 3 e ALLEGATO 4.



*Figura 37: ubicazione indagini geofisiche e sondaggi geognostici*



## **8.1 Misura *Down Hole***

Il metodo sismico *Down-Hole* (DH) misura il tempo di percorrenza delle onde P e S nel tragitto tra la sorgente sismica (posta in superficie) e i ricevitori posti all'interno del foro di sondaggio opportunamente predisposto (tubo in PVC 2").

La misura *Down Hole* (DH) ha interessato tutta la lunghezza del foro (35 metri da p.c.) ed ha acquisito un totale di 105 misure (35 onde P, 35 onde SHx e 35 onde SHy), con misure ogni metro e sorgente a 3 metri dal foro.

Il complesso dei dati è esposto nell'ALLEGATO 4 mentre di seguito si espone il commento.

### **8.1.1 RIEPILOGO**

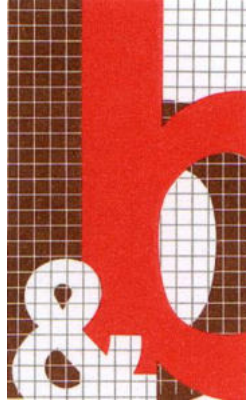
Oltre ad un quadro in linea con il contesto geologico in esame ( $V_p$  elevate per la presenza della falda di fatto superficiale, con  $V_s$  in linea con la tipologia dei terreni) si osservano alcuni elementi interessanti.

Le velocità intervallari ( $V_s$ ) variano tra 173 e 943 m/s, mentre la velocità media del pacco di depositi alluvionali corrisponde a 533 m/s ( $V_{S33}$ ), con la velocità dell'intero pacco investigato che vale 546 m/s ( $V_{S35}$ ).

Si rileva che il gradiente di velocità ( $V_s$  puntuale) si riduce progressivamente, passando da uno strato superficiale (0-9 m) con gradiente costante appena superiore a 20 m/s, a uno strato intermedio (10-18 m) con gradiente costante intorno a 14 m/s e con lo strato più profondo con gradiente costante intorno a 6 m/s.

L'andamento delle velocità intervallari ( $V_s$  riferibili al singolo spessore di misura) invece segnala, all'interno di una progressiva tendenza all'aumento (da 173 m/s a 943 m/s) corrispondente ad un gradiente medio di 22 m/s, ripetute misure (12/35) con riduzioni della velocità.





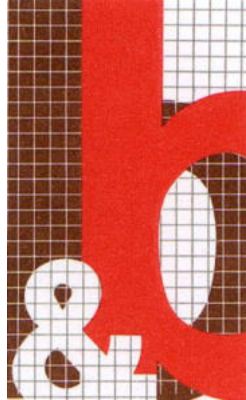
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Ciò sembra suggerire la presenza di alternanze stratigrafiche di orizzonti con proprietà fisico-meccaniche di rigidità ( $\mu$ ) e densità ( $\rho$ ) variabili, coerenti con la presenza di un deposito alluvionale granulare grossolano prevalente stratificato.

Di tale fatto si ha riscontro anche per le Vp.

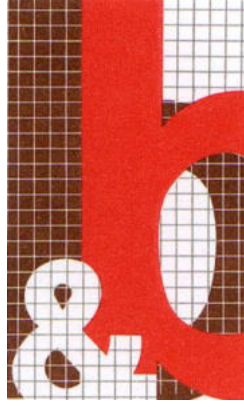
Ai fini della determinazione dei coefficienti Fa e Fv si assumerà che il gradiente di velocità (Vs) all'interno dell'intero pacco di depositi alluvionali aumenti in maniera progressiva (22 m/s) nonostante alcune inversioni che hanno significato locale e non sismostratigrafico.

La tabella a seguire riepiloga i dati raccolti e ne propone alcune elaborazioni anche con l'aiuto della colorazione delle celle (gradazione delle tonalità per indicare sequenza sismo stratigrafica; colorazione arancione per indicare gli strati con riduzione del gradiente di velocità).

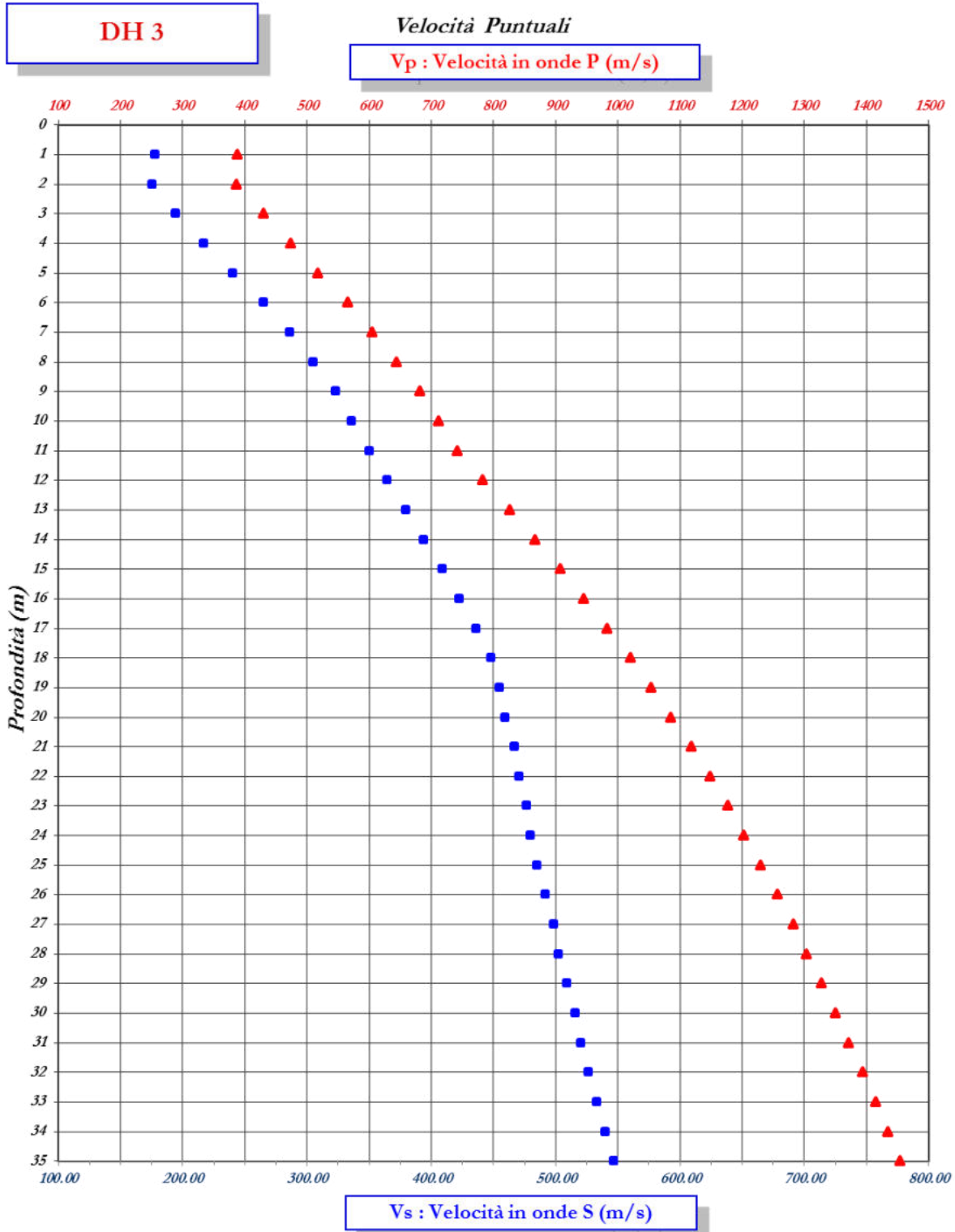


*Tabella 14: Tabella riassuntiva con elaborazione delle misure DH*

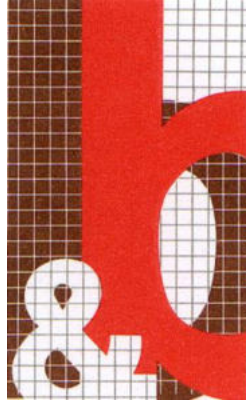
VELOCITA' ONDE P – S							
Strato (m)	Velocità Vp [m/s] puntuali	Velocità Vp [m/s] intervallari	gradiente locale VP intervallari [m/s]	Velocità Vs [m/s] puntuali	gradiente locale VS puntuali [m/s]	Velocità Vs [m/s] intervallari	gradiente locale VS intervallari [m/s]
1	388.49	388.49		177.56	0	177.56	0
2	386.03	383.61	-4.88	175.71	0	173.9	-3.66
3	431.16	562.74	179.13	194.8	19.09	248.86	74.96
4	474.83	682.1	119.36	217.01	22.21	329.9	81.04
5	517.39	806.49	124.39	240.15	23.14	418.77	88.87
6	566.09	1069.5	263.01	265.25	25.1	555.51	136.74
7	604.91	1027.67	-41.83	286.31	21.06	546.69	-8.82
8	644.34	1185.27	157.6	305.03	18.72	562.64	15.95
9	682.51	1297.06	111.79	323.56	18.53	629.4	66.76
10	711.68	1156.59	-140.47	336.35	12.79	522.05	-107.35
11	742.3	1303	146.41	350.28	13.93	598.04	75.99
12	782.87	1962.79	659.79	364.23	13.95	648.1	50.06
13	826.11	2449.98	487.19	379.46	15.23	761.29	113.19
14	867.75	2516.85	66.87	394.32	14.86	803.59	42.3
15	907.84	2570.4	53.55	409.23	14.91	869.49	65.9
16	945.89	2548.12	-22.28	422.94	13.71	849.87	-19.62
17	983.63	2719.45	171.33	435.93	12.99	857.13	7.26
18	1020.03	2750	30.55	448.17	12.24	857.95	0.82
19	1053.99	2630.98	-119.02	454.63	6.46	613.78	-244.17
20	1086.13	2581.84	-49.14	459.84	5.21	587.83	-25.95
21	1118.25	2737.12	155.28	466.74	6.9	666.76	78.93
22	1148.36	2642.99	-94.13	471.01	4.27	583.25	-83.51
23	1177.4	2653.74	10.75	476.57	5.56	643.73	60.48
24	1203.32	2437.5	-216.24	479.99	3.42	574.81	-68.92
25	1230.06	2635.72	198.22	485.15	5.16	653.84	79.03
26	1256.78	2750.64	114.92	491.87	6.72	752.46	98.62
27	1282.63	2756.97	6.33	498.28	6.41	753.44	0.98
28	1304.32	2399.94	-357.03	502.59	4.31	655.91	-97.53
29	1327.63	2657.47	257.53	509.34	6.75	816.32	160.41
30	1350.18	2661.35	3.88	515.82	6.48	817.15	0.83
31	1371.72	2629.91	-31.44	520.29	4.47	703.37	-113.78
32	1393.47	2740.62	110.71	526.37	6.08	825.24	121.87
33	1414.86	2781.52	40.9	533.33	6.96	924.71	99.47
34	1434.72	2673.01	-108.51	539.98	6.65	916.99	-7.72
35	1454.59	2748.44	75.43	546.66	6.68	943.51	26.52



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



**Figura 38: Andamento delle Vp e Vs, rappresentanti le velocità puntuali metro per metro.**



DH 3

Velocità Intervallari

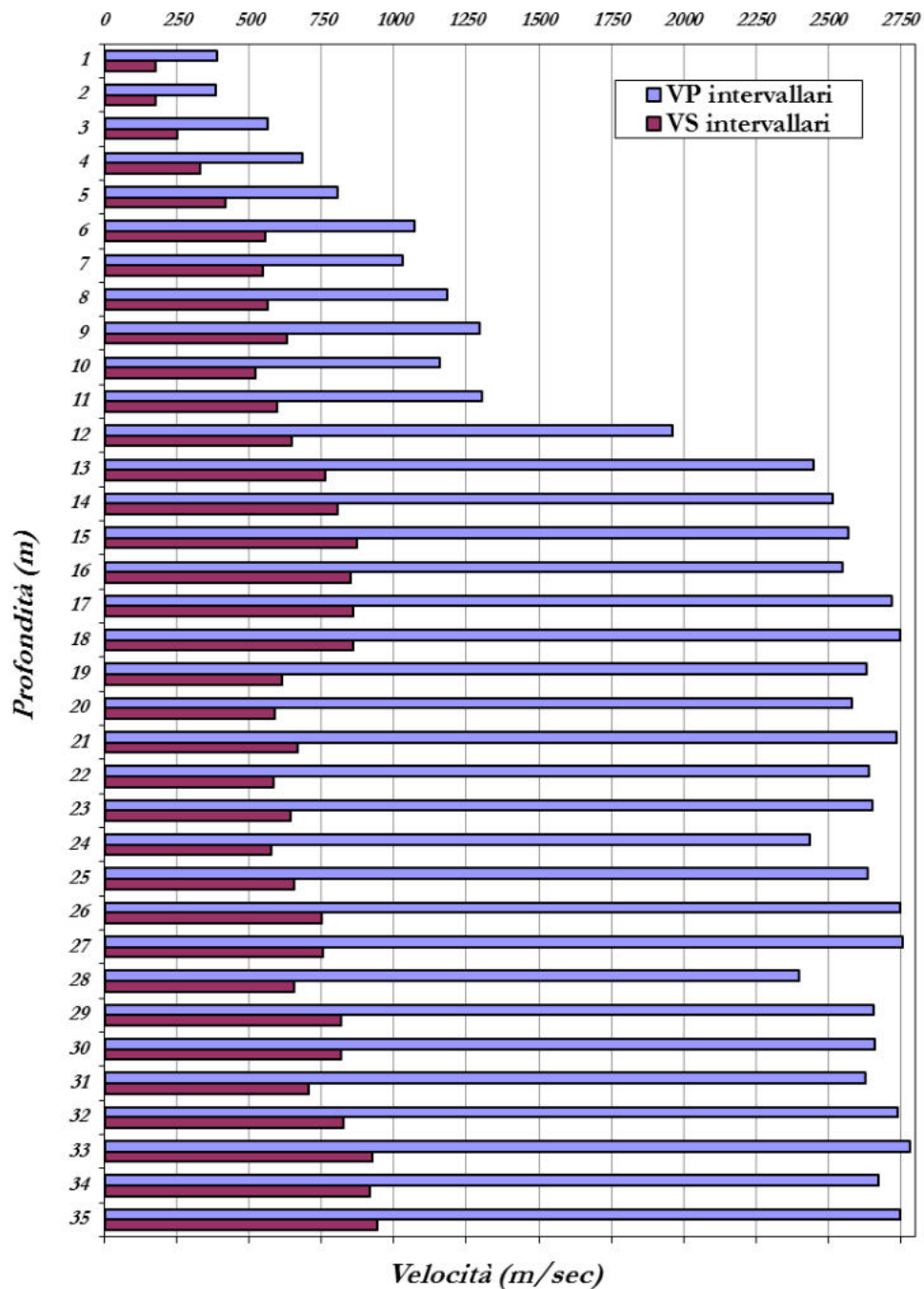
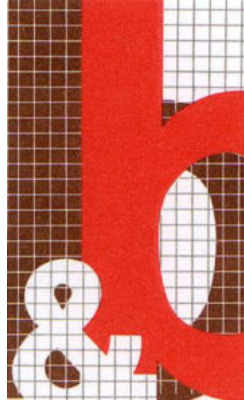


Fig. 39: Andamento delle Vp e Vs, rappresentanti le velocità intervallari metro per metro



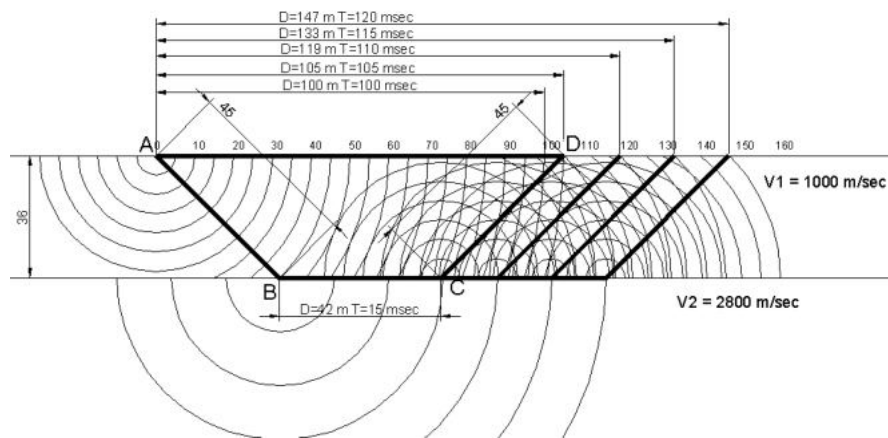


## 8.2 Sismica attiva a rifrazione

Alla determinazione di tali velocità si risale mediante la misura dei tempi necessari ad un impulso sismico (a prevalente deformazione di volume, cioè onda di compressione) per percorrere lo spazio che separa il punto di origine dai vari punti di posizionamento dei sensori.

La propagazione dell'onda sismica di volume avviene seguendo le leggi della fisica fondamentale ed in particolare le leggi della rifrazione e della riflessione.

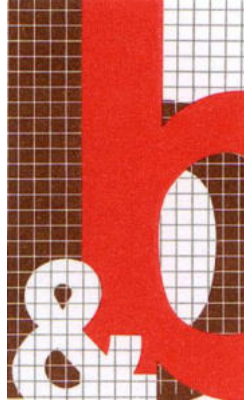
Questo fenomeno si verifica (come evidente in fig. 1) per la rifrazione allorquando un'onda attraversa una discontinuità tra materiali caratterizzati da differente velocità di propagazione.



*Fig. 40: Propagazione dei fronti d'onda in un semispazio a due strati.*

Questa tecnica è stata applicata su due direttrici opportunamente orientate (anche in relazione alla logistica e alla disponibilità di verticali note) denominate SRT1 e SRT2.

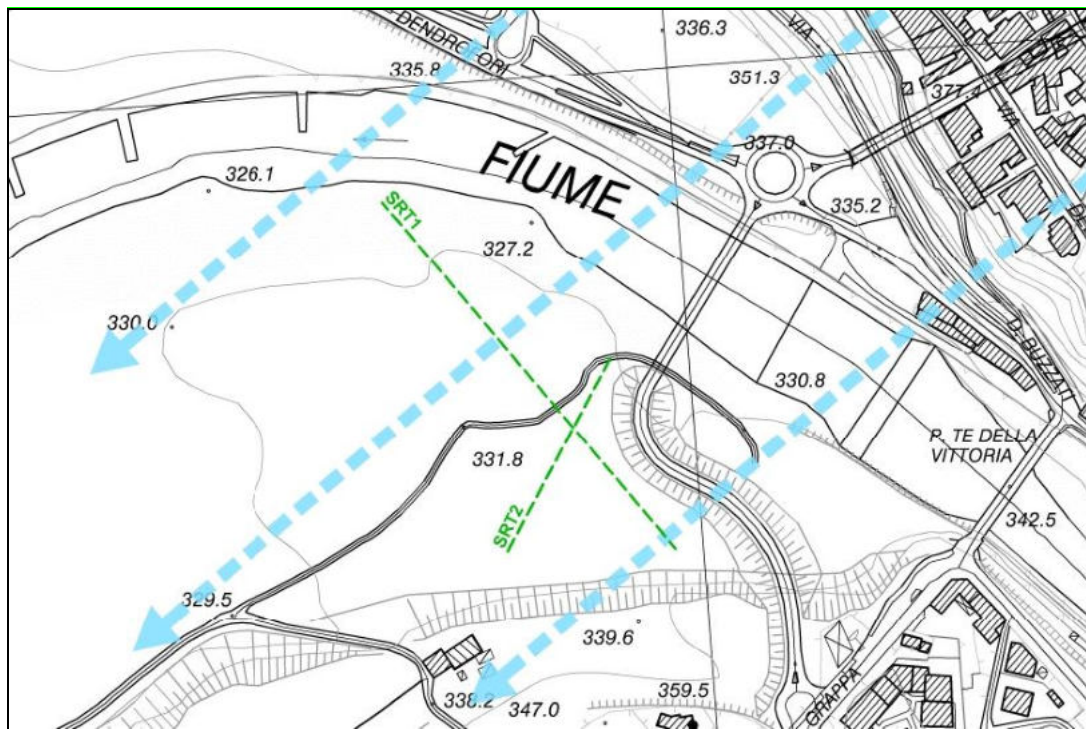
I dettagli dell'indagine sono esposti nell'ALLEGATO 4 mentre di seguito si propone un sintetico commento.



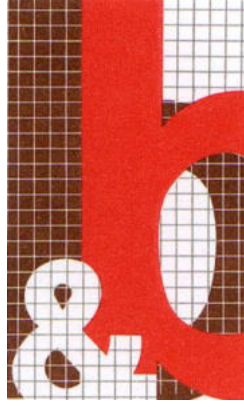
### 8.2.1 RIEPILOGO

I due stendimenti sono stati orientati per consentire l'identificazione di variazioni dell'andamento della paleovalle sepolta, riconducibile all'andamento (dei picchi di velocità) in presenza dello strato roccioso in Flysch.

Tralasciando il commento per le onde Vp (di compressione) influenzate dalla presenza della falda, ci concentriamo sulle onde Vs.



**Figura 41: ubicazione stendimenti per sismica a rifrazione; le frecce azzurre indicano la direzione di massima della paleovalle del Piave**



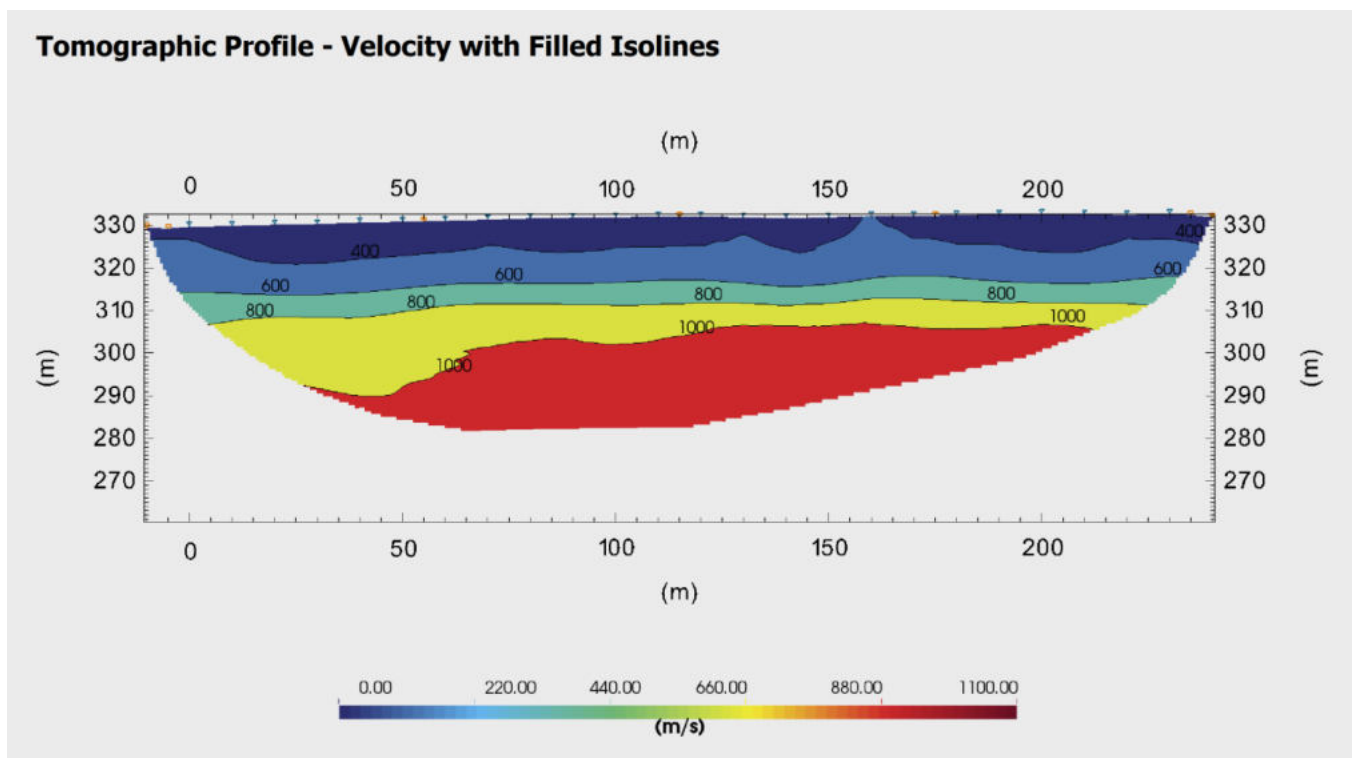
### 8.2.1.1 STENDIMENTO SRT1

Lo stendimento SRT1 è molto lungo (240 m) e si estende dall'alveo del f. Piave a NW (0) alla prossimità del rilevato stradale esistente a SE (240).

La direzione è grossomodo perpendicolare all'asse del paleoalveo del f. Piave.

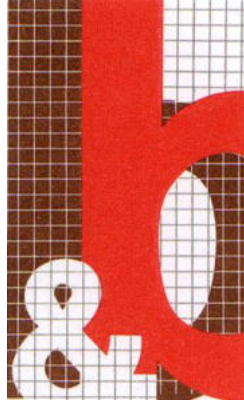
Non si rilevano elementi di variabilità e/o eterogeneità significativi, se non la tendenza, già evidenziata con la misura DH, al gradiente di velocità positivo con la profondità.

Si coglie una tendenza graduale all'approfondimento su tutto lo stendimento (in direzione NW) con la conferma dell'approfondimento del paleoalveo a partire dalla progressiva 60 m (in direzione NW).



*Fig. 42: Stendimento SRT1 ricostruzione a isolinee di velocità Vs*

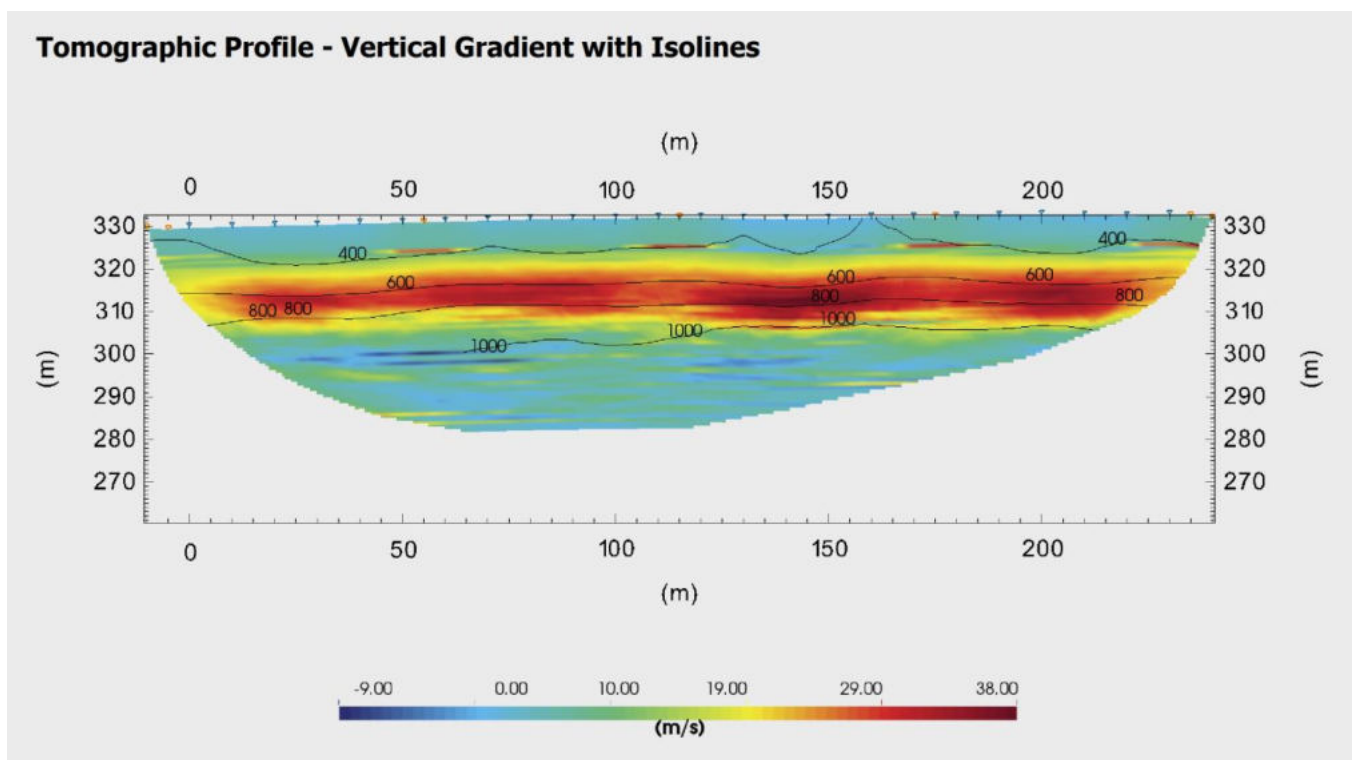
Si coglie anche (vedi figura a seguire) che esiste un gradiente marcato di velocità ( $V_s$ ) intorno a 15-20 m ad indicare una anisotropia interna al pacco di materiali alluvionali, come già evidenziata anche con il DH.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

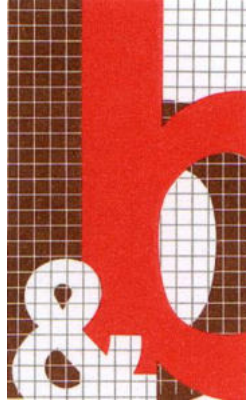
Ciò sembra anche indicare che il passaggio al bedrock sismostratigrafico (coperture fluvioglaciali/flysch) non sia così “geofisicamente” evidente in termini di rigidità ( $\mu$ ) e densità ( $\rho$ ).

Tale fatto è già stato evidenziato in altri studi.



*Fig. 43: Stendimento SRT1 ricostruzione a gradiente di velocità  $V_s$*



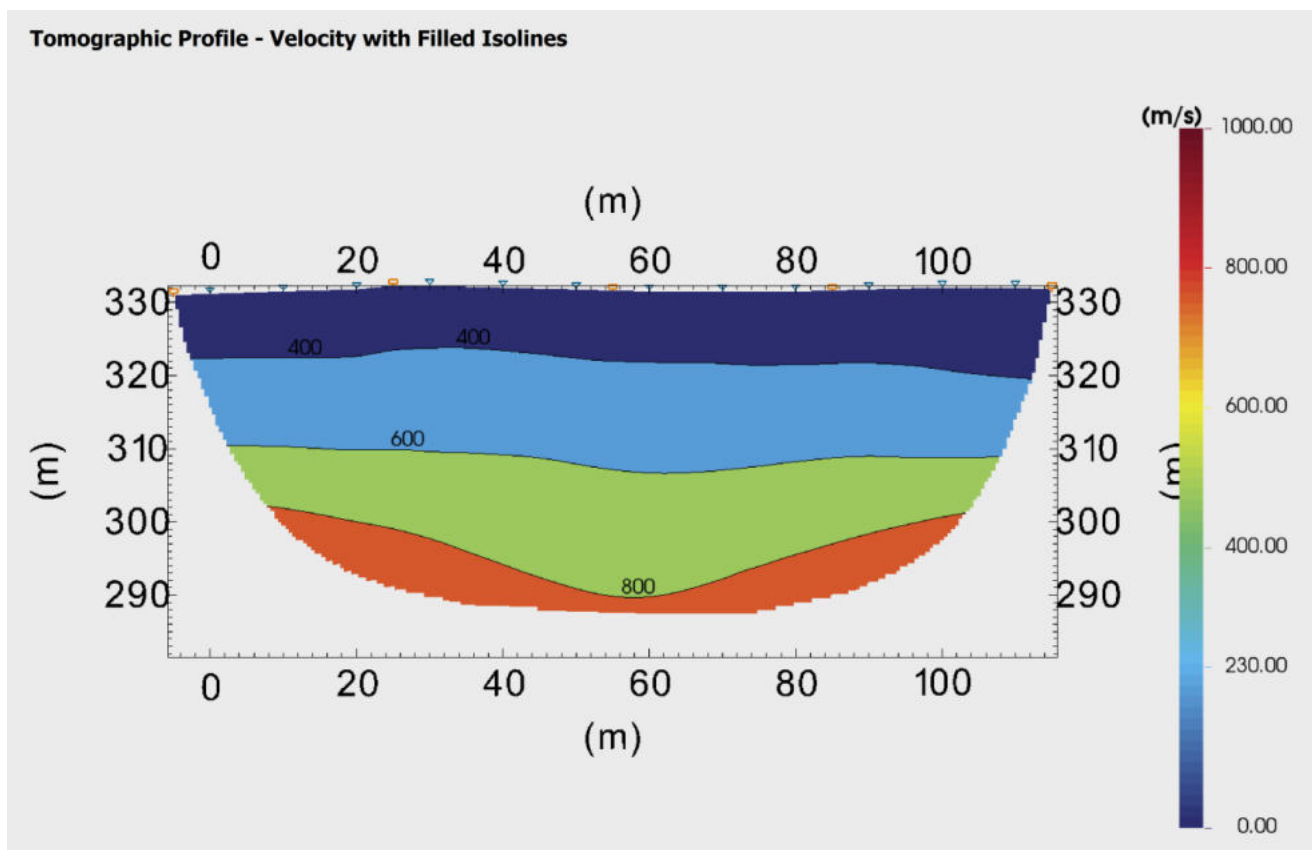


### 8.2.1.2 STENDIMENTO SRT2

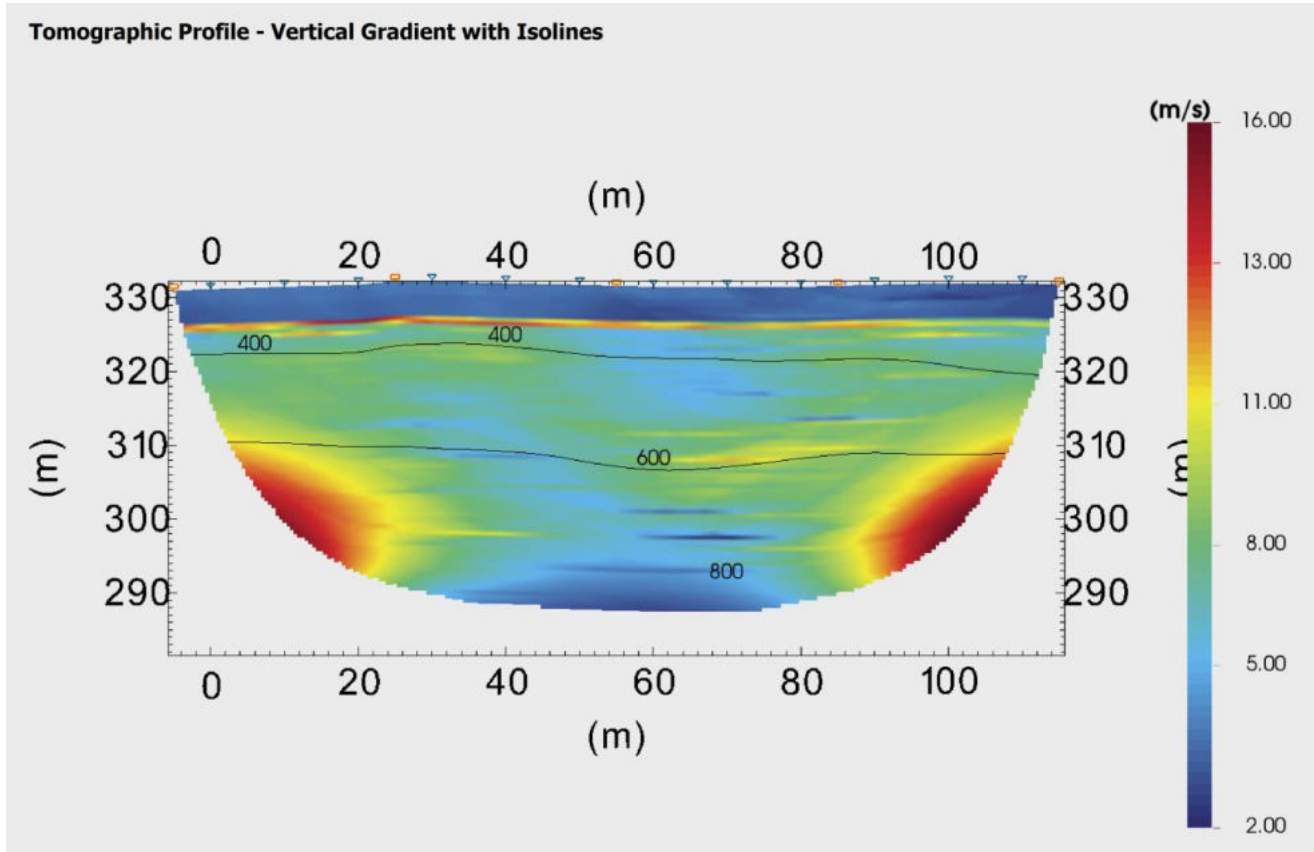
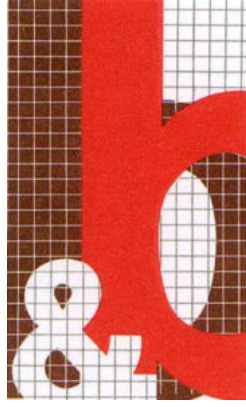
Lo stendimento SRT2 è più corto (130 m) e si estende dall'alveo del f. Piave a NE (0) alla prossimità piana alluvionale a SW (130).

La direzione è grossomodo parallela all'asse del paleoalveo del f. Piave.

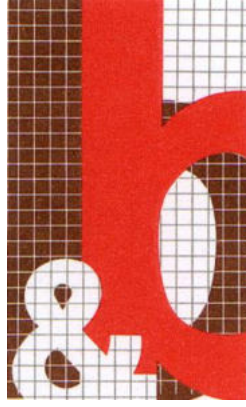
Non si rilevano elementi di variabilità e/o eterogeneità significativi, con ciò confermando l'assetto atteso (parallelo alla paleovalle e omogeneo).



*Fig. 44: Stendimento SRT2 ricostruzione a isolinee di velocità Vs*



*Fig. 45: Stendimento SRT2 ricostruzione a gradiente di velocità  $V_s$*

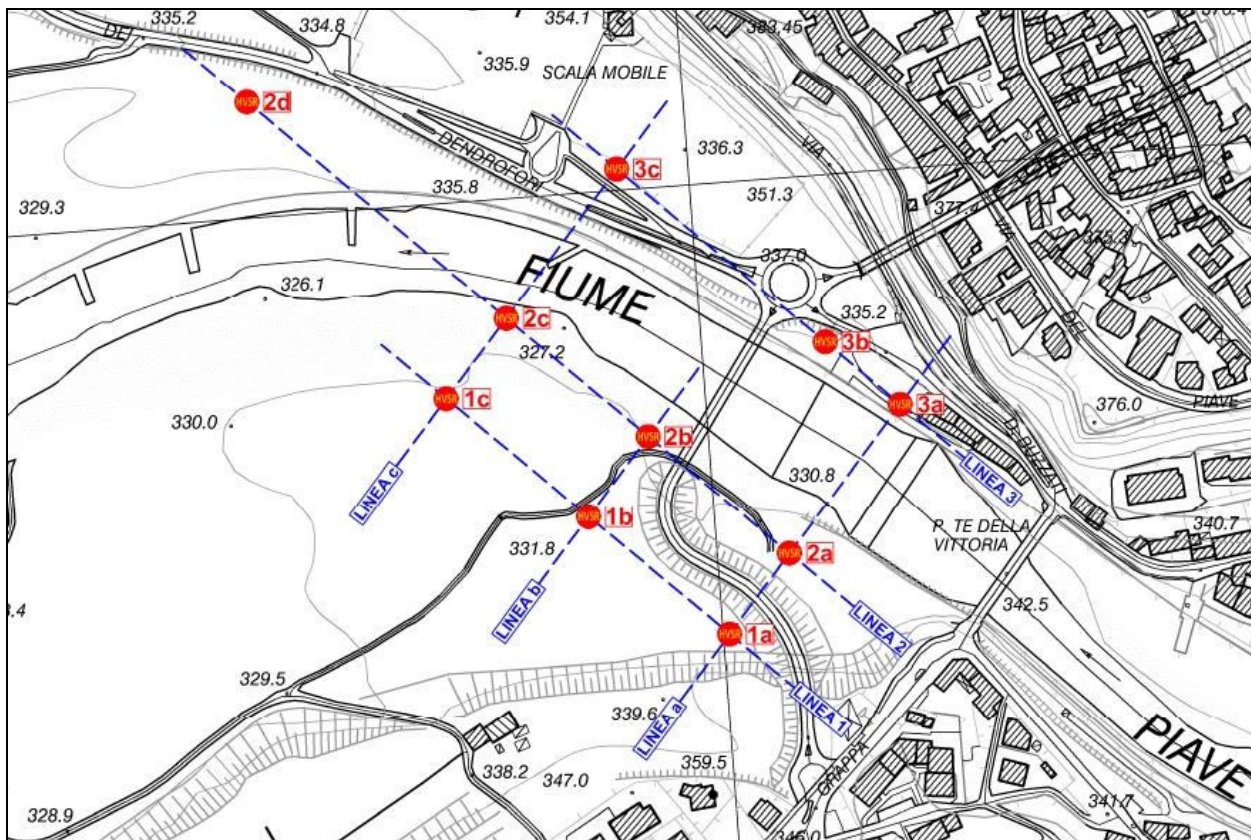


### 8.3 Indagini puntuali HVSR e carta delle frequenze fondamentali e dei rapporti HV

La tecnica HVSR (*Horizontal to Vertical Spectral Ratio*) risulta efficace in quanto consente la definizione della risposta sismica locale attraverso l'individuazione della frequenza fondamentale del sito relativa all'amplificazione H/V.

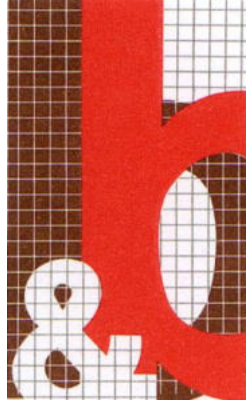
Inoltre, opportunamente correlata e tarata con il quadro dei dati geofisici acquisiti consente la modellazione del sottosuolo attraverso la definizione di profili di velocità, oltre alla eventuale definizione della  $V_{seq}$ .

Di seguito si riporta un estratto ove sono ubicate le stazioni di indagine.



**Figura 46: ubicazione indagini HVSR**

Nella tabella a seguire si riepilogano i dati relativi a ciascun punto di misura.

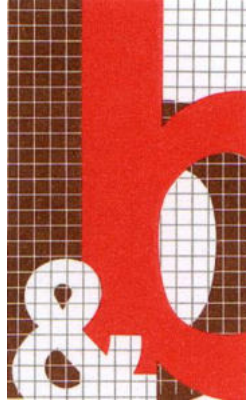


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**Tabella 15: dati delle misure HVSR**

NOME_HVSR	DATA	CTR	SISTEMA DI COORDINATE				QUOTA
			Gauss Boaga fuso W (Roma40)		UTM/ETRF89 fuso 33		
			E	N	E	N	m slm
1a	19/03/2021	063071 "Belluno"	1748493.448	5113997.987	285000.788	5112710.332	333,0
1b	19/03/2021	063071 "Belluno"	1748409.496	5114067.567	284922.344	5112786.034	332,0
1c	19/03/2021	063071 "Belluno"	1748324.960	5114137.632	284843.354	5112862.264	330,0
2a	19/03/2021	063071 "Belluno"	1748528.904	5114045.738	285039.739	5112755.262	332,5
2b	19/03/2021	063071 "Belluno"	1748444.952	5114115.318	284961.295	5112830.963	328,5
2c	19/03/2021	063071 "Belluno"	1748360.600	5114185.210	284882.475	5112907.007	327,0
2d	22/03/2021	063071 "Belluno"	1748205.617	5114313.681	284737.661	5113046.780	332,0
3a	22/03/2021	063071 "Belluno"	1748594.699	5114134.347	285112.019	5112838.634	333,0
3b	22/03/2021	063071 "Belluno"	1748550.093	5114171.316	285070.339	5112878.856	335,0
3c	22/03/2021	063071 "Belluno"	1748426.211	5114273.991	284954.585	5112990.565	337,0





### **8.3.1 RIEPILOGO**

I dati acquisiti sono esposti nell'ALLEGATO 2 e nell'ELABORATO 4 Carta delle frequenze fondamentali e dei rapporti H/V, cui si rinvia per gli approfondimenti.

Di seguito si rimette un sintetico commento complessivo del sito.

In generale si riscontra che il contrasto di impedenza sismico più significativo si rileva per frequenze comprese 4 e 6 Hz che indicano profondità comprese tra 20 e 25 m, in linea con il gradiente di velocità rilevato con le tomografie.

Il passaggio dai termini fluvioglaciali al Flysch non sembra dare risposte apprezzabili in termini di rapporti spettrali HV, in linea con l'inquadramento geologico, geotecnico e sismico delle formazioni attraversate.

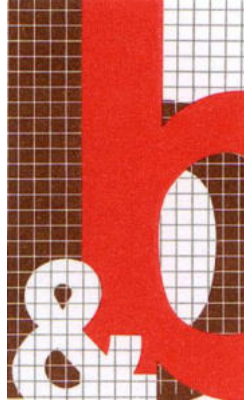
I picchi HV si concentrano a frequenze comprese tra 4 e 5,3 Hz (esclusi i due valori estremi a 2,8 e 6,5 Hz).

I valori di HV sono sempre superiori a 3,3 con un massimo a 5,4.

Particolare interessante è costituito dall'andamento direzionale del rapporto HV, il quale segnala sempre una riduzione di intensità per direzioni comprese tra N30E e E con maggiore frequenza per la direzione N50E.

Non sfugge quindi l'effetto della direzione della paleovalle o quantomeno dell'assetto deposizionale orientato del riempimento della paleovalle.

Sembra di dover concludere quindi con un quadro sostanzialmente omogeneo per ampiezza di frequenza (4-5,3 Hz) con amplificazione del rapporto spettrale HV compresa tra 3,3 e 5,5, che denota per il sito una configurazione di risposta spettrale sostanzialmente omogenea.



## **9 CARTOGRAFIA DI MICROZONAZIONE**

Trattandosi di revisione e aggiornamento del I livello con contemporanea realizzazione dello studio di II e III livello per l'area di interesse, la cartografia rappresenta la sintesi di tutte le informazioni, acquisite e valutate a tutti i livelli, aggiornate ad aprile 2021, come anche previsto da Indirizzi della Protezione Civile in materia di aggiornamento degli studi di vario livello (I, II, III).

### **9.1 Carta geologico tecnica**

La carta geologico tecnica non è stata aggiornata non essendo emersi elementi di approfondimento pertinenti.

### **9.2 Carta della pericolosità sismica locale**

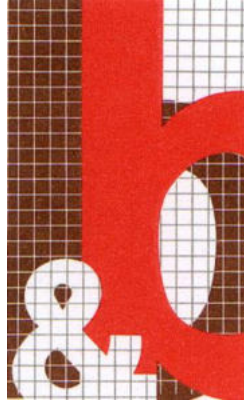
La Carta della pericolosità sismica locale (CPSL) è stata resa obbligatoria con la DGRV 899/2019 del 28/6/2019, ed è stata redatta quindi in questa fase di studio, tenendo già conto degli esiti dell'aggiornamento dello studio di II e III livello.

### **9.3 Carta delle indagini**

La carta delle indagini contiene le ubicazioni di tutte le indagini (sismiche e geognostiche) appositamente eseguite per questa fase di progettazione dell'opera e di studio (2020 e 2021).

### **9.4 Carta delle frequenze e dei rapporti HV**

La Carta delle frequenze e dei rapporti H/V contiene gli esiti dei contenuti in frequenza ( $f_{\text{fondamentale}}$ ) e delle relative ampiezze (max H/V) determinate dalle indagini sismiche passive HVSR eseguite per il presente studio (2021).



## 9.5 Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

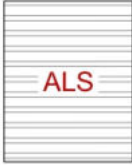


Sulla base degli esiti delle indagini sismiche eseguite (2021) e alla luce delle indagini geognostiche (2020 e 2021), la versione del 2013 è stata aggiornata.

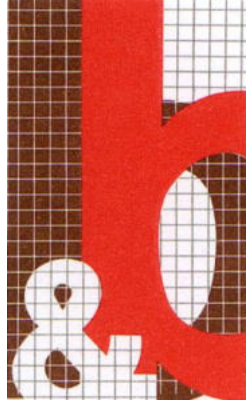
La quantità di dati geologico/geofisici ottenuti dalle indagini eseguite hanno acconsentito una più precisa zonizzazione degli ambiti dal punto di vista sismico: la maggior parte delle nuove classi create sono ascrivibili a sottoclassi specifiche di classi già esistenti.

Altre zone sono state soggette ad aggiornamento di classe.

La numerazione delle nuove zone (o classi) riprende dall'ultima classe definita dallo Studio di I livello (2013).

Di seguito si propongono le classi di zonizzazione di nuova introduzione con un breve commento.

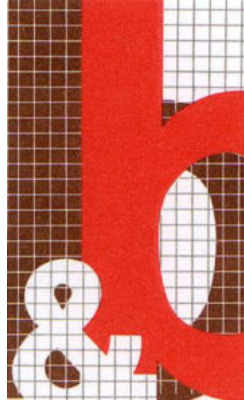
<p><b>1041</b></p>  <p>ALS alternanza di litotipi (Flysch di Belluno)</p>	<p><b><u>CLASSE 1041</u></b></p> <p>Substrato roccioso affiorante costituito da Flysch di Belluno nelle sue classiche sequenze torbiditiche. L'unico punto dove il substrato risulta affiorante è alla base del Ponte della Vittoria</p>
<p><b>2008</b></p>  <p>GM sp. medio 0-15 m</p> <p>ALS alternanza di litotipi (Flysch di Belluno)</p>	<p><b><u>CLASSE 2008</u></b></p> <p>Terreni tipo GM di ambiente fluviale con spessore medio variabile da 0 a 15m, poggianti su substrato 1041. Caratterizza la fascia che dalla base del Ponte della Vittoria arriva fino nei pressi del sondaggio a distruzione eseguito nell'anno 2018 (v.doc.[Q]), comprese le scarpate sottostanti a Via Montegrappa</p>
<p><b>2009</b></p>  <p>GM sp. medio 15-30 m</p> <p>ALS alternanza di litotipi (Flysch di Belluno)</p>	<p><b><u>CLASSE 2009</u></b></p> <p>Terreni tipo GM di ambiente fluviale con spessore medio 15-30 m, poggianti su substrato 1041. Caratterizza grossomodo la fascia compresa fra il sondaggio a distruzione citato precedentemente e i sondaggi 2020/2021</p>



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

<p><b>2010</b></p> 	<p><b><u>CLASSE 2010</u></b></p> <p>E'la classe più rilevante, caratterizzata da terreni tipo GM di ambiente fluviale con spessore medio &gt; 30 m poggianti su substrato 1041. Comprende tutta la fascia che si estende dai sondaggi 2020/2021 (compresi) fino al limite NW dell'area di studio. Essa rappresenta, nel presente studio, il punto più approfondito della valle sepolta del Piave.</p>
<p><b>2011</b></p> 	<p><b><u>CLASSE 2011</u></b></p> <p>Terreni tipo RI (riporto antropico) con spessore medio 3-5 m poggianti su terreni GM a loro volta poggianti su substrato 1041. Lo spessore totale delle coperture è &gt;= 30 m. Tale classe ricade nella zona N dell'area di studio, e corrisponde alla rotonda stradale di Lambioi e zone limitrofe, soggette ad intenso rimodellamento antropico; tale classe zonizza anche la parte di rilevato stradale esistente poggiate in gran parte sui terreni zonati come 2010 ed in piccola parte come 2009.</p>
<p><b>2012</b></p> 	<p><b><u>CLASSE 2012</u></b></p> <p>Terreni tipo GM-GC (ghiaie limose o argillose, miscela di ghiaia, sabbia e limo) di spessore medio &lt;= 5 m poggianti su substrato 1041. Caratterizzano l'estremo E/SE dell'area di studio, nella zona di Via Montegrappa e sono definibili come i depositi di frana non attivi del Col Cavalier.</p>
<p><b>2013</b></p> 	<p><b><u>CLASSE 2013</u></b></p> <p>Terreni tipo RI (riporto antropico) con spessore medio 2 m poggianti su terreni GM e limitatamente su terreni GM-GC con spessore medio variabile da 0 a 15m a loro volta poggianti su substrato 1041. Tale classe zonizza la restante parte di rilevato stradale esistente poggiate sui terreni zonati come 2008 e marginalmente come 2013.</p>



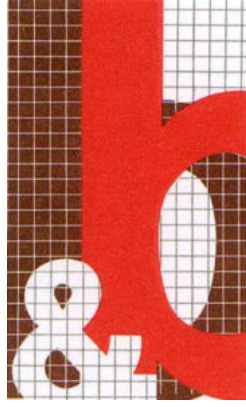


## **9.6 Carta di microzonazione sismica**

La carta di microzonazione sismica è la carta di sintesi di tutti e tre i livelli (I, II, III).

Essa suddivide l'area di studio in zone stabili, stabili suscettibili di amplificazioni locali, zone di attenzione e zone suscettibili di instabilità.

Nel caso in esame si sono rilevate solo zone stabili ( $F_a \leq 1,0$ ) e zone stabili suscettibili di amplificazioni locali ( $F_a > 1,0$ ), queste ultime caratterizzate da classi dipendenti dal parametro di amplificazione  $F_a$ , opportunamente definito (abachi).



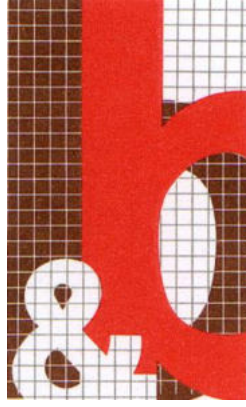
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

## **10 COMMENTO AI SENSI DELLA TABELLA FIG. 2 DGRV 1572/13**

Alla luce dell'inquadramento riepilogato, si è passati alla verifica degli aspetti di approfondimento per il II e III livello della microzonazione sismica, secondo il diagramma di flusso di cui alla fig. 2 della DGRV 1572/2013.

Per comodità di lettura si analizza ciascun aspetto di pericolosità sismica, così come distinto nella DGRV 1572/2013.

Nel capitolo 14 si proporrà la sintesi delle analisi di II e III livello.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

## 10.1 Zone suscettibili di instabilità (P1)

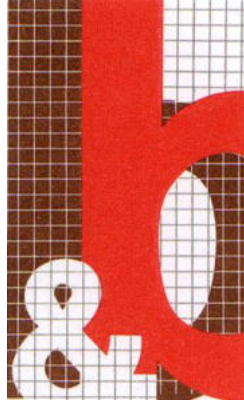
### 10.1.1 ZONE CARATTERIZZATE DA MOVIMENTI FRANOSI ATTIVI (P1A), ZONE CARATTERIZZATE DA MOVIMENTI FRANOSI QUIESCENTI (P1B), ZONE POTENZIALMENTE FRANOSE O ESPOSTE A RISCHIO FRANA (P1C)



*Figura 47: la frana della parte inferiore del Col Cavalier, effetto dell'alluvione del 17 settembre 1882, disegno in acquerello di Osvaldo Monti in "Illustrazioni dei dintorni di Belluno per servire alla Guida Provinciale", su gentile concessione del Museo Civico di Belluno [inv. MCBL 7085 (p. 56)]*

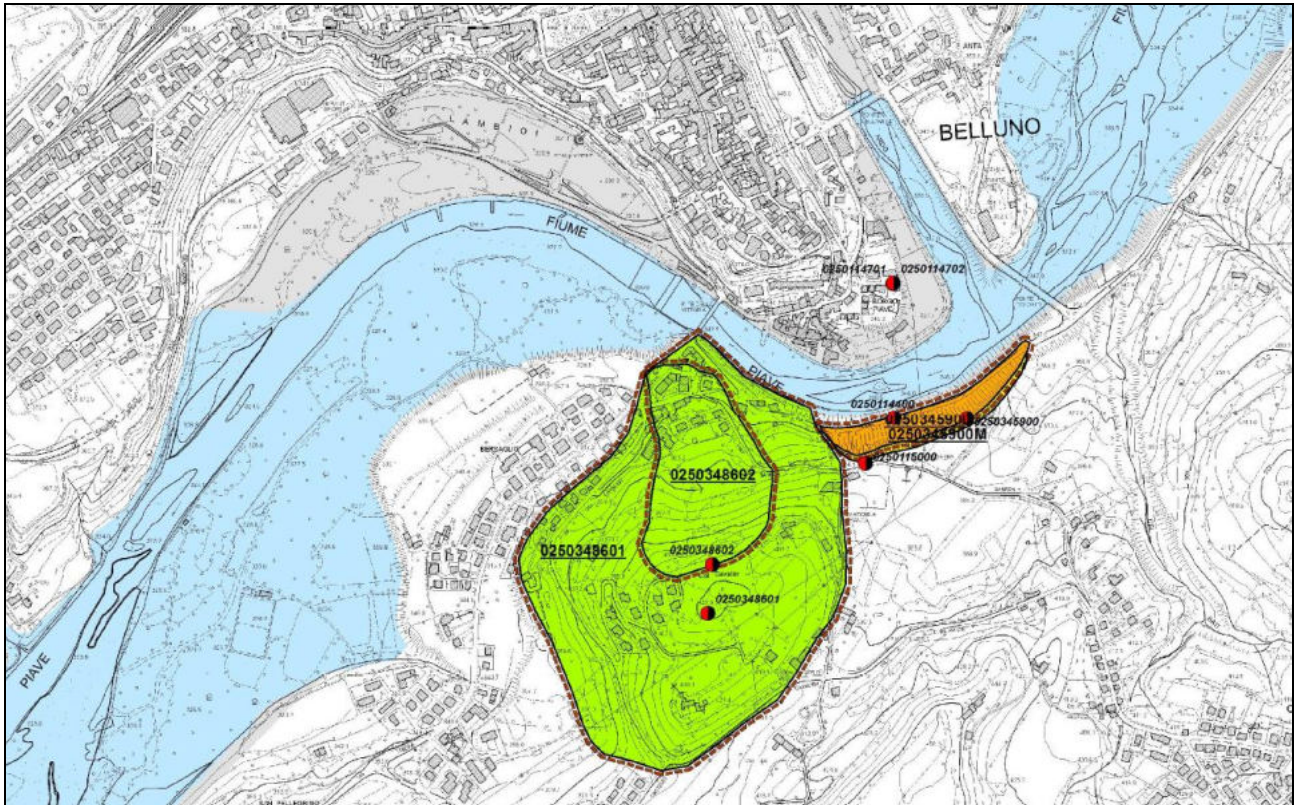
La frana del col Cavalier è datata 17 settembre 1882 e risulta classificata nella scheda ISPRA come frana non attiva.

Dall'immagine accuratamente disegnata dal Monti si riconoscono facilmente almeno una parte dei luoghi.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

L'Autorità di Bacino e il PAI classificano l'area con pericolosità P1 (pericolosità moderata).



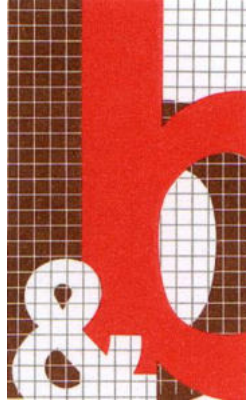
**Figura 48: PAI Piave, Carta della Pericolosità geologica, Comune di Belluno - tav. 03 (scala 1:10.000, 2012)**



**Figura 49: legenda della Carta della pericolosità geologica**

L'intervento non ricade all'interno del suddetto perimetro di pericolosità geologica.





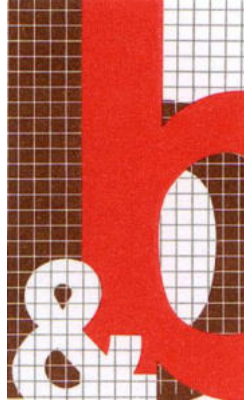
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

A tal proposito giova sottolineare che i margini settentrionali del dissesto antico (piede) risultano intensamente antropizzati (viabilità e costruzioni civili), rendendo assai poco oggettiva una sua perimetrazione di dettaglio.

Alla luce dello stato attuale dei luoghi, almeno per quel che riguarda il margine della frana del Col Cavalier che ricade entro l'area di studio, si conferma che questi non possano essere considerati suscettibili di instabilità per frana attiva, quiescente o potenzialmente franosa o esposta a rischio frana, come autorevolmente già si esprime ISPRA.

Per tale motivo nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS) e nella Carta di microzonazione sismica (MZS) di nuova realizzazione, la zona presente al margine SE dell'areale oggetto di studio, definita come "Zona suscettibile di instabilità – Instabilità di versante (non definita)" (Carta MOPS, I livello) è stata riclassificata come "Zona stabile suscettibile di amplificazioni locali" (MOPS, MZS 2021).

In tal senso anche la CPSL (2021) indica la zona come "Suscettibile ad amplificazioni litologiche o geometriche – P4d".

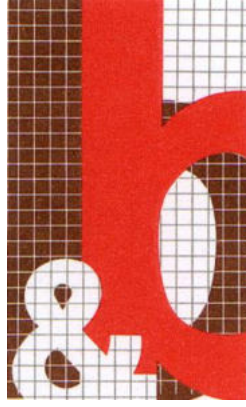


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

## **10.2 Zone suscettibili a liquefazione e cedimenti (P2)**

### **10.2.1 ZONE CON TERRENI DI FONDAZIONE PARTICOLARMENTE SCADENTI QUALI DEPOSITI ALTAMENTE COMPRESSIBILI, ECC. (P2A)**

Non sono emersi elementi in tal senso.



### 10.2.2 ZONE CON DEPOSITI GRANULARI FINI SATURI (P2B)

La liquefazione dei terreni in condizioni sismiche si innesca in depositi saturi a percentuale sabbiosa molto elevata (sabbie classate).

Nel contesto geologico ed idrogeologico del sito emergono aspetti che potrebbero far ipotizzare tale fenomeno, quali la presenza di una falda stabile a profondità comprese tra 0 e – 6 m da piano campagna e la presenza di materiali alluvionali.

La normativa consente di escludere la potenzialità alla liquefazione in presenza di uno o più requisiti

#### 10.2.2.1 CASI DI ESCLUSIONE

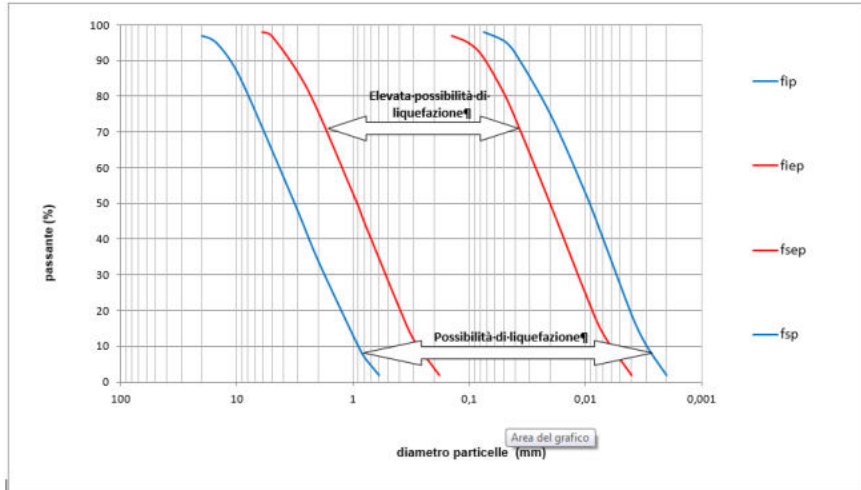
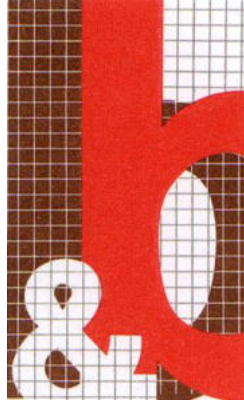
Casi in cui la verifica alla liquefazione può essere omessa:

- ✓ eventi sismici attesi inferiore a  $M=5$ ;
- ✓ accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti  $< 0,1$  g;
- ✓ profondità media stagionale della falda  $> 15$  m dal piano campagna, per piano campagna suborizzontale (per fondazioni superficiali);
- ✓ depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (*Standard Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (*Cone Penetration Test*) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- ✓ distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 31 nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  e  $U_c > 3,5$ .

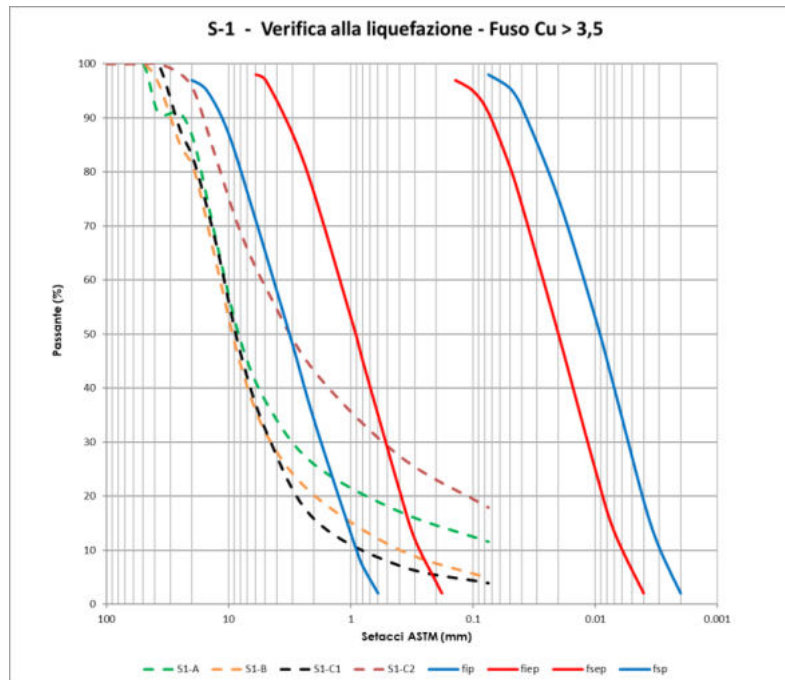
Alla luce dei sondaggi eseguiti (S1, S2, S3), delle prove in foro (SPT) effettuate durante l'esecuzione dei sondaggi (8+10+10) e delle analisi granulometriche (4+4+4) effettuate su campioni provenienti dai sondaggi, è possibile qualificare i terreni che costituiscono i depositi saturi.

Di seguito si riepilogano gli elementi che consentono di escludere il manifestarsi del fenomeno:

- Classificazione granulometrica esterna al fuso di riferimento (v. Figura 50 );
- Valori di NSPT compresi tra 32 e  $> 100$  (rifiuto);
- Velocità delle onde  $V_s$  elevata ( $> 200$  m/s);

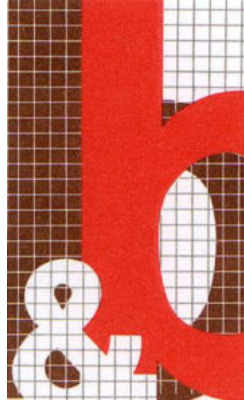


**Figura 50: - Fusi granulometrici dei terreni suscettibili a liquefazione ( $UC > 3,5$ ).**

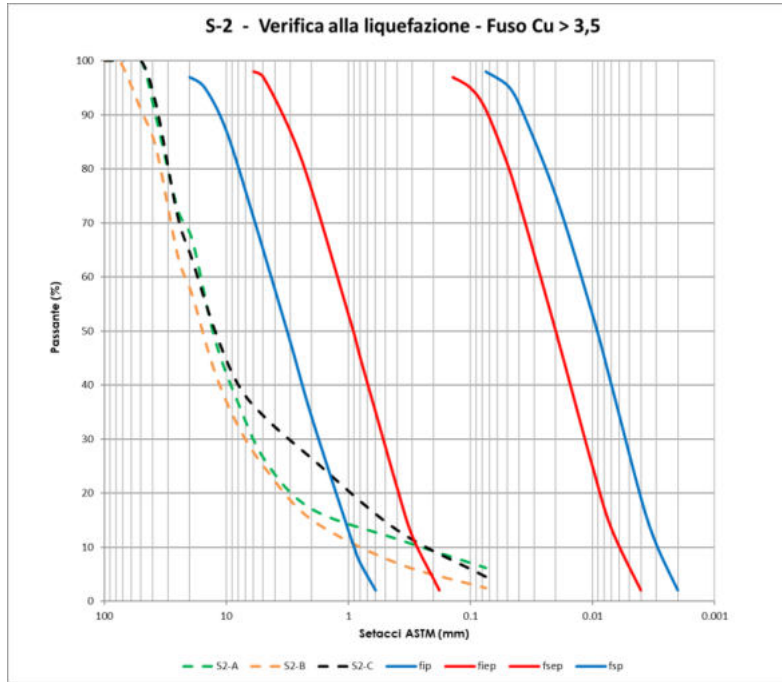


**Figura 51: Confronto curve granulometriche S-1 con fusi granulometrici terreni suscettibili a liquefazione ( $UC > 3,5$ )**

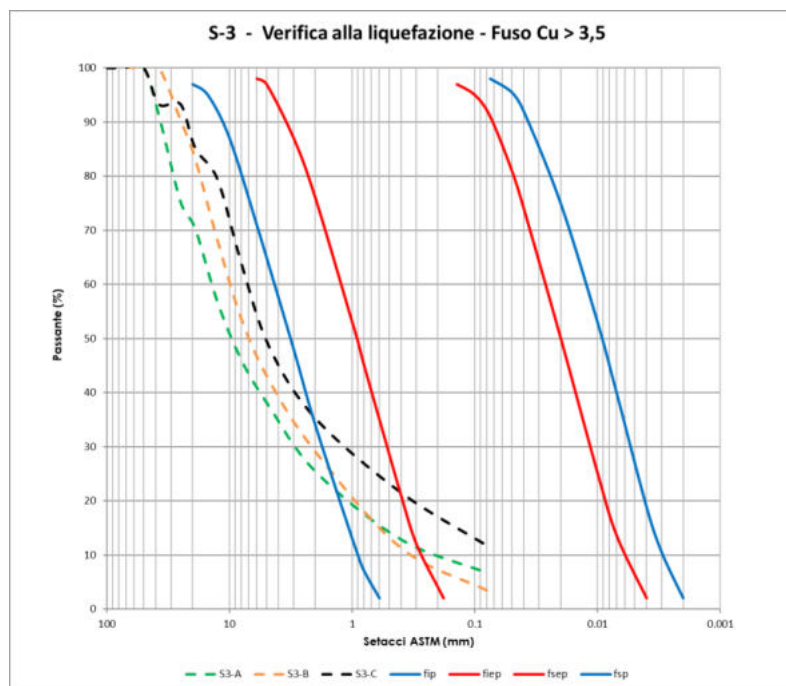




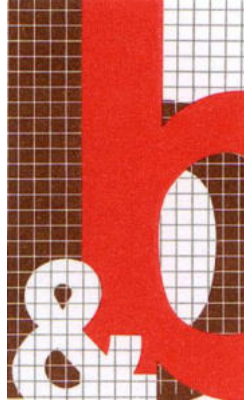
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE



**Figura 52: Confronto curve granulometriche S-2 con fusi granulometrici terreni suscettibili a liquefazione ( $UC > 3,5$ )**



**Figura 53: Confronto curve granulometriche S-2 con fusi granulometrici terreni suscettibili a liquefazione ( $UC > 3,5$ )**



### **10.2.3 ZONE CARATTERIZZATE DA COLTRI DI TERRENO DI RIPORTO O CHE HANNO SUBITO RIEMPIMENTI ANTROPICI (P2C)**

Risulta la sola area a tergo degli argini lungo il f. Piave in destra orografica a partire dal ponte della Vittoria.

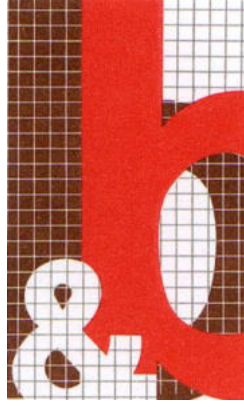
Va segnalato che su tali terreni non sono previsti interventi di trasformazione urbanistica, né modifiche progettuali significative diverse dall'eventuale rettifica del tracciato stradale e del perimetro della rotonda.

Anche il rilevato stradale esistente (in sinistra Piave) è assimilabile ad una "coltre di terreni di riporto" strutturalmente resistenti, e va considerato il fatto che esso non risulterà interessato dalla nuova viabilità di progetto.

Peraltro la classificazione (non evitabile) si riferisce alla genesi dei luoghi (riporto di terreni), che tuttavia sono stati soggetti a attività costruttive controllate e strutturate (rilevati e sottofondi stradali), oggetto di opportune Direzione lavori, e non sono conseguenti ad attività indifferenziate di accumulo di terreni.

Peraltro tali "riporti" nel tempo non hanno dato luogo a cedimenti.

Si conclude che non sono prevedibili cedimenti.

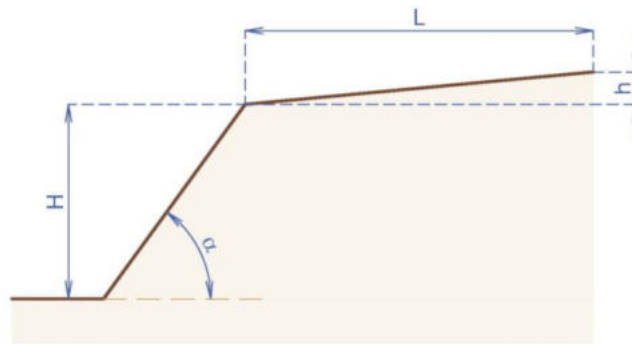


### 10.3 Zone suscettibili ad amplificazioni topografiche (P3)

#### 10.3.1 ZONE DI CIGLIO $H > 10$ M (P3A)

Il terrazzamento deve possedere i seguenti requisiti:

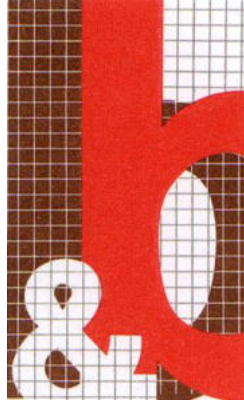
- $H \geq 10$  m;
- $\alpha \geq 15^\circ$ ;
- $L = H$  oppure  $L > 15-20$  m.



*Figura 54: Elementi geometrici caratteristici di una generica scarpata*

Dall'analisi cartografica è emerso un breve tratto di scarpata (terrazzamento) con altezza maggiore di 10 m, compreso tra l'attuale rilevato e il ponte della Vittoria ed è stato analizzato data la prossimità alla zona di innesto (rilevato) della nuova viabilità in progetto.

L'analisi dell'effetto topografico è rinviata al cap. 11.1.

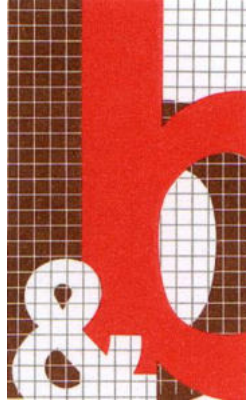


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

### **10.3.2 ZONE DI CRESTA E/O CUCUZZOLO APPUNTITO (P3B)**

Dall'analisi cartografica non sono emerse zone di cresta o cucuzzolo appuntito con probabile presenza di effetti amplificatori.





## 10.4 Zone suscettibili ad amplificazioni litologiche e geometriche (P4a e P4b)

### 10.4.1 ZONE DI FONDOVALLE AMPIA E DI PIANURA CON DEPOSITI ALLUVIONALI E/O FLUVIOGLACIALI GRANULARI E/O COESIVI (P4A)

Come definito dalle analisi con l'abaco valle, il coefficiente di forma  $C$  viene calcolato con la formula:

$$C = h/l$$

con:

- $h$  = massimo spessore del deposito;
- $l$  = semi-ampiezza della valle

Il valore di  $C$  ottenuto indica se si è in presenza di una valle larga o di una valle stretta:

- $C < 0,25$  = valle larga;
- $C > 0,25$  = valle stretta.

Se  $C < 0,25$  si procede con la verifica della seguente equazione:

$$h/l > 0,65/\sqrt{Cv-1}$$

con:

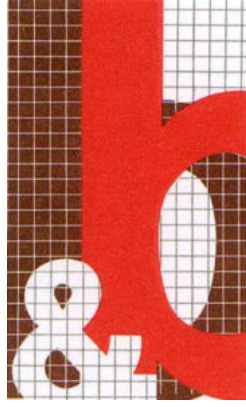
- $Cv$  = rapporto fra  $V_s$  del substrato e  $V_s$  dei terreni di copertura.

Se l'equazione viene soddisfatta, l'analisi per la valutazione degli effetti morfologici viene demandata al III livello (analisi bidimensionale 2D), mentre se l'equazione non viene soddisfatta si valutano i soli effetti litologici in tale sede (II livello, v.cap.12).

Se  $C > 0,25$  si è in presenza di una valle stretta, e per la quale valutazione degli effetti morfologici viene rinviata la verifica al III livello (analisi bidimensionale 2D).

Dall'analisi della conformazione geologica e morfologica dei luoghi, unita alla stima della potenza dei depositi presenti (desunti dal quadro delle indagini effettuate) si apprezza la presenza di una depressione (paleovalle) riempita di depositi alluvionali granulari grossolani.

Infatti, come evidenziato in sintesi nelle sezioni geologiche (ELABORATO 2) proposte, la zona in esame è soggetta alle valutazioni previste, pur con alcuni distinguo.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

- A) Esiste una paleovalle riempita da depositi alluvionali con andamento sommariamente identificabile con la direzione N50E, la cui superficie libera tuttavia è coperta da una importante coltre di depositi di conoide alluvionale (del t. Ardo) per uno spessore medio compreso tra 45 e 55 m; (tale spessore è almeno confrontabile con lo spessore del riempimento della paleovalle);
- B) La conoide alluvionale del t. Ardo riempie tutta la superficie libera della paleovalle per una larghezza di circa 290 m;
- C) La forma della paleovalle è attendibilmente asimmetrica, presentando il versante settentrionale più ripido e quello meridionale più addolcito e ad andamento meno regolare;
- D) Il fondo della paleovalle (o meglio o spessore dei depositi presenti è noto fino ad una certa profondità (- 35 m) con stime degli spessori nella sezione di massimo riempimento non inferiori a 45 m;

I parametri geometrici della paleovalle sono quindi desunti dalle sezioni geologiche I e II (ELABORATO 2) che evidenziano una larghezza media intorno a 400 m, arrivando a 500 m ove si consideri tutta l'asimmetria della valle.

Lo spessore massimo accertato dei depositi è di 35 m a Lambioi (o 43 m in Semenza nei pressi di Pra de Anta), ma dalle ricostruzioni già citate (v.doc.[A],[M]) lo spessore effettivo potrebbe essere intorno a 50 m o più.

Quindi  $C = h/l = 50 \text{ m} / 200 \text{ m} = 0,25$

che ci pone nelle condizioni minime di valle larga.

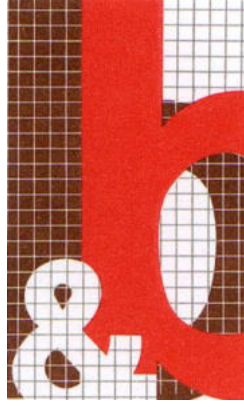
Le altre configurazioni con spessori minori e/o larghezze maggiori confermano  $C < 0,25$ , confermando la presenza della condizione di valle larga.

In tal caso si procede con la seguente equazione:

$$h/l > 0,65/\sqrt{(Cv-1)}$$

e assumendo che i depositi abbiano la  $V_{s35}$  (misurata con la prova DH) pari a 546 m/s o anche maggiore si ricava

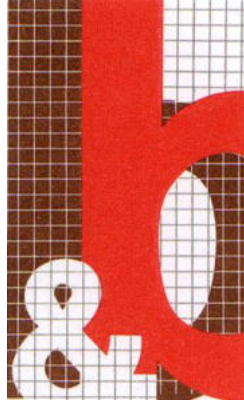
$0.25 > 0.65 \times 0.68$  cioè  $0.25 < 0.44$  (o delle altre combinazioni possibili).



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Non essendo soddisfatta l'equazione non si procede con l'analisi 2D di III livello rimettendo le valutazioni alla definizione dei coefficienti  $F_a$  e  $F_v$ .

Come definito dalla tabella a pag.10 della [4], le zone P4a in sede di II livello vengono verificate per effetti litologici, cui si rimanda al cap.12.

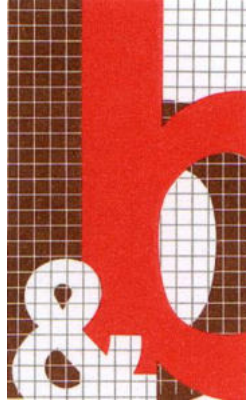


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**10.4.2 ZONE DI FONDOVALLE STRETTA ( $C > 0,25$ ) OD IN PRESENZA DI FORME GEOMETRICHE  
SEPOLTE TALI DA NON PERMETTERE DI CONSIDERARE IL MODELLO GEOLOGICO  
MONODIMENSIONALE (P4B)**

Nella zona di studio non ricade la condizione di valle stretta.

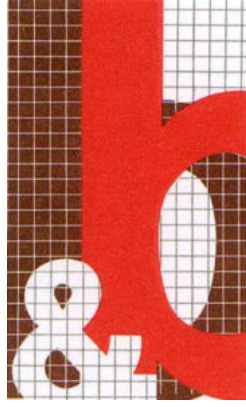




STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

### **10.5 Zone pedemontane di falda di detrito, conoide alluvionale o conoide deltizio-lacustre (P4c)**

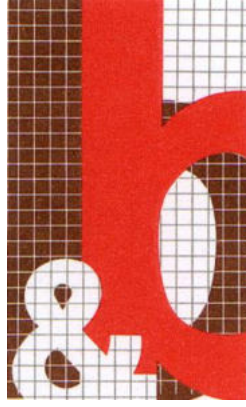
Nella zona di studio non ricade tale condizione.



### **10.6 Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (P4d)**

Tale zona ricade ai margini SE dell'area oggetto di studio; l'intervento interesserà solo marginalmente tale zona che corrispondente ai depositi di frana non attiva del Col Cavalier, intensamente antropizzati.

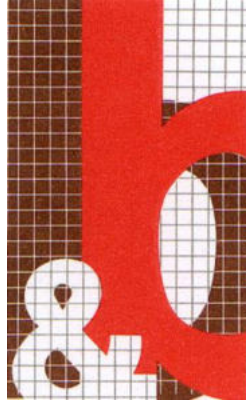
Si rimanda alla definizione dei coefficienti  $F_a$  e  $F_v$ .



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

### **10.7 Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale (P4e).**

Nella zona di studio non ricade la condizione.



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

## **10.8 Zone suscettibili a comportamenti differenziali (P5)**

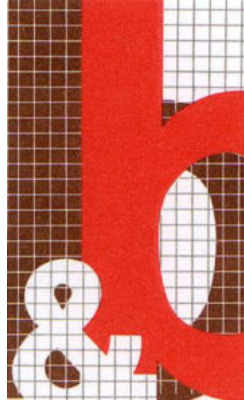
### **10.8.1 ZONE DI CONTATTO TETTONICO STRATIGRAFICO E/O TETTONICO TRA LITOTIPI CON CARATTERISTICHE FISICO-MECCANICHE MOLTO DIVERSE (P5A)**

Nella zona di studio non ricade la condizione.

### **10.8.2 ZONE DOVE SONO PRESENTI O POTENZIALMENTE PRESENTI SINKHOLE O CAVITÀ SOTTERRANEE (P5B)**

Nella zona di studio non ricade la condizione.





## 11 VALUTAZIONE AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

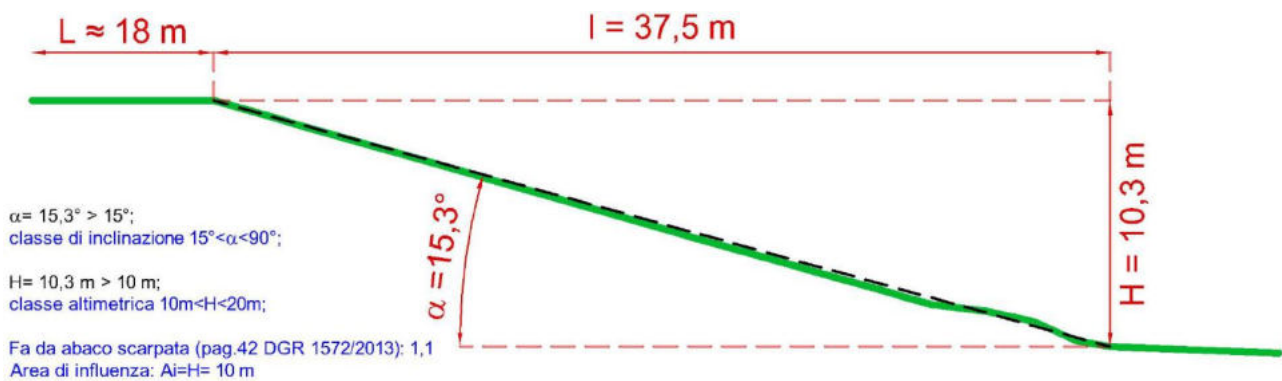
### 11.1 Zona di scarpata (P3a)

Nell'area di studio è stata individuata una sola area suscettibile di amplificazione topografica per presenza di cigli di scarpata con altezza superiore a 10 m.

Non si sono ravvisate invece aree potenzialmente soggette a amplificazione per presenza di creste e/o cucuzzoli.

L'analisi utilizza i dati di input ( $H$ ,  $L$ ,  $\alpha$ ) e identifica se la scarpata sia oggetto di verifica o meno, procedendo alla definizione del valore di amplificazione  $F_a$  e della corrispettiva area di influenza.

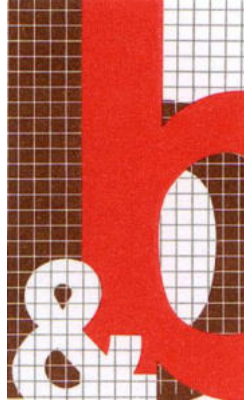
Si riporta di seguito la sezione tipo utilizzata per la determinazione dei parametri di calcolo



*Figura 55: scarpata oggetto di analisi*

Per approfondimenti sulle modalità di valutazione consultare la [4] pag. 42 (abaco scarpata).

Dall'analisi risulta che il valore di amplificazione sismica  $F_a$  risulta contenuto (1,1) così come l'area di influenza (10 m).



## 11.2 Integrazione del fattore di amplificazione topografica con il fattore litologico

Laddove ricorrano le condizioni di amplificazione per fattori litologici è previsto di integrare il fattore di amplificazione topografica mediante un valore di  $F_a$  “dato dal prodotto di  $F_a$  per effetti litologici e  $F_a$  per effetti topografici” (punto 3.2.1.1 doc. [4]).

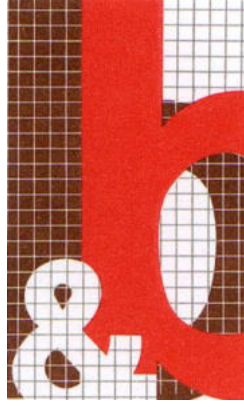
La definizione dei fattori litologici è analizzata nel cap. 12 (cui si rimanda), anticipando qui l'integrazione del valore di  $F_a$  così ottenuto.

L'unica zona soggetta ad integrazione del fattore di amplificazione topografica con il fattore litologico è la scarpata posta a NNE della rotonda di Castion.

**Tabella 16: Valori di  $F_a$  topografici integrati con l'effetto  $F_a$  per effetti litologici**

LOCALITA'	Fa topografico (1)		Fa litologico (2)		Fa (1 x 2)	
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
Scarpata NNE rotonda di Castion	1,1		1,21	1,51	1,33	1,66

Ai fini della definizione del valore si mantiene la valutazione per range, mentre nella stesura della Carta di microzonazione sismica (ELABORATO 6) è stato utilizzato il valore più cautelativo di  $F_a$  (valore max).



## 12 VALUTAZIONE AMPLIFICAZIONE LITOLOGICA

La valutazione dell'amplificazione litologica si basa sui seguenti criteri:

- Contesto litologico dei terreni di copertura;
- Profilo della velocità delle onde S;
- Spessore delle coperture;
- Modellazione dell'evento sismico atteso.

Per il primo aspetto si fa riferimento sia alla caratterizzazione (carte geologiche ed indagini geognostiche 2020/2021), che ai dati acquisiti con le indagini sismiche (2021).

Per il secondo e il terzo aspetto risultano fondamentali i dati acquisiti con le indagini geognostiche e sismiche eseguite (2021).

La modellazione sismica è esposta al cap. 7.3.

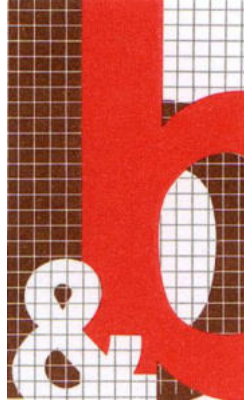
Per quanto concerne le caratteristiche dei terreni e del substrato roccioso, si può affermare che il contatto coperture/substrato non sia caratterizzato da evidenti picchi di amplificazione, indice di uno scarso contrasto di impedenza sismica fra i depositi di base ed il Flysch sottostante (come peraltro già rilevato in altri studi eseguiti in contesti geologici non dissimili).

Al contrario, alcuni picchi si possono riferire internamente al pacco di depositi quaternari, indice di variazioni di densità ( $\rho$ ) e rigidità ( $\mu$ ) dei depositi stessi.

Considerati gli spessori della copertura e i profili di velocità acquisiti, si assume che il profilo di velocità sia lineare con pendenza intermedia.

Per la definizione dei fattori di amplificazione  $F_a$  e  $F_v$  si è fatto ricorso ai contenuti delle linee guida della Protezione civile nazionale "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica", dove:

- **$F_a$** : fattore di amplificazione a basso periodo (determinato intorno al periodo proprio per il quale si ha il massimo della risposta in accelerazione);
- **$F_v$**  fattore di amplificazione a periodo proprio (per il quale si ha la massima risposta in pseudo velocità);



### 12.1 Valutazione dei coefficienti Fa e Fv (litologici)

Alla luce del complesso dei dati riepilogati e dei criteri di applicazione esposti si sono ricavati i valori di Fa e Fv relativamente alla zona oggetto di studio.

Laddove le valutazioni conducano ad una certa variabilità, i valori vengono indicati come intervallo, assumendo tuttavia nelle elaborazioni cartografiche (ELABORATO 6) i valori più cautelativi (valori massimi) per l'area considerata.

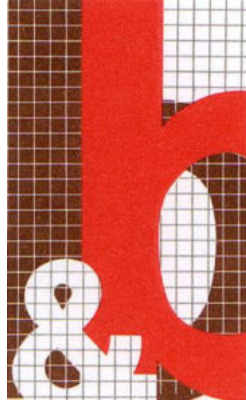
Le analisi sono state condotte su ogni singola area definita dalla Carta delle MOPS (ELABORATO 5).

Di seguito si riporta la tabella riportante i valori ottenuti dagli abachi di riferimento.

*Tabella 17: parametri Fa e Fv*

NOME ZONA (MOPS)	Fa litologico		Fv litologico	
	<i>min</i>	<i>max</i>	<i>min</i>	<i>max</i>
2008	1,21	1,51	1,01	1,09
2009	1,25	1,40	1,03	1,19
2010	1,17	1,40	1,09	1,43
2011	1,17	1,40	1,09	1,43
2012	1,10	1,47	1,01	1,04
2013	1,21	1,51	1,01	1,09

I valori sono rappresentati per range in quanto, non avendo a disposizione dati definitivi relativamente allo spessore delle coperture, sono stati scelti range di spessori attendibile (come indicati nella carta delle MOPS).



### 13 CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA DI II E III LIVELLO

Alla luce del complesso dei dati acquisiti, analizzati ed elaborati si è pervenuti alla elaborazione della carta della microzonazione sismica di II e III livello (ELABORATO 6) alla scala 1:2.500.

Tale carta rappresenta le zone omogenee a seconda del valore di  $F_a$  ricavato e più cautelativo (valore massimo).

Per la rappresentazione cartografica si è fatto riferimento alla Carta delle MOPS (ELABORATO 5).

Per la stesura della carta sono state adottate le classi definite dalle apposite linee guida per la Microzonazione sismica.

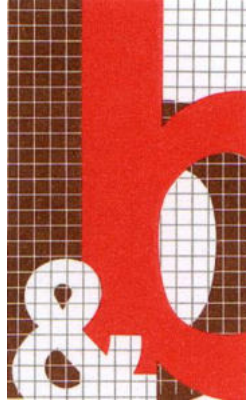
*Tabella 18: Classi MZS per zone con solo effetti litologici*

ZONA (MOPS)	Fa litologico		Fa adottato (valore max)	Classe MZS
	min	max		
2008	1,21	1,51	1,51	Fa 1,5 – 1,6
2009	1,25	1,40	1,40	Fa 1,3 – 1,4
2010	1,17	1,40	1,40	Fa 1,3 – 1,4
2011	1,17	1,40	1,40	Fa 1,3 – 1,4
2012	1,10	1,47	1,47	Fa 1,5 – 1,6
2013	1,21	1,51	1,51	Fa 1,5 – 1,6

*Tabella 19: classe MZS per l'unica zona soggetta ad amplificazioni sia litologiche che topografiche*

LOCALITA'	ZONA (MOPS)	Fa (topografico x litologico)		Fa adottato (valore max)	Classe MZS
		min	max		
Scarpata NNE rotonda di Castion	2008	1,33	1,66	1,66	Fa 1,7 – 1,8





## 14 SINTESI DEL II E III LIVELLO

In conclusione lo studio ha evidenziato che l'area di studio è soggetta ad amplificazioni litologiche (P4a e P4d), definendone le classi di Fa sulla base degli esiti delle indagini e delle valutazioni effettuate.

Per una porzione marginale, corrispondente alla sommità della scarpata in sinistra orografica tra la rotonda e il ponte della Vittoria, è stata evidenziata una area limitata soggetta anche ad amplificazioni topografiche (P3a), per la quale condizione è stato valutato il coefficiente Fa.

Le zone caratterizzate da coltri di terreno di riporto o che ha subito riempimenti antropici (quindi l'area in destra Piave in corrispondenza alla rotonda stradale e il rilevato di collegamento al ponte Bailey in sinistra orografica), corrispondono alla definizione formale, ma non sono soggetti a cedimenti in quanto corrispondenti a "riporti" stradali strutturati e soggetti a normative prestazionali.

Particolare attenzione è stata dedicata alla verifica e valutazione delle condizioni di amplificazione per la condizione di valle larga (P4a), stante la presenza del paleoalveo del Piave.

Le condizioni di contrasto di impedenza limitate tuttavia escludono che debbano essere verificate le amplificazioni con una modellazione 2D.

Le amplificazioni prevedibili sono quindi rimesse ai coefficienti Fa determinati e alle misure HVSR per le specifiche frequenze evidenziate.

Analogo dettaglio è stato dedicato alla liquefazione, deducendo che non vi sono elementi geotecnici e geofisici per assumere tale ipotesi.

Per tutto il resto si rimanda agli specifici capitoli.

Cesiomaggiore, maggio 2021



REGIONE DEL VENETO



## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

# ALLEGATO 1

**Allegati alla relazione sulle indagini  
datata Gennaio 2021**

**Committente**

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores

*Madrid - ESPAÑA*



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)

**SOGGETTI REALIZZATORI**

Dott. Geol. Danilo BELLI

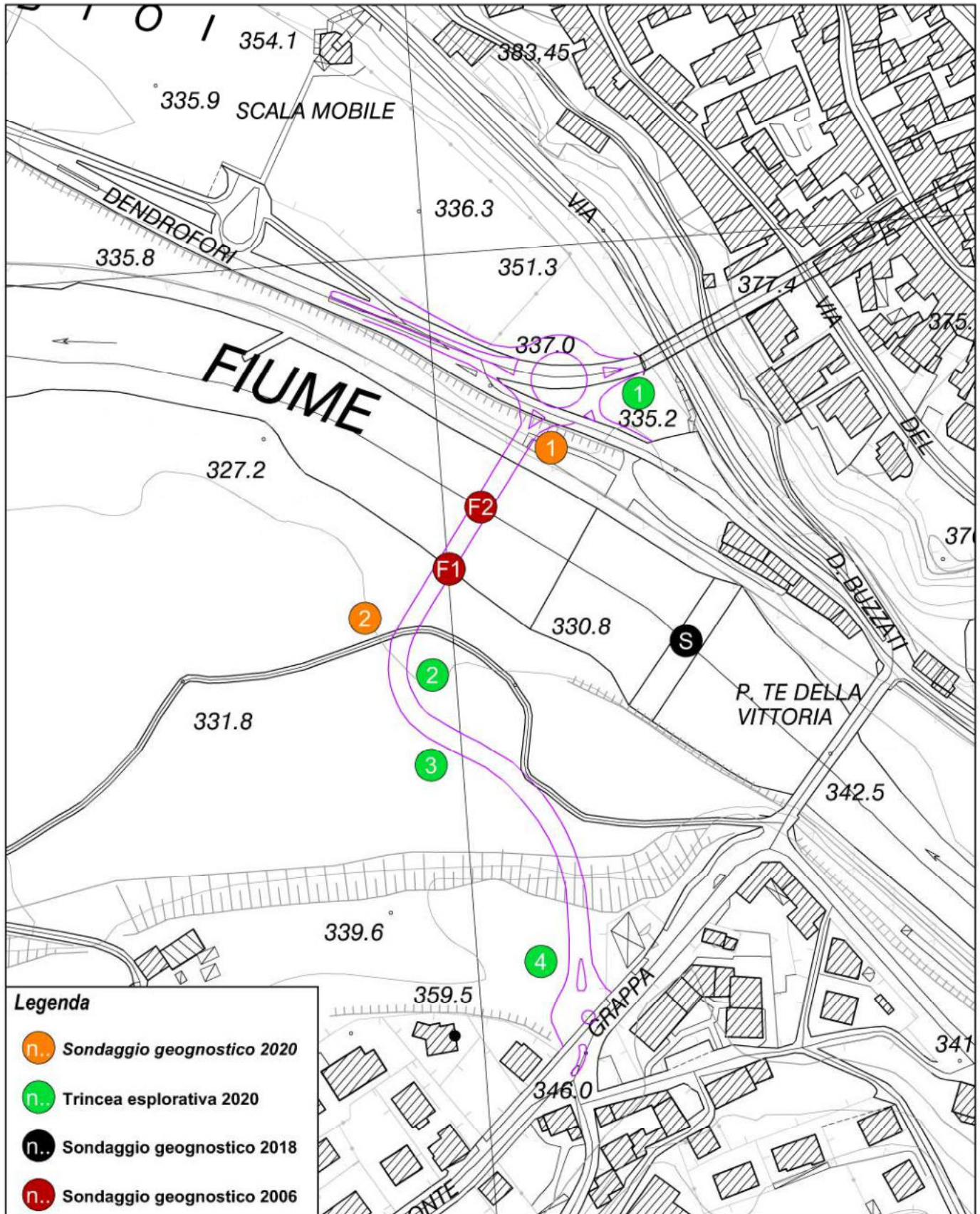
Per. Ind. Geotecnico-Minerario  
Tiziano MATTEN

Dott. Arch. Francesca PIVETTA

**Data: APRILE 2021**

**Versione: V.01/2021**





**Legenda**

- Sondaggio geognostico 2020
- Trincea esplorativa 2020
- Sondaggio geognostico 2018
- Sondaggio geognostico 2006



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campana geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: **FHECOR Ingenieros Consultores**

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 02/12/2020 al 10/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **334,8 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-1**

da 0.0 a 10.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE
		N (colpi)	H (cm)						
0.0				Limi e argille con rari ciottoli marron, non addensate (OL) - Terreno vegetale					
0.5				Limi e argille debolmente ghiaiosi marron scuro, poco consistenti (ML,OL) - Riporto antropico misto					
1.0				Limi argillosi debolmente ghiaiosi nocciola con rari ciottoli grossolani arenacei, poco consistenti (ML, OL)					
1.5				Ghiaie fini e grossolane con sabbie debolmente limose grigie, poco addensate; clasti da subspigolosi a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (SW, GW)					
2.0				Ghiaie fini e grossolane con sabbie debolmente limose grigio chiaro, poco addensate; clasti da subspigolosi a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (SW, GW)					
2.5				Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW)					
3.0									
3.5									
4.0									
4.5									
5.0									
5.5									
6.0									
6.5									
7.0									
7.5									
8.0									
8.5									
9.0									
9.5									
10.0		12 15 17	9,65 9,80 9,95	v. successivo					

Piezometro a tubo aperto  $\phi$  2"

Rivestimento  $\phi$  152 mm

a fine sondaggio  
-6 m

hH<sub>2</sub>O rilevata durante le operazioni di perforazione

Campione geot. S1-A  
Campione amb. S1-D

**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: **FHECOR Ingenieros Consultores**

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 02/12/2020 al 10/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **334,8 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-1**

da 10.0 a 20.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE
		N (colpi)	H (cm)						
10.0				Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW)					
10.5									
11.0									
11.5									
12.0									
12.5		16	12,15						
		21	12,30						
		36	12,45						
13.0									
13.5									
14.0									
14.5									
15.0					Alternanze di ghiaie fini e ghiaie grossolane con rari ciottoli debolmente sabbiose grigio chiaro, molto addensate; locali livelli dm a percentuale sabbioso/limosa prevalente; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW)				
15.5		19	15,15						
		26	15,30						
		40	15,45						
16.0									
16.5									
17.0									
17.5									
18.0									
18.5	15	18,15							
	28	18,30							
	39	18,45							
19.0									
19.5									
20.0									
				<i>v. successivo</i>					

>>>>>:Refluenti di terreni in foro >>>>>  
 Campione geot. S1-B  
 Campione amb. S1-E



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)**



**LAVORO**

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

**COMMITTENTE: FHECOR Ingenieros Consultores**

**IMPRESA ESECUTRICE: Son.geo s.r.l.  
ASSISTENZA TECNICA: Dott. Geol. Danilo Belli  
DATA ESECUZIONE: dal 02/12/2020 al 10/12/2020  
UBICAZIONE: vedere Allegato 1  
QUOTA p.c.: 334,8 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-1**

da 20.0 a 30.0 m.  
scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE				
		N (colpi)	H (cm)										
20.0		22 rifiuto 10 cm	21,15 21,30	Alternanze di ghiaie fini e ghiaie grossolane con rari ciottoli debolmente sabbiose grigio chiaro, molto addensate; locali livelli dm a percentuale sabbioso/limosa prevalente; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW)									
20.5													
21.0													
21.5													
22.0							Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP)						
22.5													
23.0													
23.5													
24.0					18 29 41	24,15 24,30 24,45	Alternanze di ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli grigio chiaro, molto addensate; locali livelli dm a percentuale sabbioso/limosa prevalente; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW)						
24.5								Sabbie limose debolmente ghiaiose grigio chiaro (SW-SM)					
25.0													
25.5							Ghiaie fini e grossolane da rosate a grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP)						
26.0							Sabbie limose debolmente ghiaiose grigio chiaro (SW-SM)						
26.5							Ghiaie fini limose con ciottoli grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM)						
27.0					24 36 44	27,15 27,30 27,45	Sabbie con limi e ghiaie da fini a grossolane rossastre, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati (SW-SM)						
27.5													
28.0									Ghiaie fini e grossolane grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP)				
28.5							Ghiaie fini prevalenti limose con ciottoli grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM)						
29.0				Ghiaie fini e grossolane grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP-GW)									
29.5													
30.0				Ghiaie fini prevalenti sabbiose grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP-GW)									
				v. successivo									

Rivestimento  $\phi$  127 mm

Campione geot. S1-C

Refluenti di terreni in foro

**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: **FHECOR Ingenieros Consultores**

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 02/12/2020 al 10/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **334,8 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-1**

da 30.0 a 40.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE	
		N (colpi)	H (cm)							
30.0		14	30,15	<p>Ghiaie fini con rari elementi grossolani grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP-GW). Livelli cm/dm di sabbie con limi e ghiaie da grigio chiaro a beige da -30,60 a -30,70; da -30,80 a -30,85; da -31,00 a -31,10; da -31,90 a -32,00</p> <p>Ghiaie fini con rari elementi grossolani e sabbie grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM). Livello di sabbie con limi e ghiaie fini grigio chiaro da -33,00 a -33,05</p> <p>Ghiaie fini debolmente sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP-GM) Livello di ghiaie con limi sabbiose da -33,40 a -33,55</p> <p>Ghiaie fini con sabbie grigio scuro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (SW)</p>						
30.5		26	30,30							
31.0		31	30,45							
31.5										
32.0										
32.5										
33.0										
33.5										
34.0										
34.5										
35.0										
35.5				<i>fine sondaggio</i>						
36.0										
36.5										
37.0										
37.5										
38.0										
38.5										
39.0										
39.5										
40.0										

Rivestimento  $\phi$  127 mm

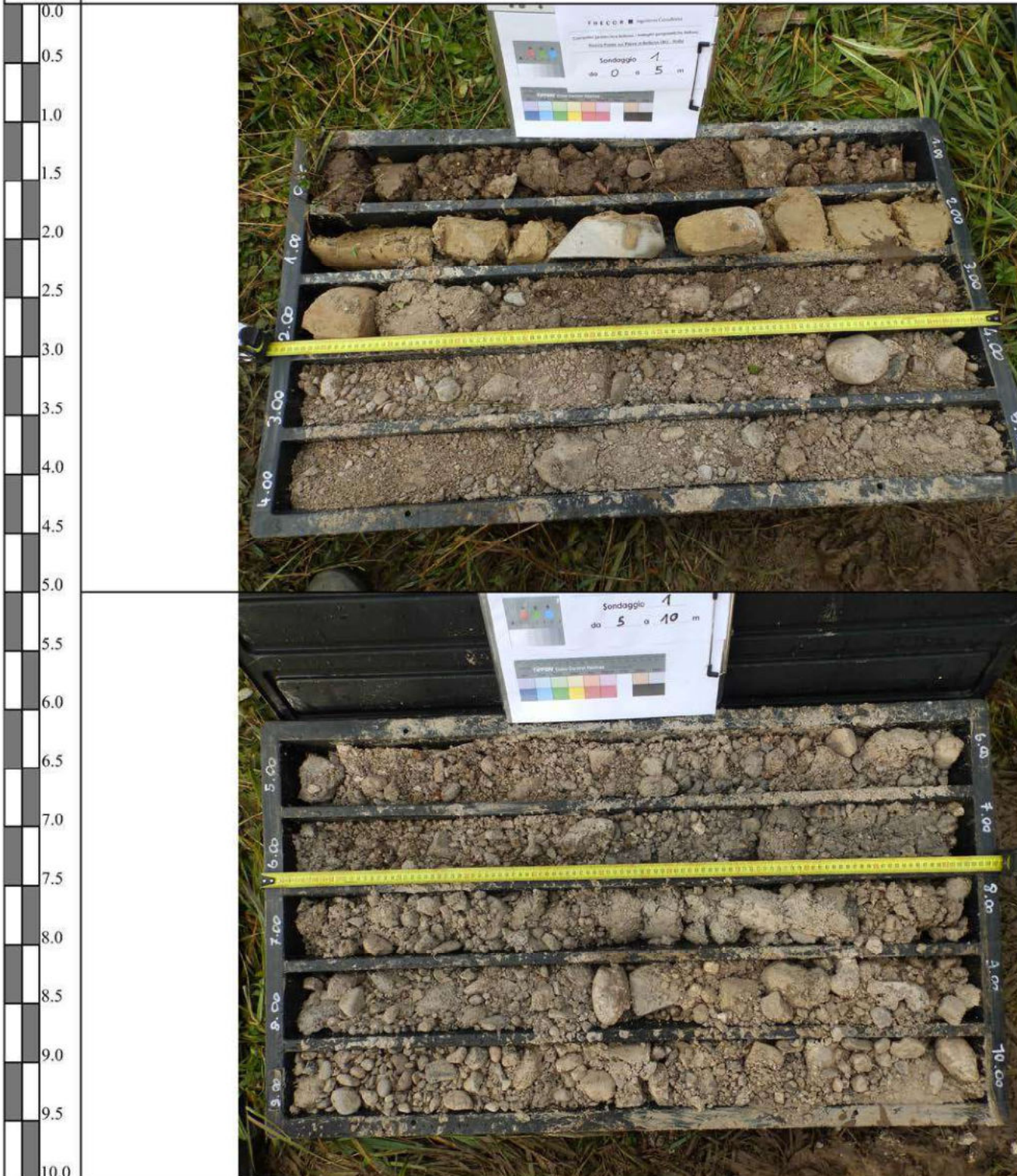
Refluenti di terreni in foro





QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



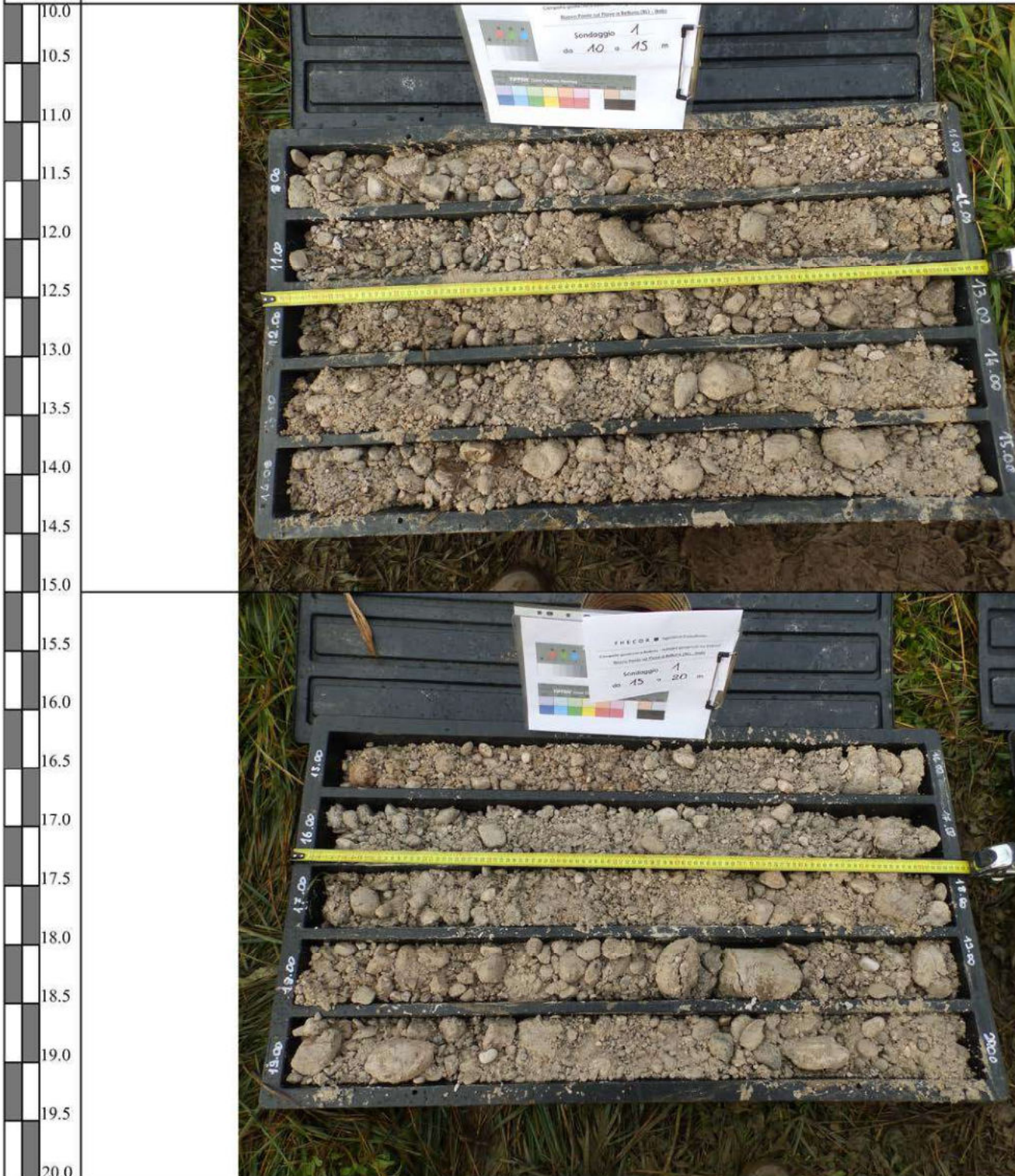
*v. successivo*





QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



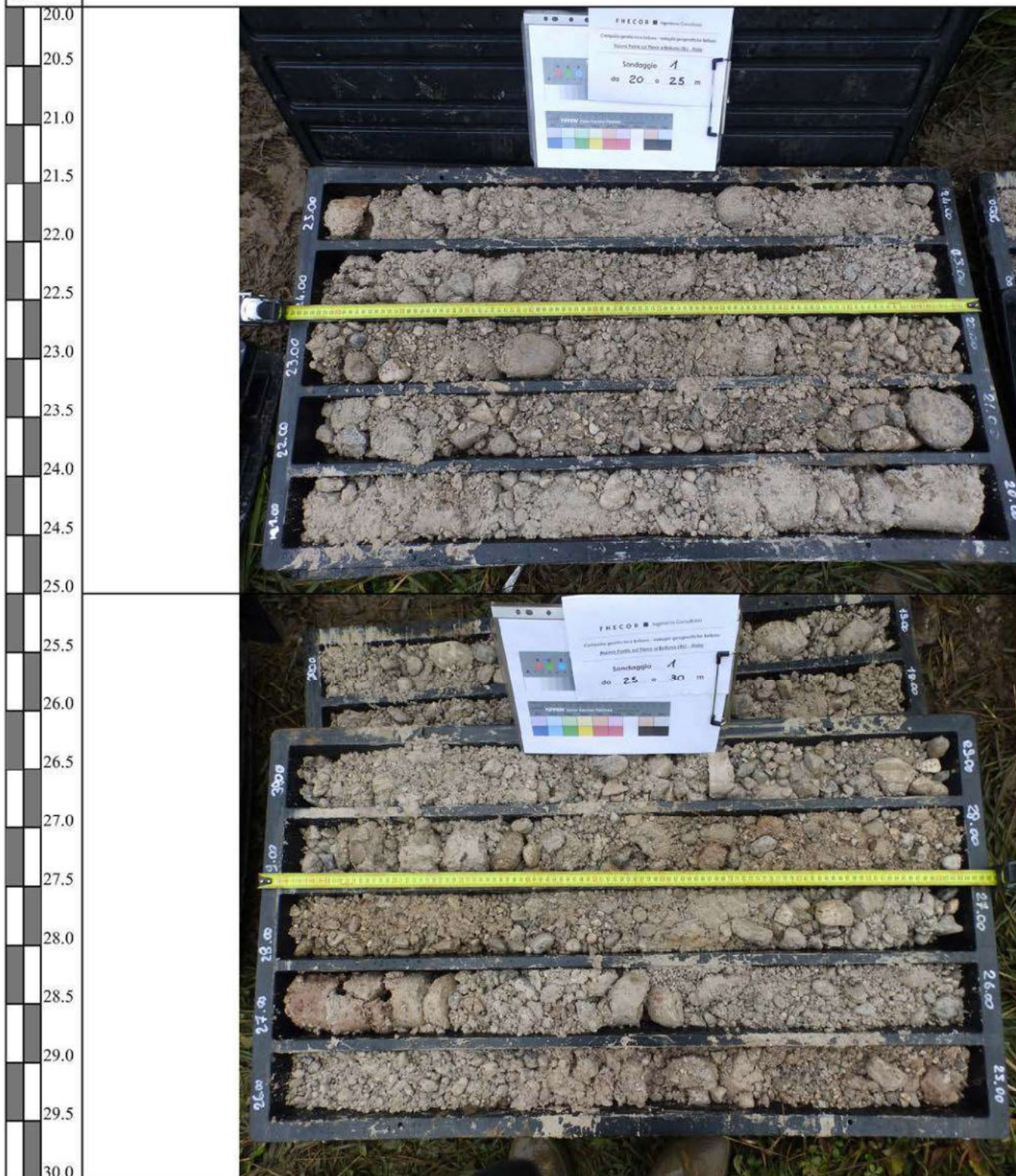
*v. successivo*





QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*v. successivo*



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: FHECOR Ingenieros Consultores

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 02/12/2020 al 10/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **334,8 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-1**

da 30.0 a 40.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*fine sondaggio*

30.0  
30.5  
31.0  
31.5  
32.0  
32.5  
33.0  
33.5  
34.0  
34.5  
35.0  
35.5  
36.0  
36.5  
37.0  
37.5  
38.0  
38.5  
39.0  
39.5  
40.0

**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



**LAVORO**

**Campana geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

**COMMITTENTE: FHECOR Ingenieros Consultores**

**IMPRESA ESECUTRICE: Son.geo s.r.l.  
ASSISTENZA TECNICA: Dott. Geol. Danilo Belli  
DATA ESECUZIONE: dal 10/12/2020 al 15/12/2020  
UBICAZIONE: vedere Allegato 1  
QUOTA p.c.: 330,5 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-2**

da 0.0 a 10.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE
		N (colpi)	H (cm)						
0.0				Sabbie con ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli marrone chiaro, da poco addensate ad addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (SW-SP) Livello di ghiaie più grossolane da -0,0 a -0,2 m					
0.5									
1.0									
1.5									
2.0									
2.5									
3.0									
3.5			9	3,15					
			15	3,30	Ghiaie fini raramente grossolane sabbiose e limose beige, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM)				
			18	3,45					
4.0					Sabbie con limi e ghiaie beige, addensate (SM)				
4.5					Ghiaie grossolane pulite beige, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP)				
5.0					Sabbie con limi e ghiaie beige, addensate (SM)				
5.5					Ghiaie fini con rari ciottoli pulite grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP)				
6.0					Ghiaie fini raramente grossolane sabbiose e limose grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM)				
6.5			12	6,15	Ghiaie grossolane pulite grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP)				
			18	6,30	Ghiaie fini raramente grossolane sabbiose e limose grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM)				
			23	6,45					
7.0				Sabbie con limi e ghiaie grigio chiaro, addensate (SM)					
7.5				Alternanze di ghiaie grossolane limose e sabbiose beige e ghiaie grossolane pulite grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM)					
8.0				Ghiaie fini raramente grossolane debolmente sabbiose pulite grigio chiaro, addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP)					
8.5									
9.0				Ghiaie fini raramente grossolane sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM)					
9.5		14	9,15						
		24	9,30						
		37	9,45						
10.0				v. successivo					

a fine sondaggio  
-2,28 m

Piezometro a tubo aperto  $\phi$  2"

Rivestimento  $\phi$  152 mm

hH<sub>2</sub>O rilevata il giorno 15/12/2020

Campione geot. S2-A

Campione arb. S2-D



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: **FHECOR Ingenieros Consultores**

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 10/12/2020 al 15/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **330,5 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-2**

da 10.0 a 20.0 m.  
scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE		
		N (colpi)	H (cm)								
10.0				Ghiaie fini e grossolane sabbiose talora debolmente limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GM)							
10.5											
11.0											
11.5											
12.0											
12.5				21 31 rifiuto 9 cm	12,15 12,30 12,45	Ghiaie fini e grossolane sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW)					
13.0						Ghiaie fini raramente grossolane sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM)					
13.5						Ghiaie fini debolmente sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP)					
14.0											
14.5						Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GM)					
15.0											
15.5				29 rifiuto 7 cm	15,15 15,30	Ghiaie grossolane raramente fini pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW)					
16.0						Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GM)					
16.5						Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW)					
17.0											
17.5						Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GM)					
18.0											
18.5				24 36 43	18,15 18,30 18,45	Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli debolmente sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW)					
19.0											
19.5											
20.0											
				<i>v. successivo</i>							

Campione amb. S2-E Campione geot. S2-B



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: **FHECOR Ingenieros Consultores**

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 10/12/2020 al 15/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **330,5 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-2**

da 20.0 a 30.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE
		N (colpi)	H (cm)						
20.0		19 31 48	21,15	Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli debolmente sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW)					
20.5			21,30						
21.0			21,45						
21.5		16 28 40	24,15	Ghiaie fini sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM) Ghiaie fini debolmente sabbiose grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP)					
22.0			24,30						
22.5			24,45						
23.0		18 27 42	27,15	Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli grigio chiaro pulite, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW) Livello di sabbie con limi ghiaiose da -25,00 a -25,10					
23.5			27,30						
24.0			27,45						
24.5		18 27 42	27,15	Ghiaie fini sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM) Ghiaie fini raramente grossolane con rari ciottoli debolmente sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GP)					
25.0	27,30								
25.5	27,45								
26.0	18 27 42	27,15	Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli sabbiose e limose grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GM) Livelli di sabbie con limi ghiaiose da -28,90 a -29,10, da 29,20 a 29,30						
26.5		27,30							
27.0		27,45							
27.5	18 27 42	27,15	Ghiaie fini raramente grossolane sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GP)						
28.0		27,30							
28.5		27,45							
29.0	18 27 42	27,15	Ghiaie fini raramente grossolane sabbiose pulite grigio chiaro, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GW-GP)						
29.5		27,30							
30.0		27,45							
				v. successivo					

Campione geot. S2-C

Rivestimento  $\phi$  127 mm

**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: **FHECOR Ingenieros Consultores**

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 10/12/2020 al 15/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **330,5 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-2**

da 30.0 a 40.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE
		N (colpi)	H (cm)						
30.0		21	30,15	Ghiaie fini raramente grossolane con rari ciottoli debolmente sabbiose e limose giallo/ocra, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GM) Livello più grossolano da -30,45 a -30,65					Rivestimento $\phi$ 127 mm
30.5		32	30,30						
31.0		44	30,45	Ghiaie grossolane debolmente sabbiose ocra pulite passanti a ghiaie fini sabbiose pulite ocra, molto addensate; clasti da arrotondati a subarrotondati poligenici prevalentemente calcarei (GP-GW) Livello più sabbioso da -31,30 a -31,50 Livello di sabbie limose debolmente ghiaiose (SW-SM)					
31.5									
32.0				Trovante calcareo grigio con sfumature ocra Ciottolo calcareo/dolomitico biancastro, arrotondato Sabbie limose ocra/rossastre (SM)					
32.5									
33.0				Sabbie con limi grigio-scuro (SM)					
33.5									
34.0				Limi ghiaiosi grigio scuro; clasti da subangolosi ad angolosi, monogenici (ML) Sabbie con limi grigio-scuro (SM)					
34.5									
35.0				<i>fine sondaggio</i>					
35.5									
36.0									
36.5									
37.0									
37.5									
38.0									
38.5									
39.0									
39.5									
40.0									

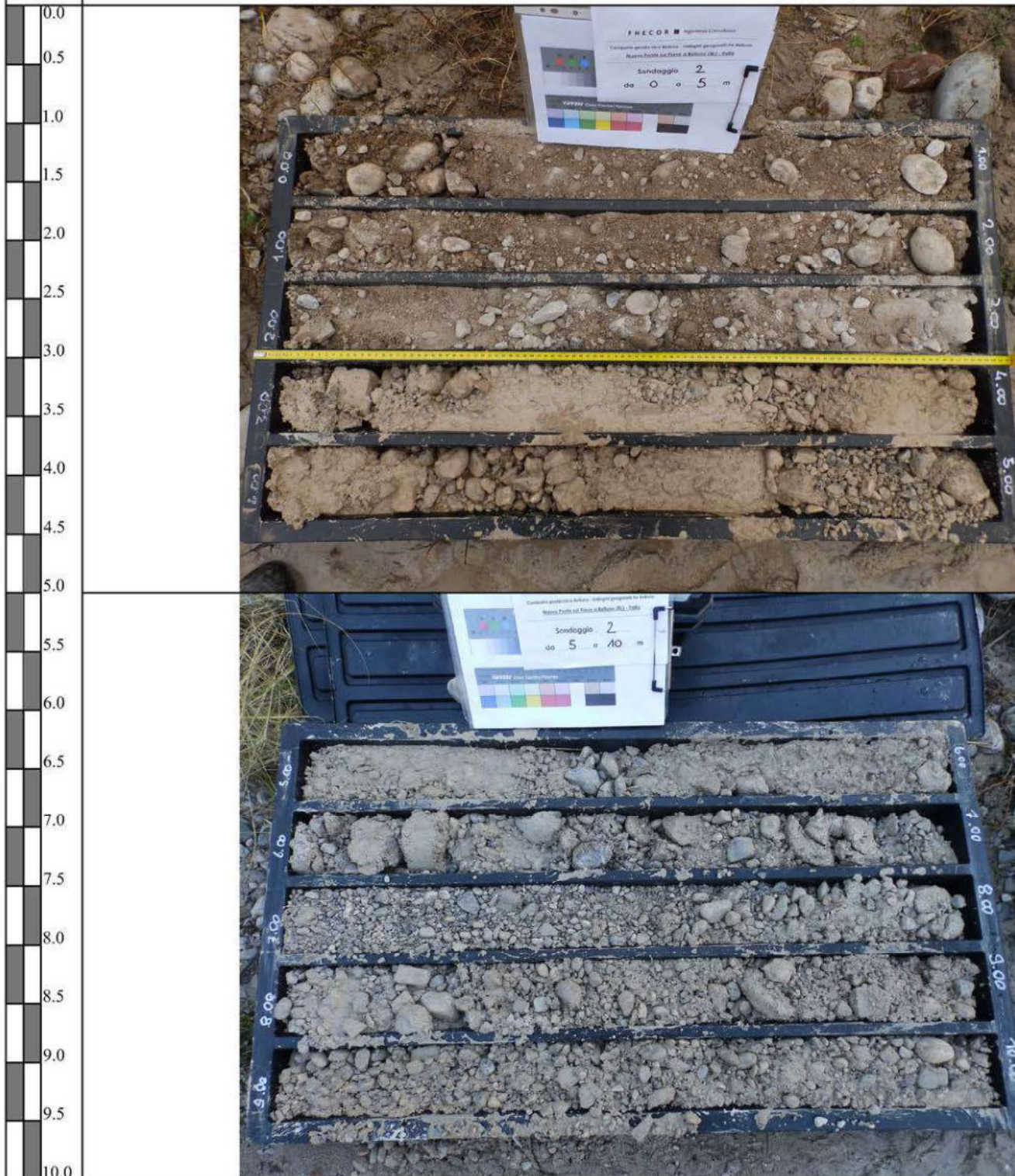
Campione geot. S2-F





QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



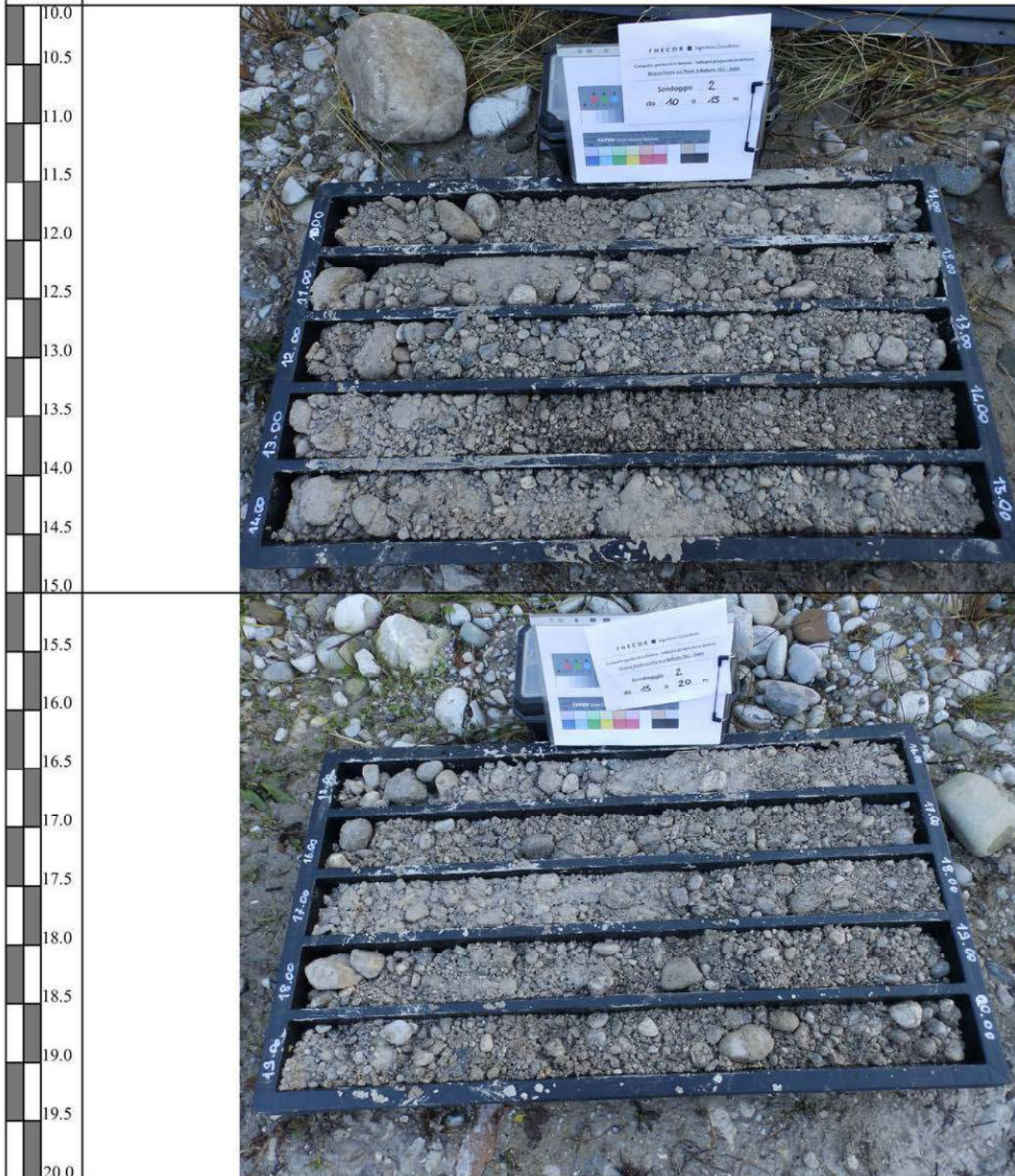
*v. successivo*





QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*v. successivo*





QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*v. successivo*



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



LAVORO

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

COMMITTENTE: FHECOR Ingenieros Consultores

IMPRESA ESECUTRICE: **Son.geo s.r.l.**  
ASSISTENZA TECNICA: **Dott. Geol. Danilo Belli**  
DATA ESECUZIONE: **dal 10/12/2020 al 15/12/2020**  
UBICAZIONE: **vedere Allegato 1**  
QUOTA p.c.: **330,5 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-2**

da 30.0 a 40.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*fine sondaggio*

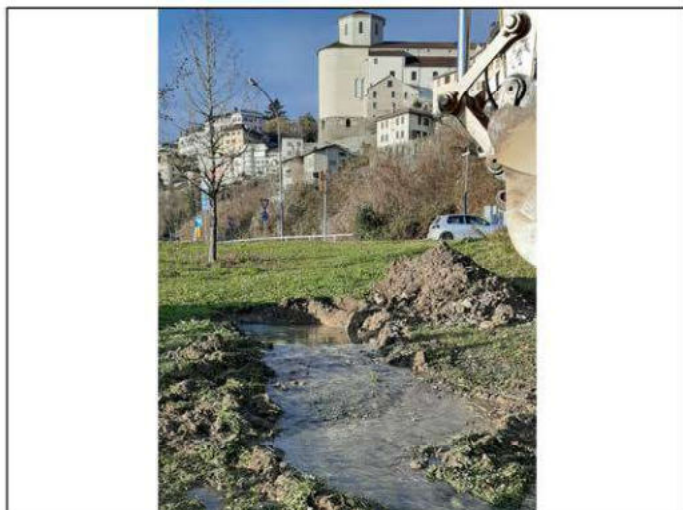




**STRATIGRAFIA TRINCEA ESPLORATIVA C-1**

QUOTA DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFIA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	FALDA	NOTE
0.0		Terreno vegetale		
0.5			A S S E N T E	Rottura accidentale tubo fognario $\phi 150$
1.0		Ghiaie con limi e sabbie, marron; clasti poligenici prevalentemente calcarei da angolosi a subarrotondati (GW-GM)		
1.5				
2.0				
2.5				
2.5	<b>FONDO SCAVO</b>			
3.0				
3.5				
4.0				
4.5				
5.0				

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**







**STRATIGRAFIA TRINCEA ESPLORATIVA C-2**

QUOTA DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFIA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	FALDA	NOTE
0.0		<p><i>Ghiaie sabbiose debolmente limose con blocchi e ciottoli, grigio chiaro; clasti poligenici prevalentemente calcarei da arrotondati a subarrotondati, subangolosi per le pezzature più elevate (GW-GM)</i></p>		
0.5				
1.0				
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				
3.5				
4.0				
4.5				
5.0				

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**







**STRATIGRAFIA TRINCEA ESPLORATIVA C-3**

QUOTA DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFIA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	FALDA	NOTE
0.0		<i>Terreno vegetale</i>		
0.5			A S S E N T E	
1.0				
1.5				
2.0		<i>Prevalenti ghiaie sabbiose e limose con rari ciottoli e blocchi, grigiastre, alternate a livelli cm/dm di sabbie limose, grigiastre; clasti poligenici prevalentemente calcarei da arrotondati a subarrotondati (GW-GM)</i>		
2.5				
3.0				
3.5				
4.0				
4.5				
5.0	<b>FONDO SCAVO</b>			

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**







**STRATIGRAFIA TRINCEA ESPLORATIVA C-4**

QUOTA DA P.C. (m)	STRATIGRAFIA	DESCRIZIONE STRATIGRAFIA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	FALDA	NOTE
0.0		<i>Terreno vegetale</i>	A S S E N T E	
0.5		<i>Ghiaie sabbiose debolmente limose, varicolori; clasti poligenici da angolosi a subangolosi (GW-GM)</i>		
1.0		<i>Sabbie limose grigiastre (SM)</i>		
1.5		<i>Ghiaie sabbiose e limose grigiastre; clasti poligenici prevalentemente calcarei da arrotondati a subarrotondati (GM)</i>		
2.0		<i>Limi e sabbie grigiastri (ML-SM)</i>		
2.5				
3.0				
3.5		<i>Prevalenti ghiaie sabbiose e limose grigiastre, alternate a livelli cm/dm di sabbie limose, grigiastre; clasti poligenici prevalentemente calcarei da arrotondati a subarrotondati (GW-GM-SM)</i>		
4.0				
4.5				
5.0	<b>FONDO SCAVO</b>			

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**





## 1 ESITI PROVA SPT IN FORO - SONDAGGIO S-1

*Tabella 1*

<b>Profondità (m)</b>	<b>Nr. colpi</b>
9.65	12
9.80	15
9.95	17
12.15	16
12.30	21
12.45	36
15.15	19
15.30	26
15.45	40
18.15	15
18.30	28
18.45	39
21.15	22
21.30	Rifiuto – 10 cm
21.45	-
24.15	18
24.30	29
24.45	41
27.15	24
27.30	36
27.45	44
30.15	14
30.30	26
30.45	31



## 1.1 Stima dei parametri geotecnici: terreni incoerenti

### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli	32	0.00-9.95	Gibbs & Holtz 1957	54.04
Strato (2) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	57	9.95-12.45	Gibbs & Holtz 1957	56.13
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	66	12.45-15.45	Gibbs & Holtz 1957	55.26
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	67	15.45-18.45	Gibbs & Holtz 1957	51.31
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli	100	18.45-21.45	Gibbs & Holtz 1957	57.55
Strato (6) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	70	21.45-24.45	Gibbs & Holtz 1957	45.33
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane	80	24.45-27.45	Gibbs & Holtz 1957	45.57
Strato (8) Ghiaie fini con rari elementi grossolani	57	27.45-30.45	Gibbs & Holtz 1957	35.52

**NOTE: per ghiaie la densità relativa  $D_r$  viene generalmente sovrastimata**

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli	32	0.00-9.95	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	33.71
Strato (2) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	57	9.95-12.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	37.29
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	66	12.45-15.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	38.57





STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Strato (4) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	67	15.45-18.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>38.71</b>
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli	100	18.45-21.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>43.43</b>
Strato (6) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	70	21.45-24.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>39.14</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane	80	24.45-27.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>40.57</b>
Strato (8) Ghiaie fini con rari elementi grossolani	57	27.45-30.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>37.29</b>
<b>NOTE: Valore di ° desunto da correlazioni indirette da Dr%, quindi spesso ottimistico (valore massimo)</b>				

**Classificazione AGI**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione AGI
Strato (1) Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli	32	0.00-9.95	Classificazione A.G.I	<b>ADDENSATO</b>
Strato (2) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	57	9.95-12.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	66	12.45-15.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	67	15.45-18.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli	100	18.45-21.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (6) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	70	21.45-24.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane	80	24.45-27.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (8) Ghiaie fini con rari elementi grossolani	57	27.45-30.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli	32	0.00-9.95	Meyerhof et al.	2.05
Strato (2) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	57	9.95-12.45	Meyerhof et al.	2.18
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	66	12.45-15.45	Meyerhof et al.	2.20
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	67	15.45-18.45	Meyerhof et al.	2.21
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli	100	18.45-21.45	Meyerhof et al.	2.27
Strato (6) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	70	21.45-24.45	Meyerhof et al.	2.21
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane	80	24.45-27.45	Meyerhof et al.	2.23
Strato (8) Ghiaie fini con rari elementi grossolani	57	27.45-30.45	Meyerhof et al.	2.18

**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Ghiaie fini e grossolane sabbiose con rari ciottoli	32	0.00-9.95	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.00
Strato (2) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	57	9.95-12.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.08
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	66	12.45-15.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.11
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	67	15.45-18.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.11



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli	100	18.45-21.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.16</b>
Strato (6) Ghiaie fini e ghiaie grossolane debolmente sabbiose con rari ciottoli	70	21.45-24.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.12</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane	80	24.45-27.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.15</b>
Strato (8) Ghiaie fini con rari elementi grossolani	57	27.45-30.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.08</b>



## 2 ESITI PROVA SPT IN FORO - SONDAGGIO S-2

*Tabella 2*

Profondità (m)	Nr. Colpi
3.15	9
3.30	15
3.45	18
6.15	12
6.30	18
6.45	23
9.15	14
9.30	24
9.45	37
12.15	21
12.30	31
12.45	Rifiuto – 9 cm
15.15	29
15.30	Rifiuto – 7 cm
15.45	-
18.15	24
18.30	36
18.45	43
21.15	19
21.30	31
21.45	48
24.15	16
24.30	28
24.45	40
27.15	18
27.30	27
27.45	42
30.15	21
30.30	32
30.45	44





## 2.1 Stima dei parametri geotecnici: terreni incoerenti

### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Ghiaie fini sabbiose e limose	33	0.00-3.45	Gibbs & Holtz 1957	62.21
Strato (2) Ghiaie grossolane limose e ghiaie grossolane pulite	41	3.45-6.45	Gibbs & Holtz 1957	55.65
Strato (3) Ghiaie fini sabbiose e limose	61	6.45-9.45	Gibbs & Holtz 1957	59.26
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	81	9.45-12.45	Gibbs & Holtz 1957	60.98
Strato (5) Ghiaie grossolane	100	12.45-15.45	Gibbs & Holtz 1957	61.66
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	15.45-18.45	Gibbs & Holtz 1957	51.39
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	18.45-21.45	Gibbs & Holtz 1957	47.06
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	68	21.45-24.45	Gibbs & Holtz 1957	40.7
Strato (9) Ghiaie fini debolmente sabbiose	69	24.45-27.45	Gibbs & Holtz 1957	38.49
Strato (10) Ghiaie fini debolmente sabbiose e limose	76	27.45-30.45	Gibbs & Holtz 1957	37.72

**NOTE: per ghiaie la densità relativa  $D_r$  viene generalmente sovrastimata**

### Angolo di resistenza al taglio

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Ghiaie fini sabbiose e limose	33	0.00-3.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	33.86
Strato (2) Ghiaie grossolane limose e ghiaie grossolane pulite	41	3.45-6.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	35.00
Strato (3) Ghiaie fini sabbiose e limose	61	6.45-9.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	37.86
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	81	9.45-12.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	40.71



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Strato (5) Ghiaie grossolane	100	12.45-15.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>43.43</b>
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	15.45-18.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>40.43</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	18.45-21.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>40.43</b>
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	68	21.45-24.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>38.86</b>
Strato (9) Ghiaie fini debolmente sabbiose	69	24.45-27.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>39.00</b>
Strato (10) Ghiaie fini debolmente sabbiose e limose	76	27.45-30.45	Peck-Hanson- Thornburn-Meyerhof 1956	<b>40.00</b>
<b>NOTE: Valore di ° desunto da correlazioni indirette da Dr%, quindi spesso ottimistico (valore massimo)</b>				

**Classificazione AGI**

<b>Descrizione</b>	<b>NSPT</b>	<b>Prof. Strato (m)</b>	<b>Correlazione</b>	<b>Classificazione AGI</b>
Strato (1) Ghiaie fini sabbiose e limose	33	0.00-3.45	Classificazione A.G.I	<b>ADDENSATO</b>
Strato (2) Ghiaie grossolane limose e ghiaie grossolane pulite	41	3.45-6.45	Classificazione A.G.I	<b>ADDENSATO</b>
Strato (3) Ghiaie fini sabbiose e limose	61	6.45-9.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	81	9.45-12.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (5) Ghiaie grossolane	100	12.45-15.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	15.45-18.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	18.45-21.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	68	21.45-24.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (9) Ghiaie fini debolmente sabbiose	69	24.45-27.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (10) Ghiaie fini debolmente sabbiose e limose	76	27.45-30.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Ghiaie fini sabbiose e limose	33	0.00-3.45	Meyerhof et al.	<b>2.06</b>
Strato (2) Ghiaie grossolane limose e ghiaie grossolane pulite	41	3.45-6.45	Meyerhof et al.	<b>2.11</b>
Strato (3) Ghiaie fini sabbiose e limose	61	6.45-9.45	Meyerhof et al.	<b>2.19</b>
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	81	9.45-12.45	Meyerhof et al.	<b>2.23</b>
Strato (5) Ghiaie grossolane	100	12.45-15.45	Meyerhof et al.	<b>2.27</b>
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	15.45-18.45	Meyerhof et al.	<b>2.23</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	18.45-21.45	Meyerhof et al.	<b>2.23</b>
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	68	21.45-24.45	Meyerhof et al.	<b>2.21</b>
Strato (9) Ghiaie fini debolmente sabbiose	69	24.45-27.45	Meyerhof et al.	<b>2.21</b>
Strato (10) Ghiaie fini debolmente sabbiose e limose	76	27.45-30.45	Meyerhof et al.	<b>2.22</b>

**Peso unità di volume saturo**

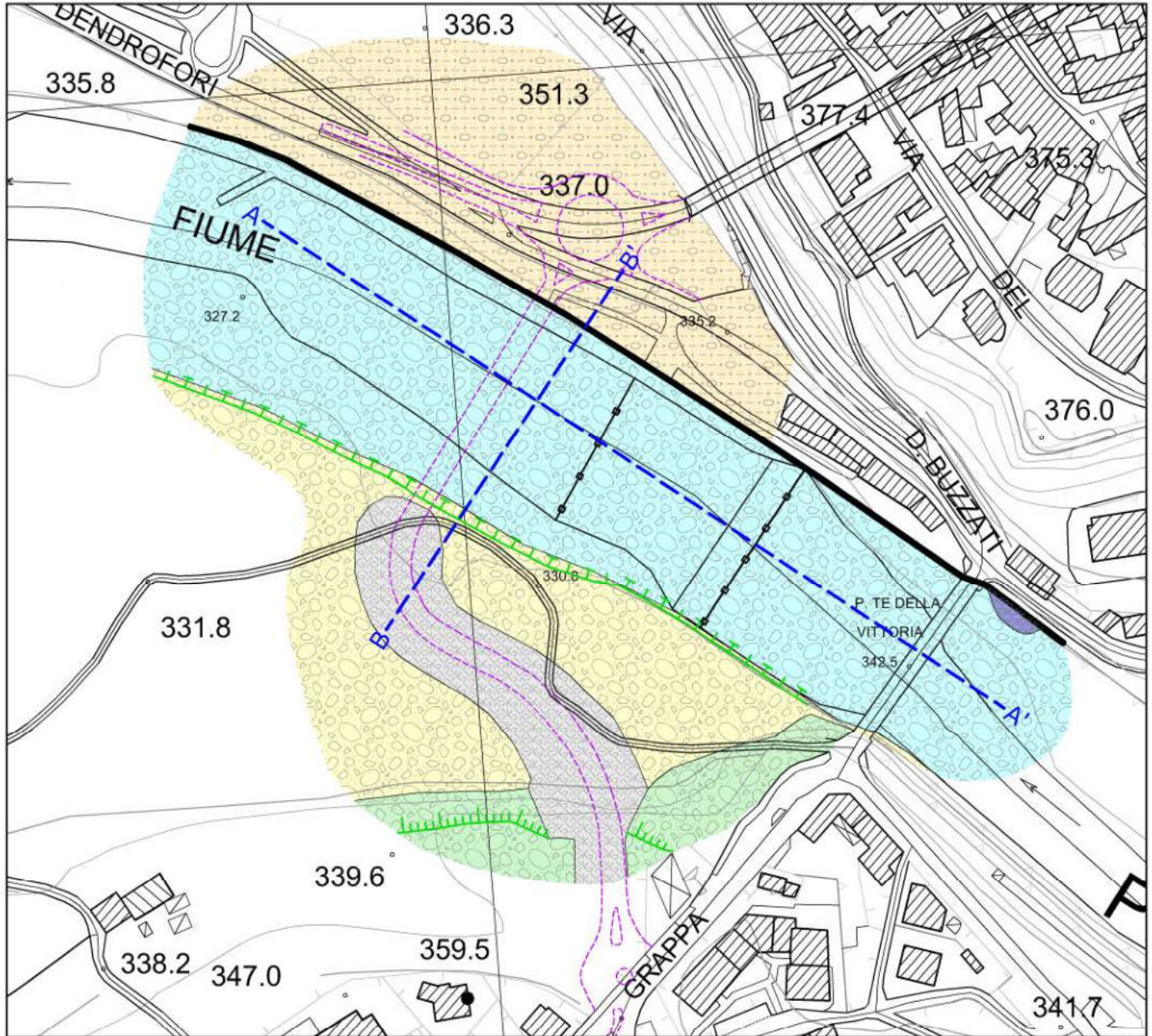
Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Ghiaie fini sabbiose e limose	33	0.00-3.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	<b>2.00</b>
Strato (2) Ghiaie grossolane limose e ghiaie grossolane pulite	41	3.45-6.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	<b>2.03</b>
Strato (3) Ghiaie fini sabbiose e limose	61	6.45-9.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	<b>2.09</b>
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	81	9.45-12.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	<b>2.15</b>
Strato (5) Ghiaie grossolane	100	12.45-15.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	<b>2.16</b>
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	15.45-18.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	<b>2.15</b>














STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

Strato (7) Ghiaie fini e grossolane debolmente sabbiose	79	18.45-21.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.15</b>
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane sabbiose	68	21.45-24.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.11</b>
Strato (9) Ghiaie fini debolmente sabbiose	69	24.45-27.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.12</b>
Strato (10) Ghiaie fini debolmente sabbiose e limose	76	27.45-30.45	Terzaghi-Peck 1948- 1967	<b>2.14</b>





**Legenda**

- |   |  |   |   |
|---|--|---|---|
|  | Depositi alluvionali attuali   |  | Orlo di terrazzo di erosione fluviale: $0 < H < 5$ m  |
|  | Depositi alluvionali recenti   |  | Orlo di terrazzo di erosione fluviale: $5 < H < 10$ m |
|  | Depositi alluvionali antichi   |  | Argine fluviale                                       |
|  | Depositi alluvionali recenti con modellazione antropica<br><i>(Parcheggio di Lambioi, rilevato stradale, argine in dx idrografica del Piave)</i> |  | Briglie - soglie fluviali                             |
|  | Rilevato stradale<br><i>(Riporto antropico)</i>  |  | Tracce delle sezioni geologiche                       |
|  | Substrato roccioso<br><i>(Flysch di Belluno)</i>   |   |   |





**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cestomaggiore (BL)

**LAVORO**

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**

**COMMITTENTE**

**FHECOR**  
Ingenieros Consultores

**Legenda**

**Depositi alluvionali**  
(Alternanze di ghiaie sabbiose, ghiaie ciotolose e livelli più sabbiosi)

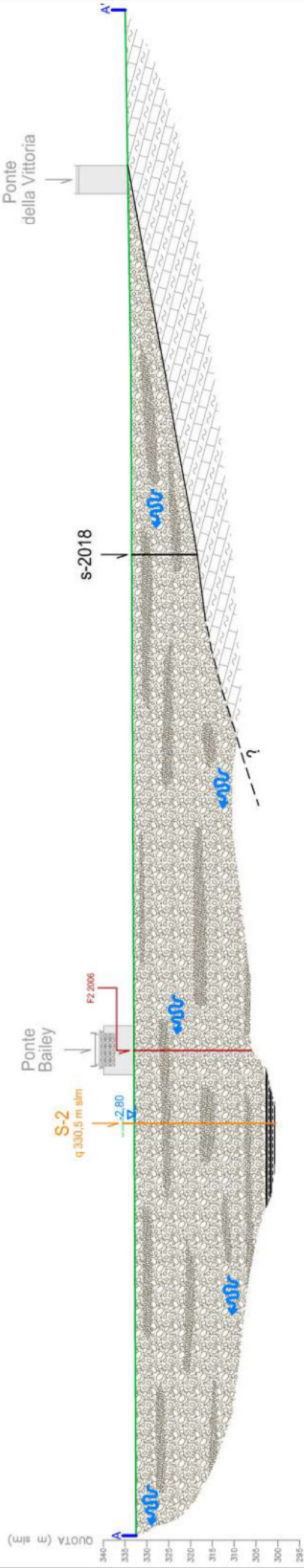
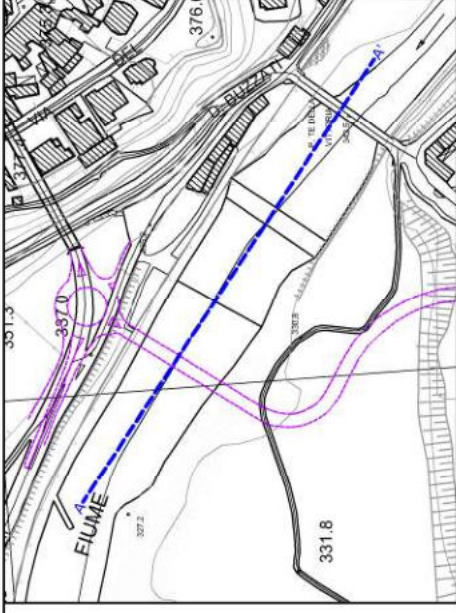
**Depositi alluvionali**  
(Limi sabbiosi e sabbie con limi grigio-scuro)

**Substrato roccioso**  
(Flysch di Belluno)

**Sondaggio geognostico - (2020) / (2018) / (2006)**

**Quota freatica e livello**  
(da rilievo del 12/1/2021)

**Direzione di flusso della falda**





STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cestonaggio (BL)

LAVORO

## Campania geotecnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia

COMMITTENTE

FHECOR  
Ingenieros Consultores

### Legenda



Rilevato stradale / Terreni di riporto



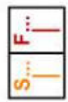
Depositi alluvionali recenti con modellazione antropica  
(Parcheggio di Lambioli, rilevato stradale, rigine in dx idrografica del Piave)



Depositi alluvionali  
(Alternanze di ghiaie sabbiose, ghiaie ciotolose con livelli sabbiosi)



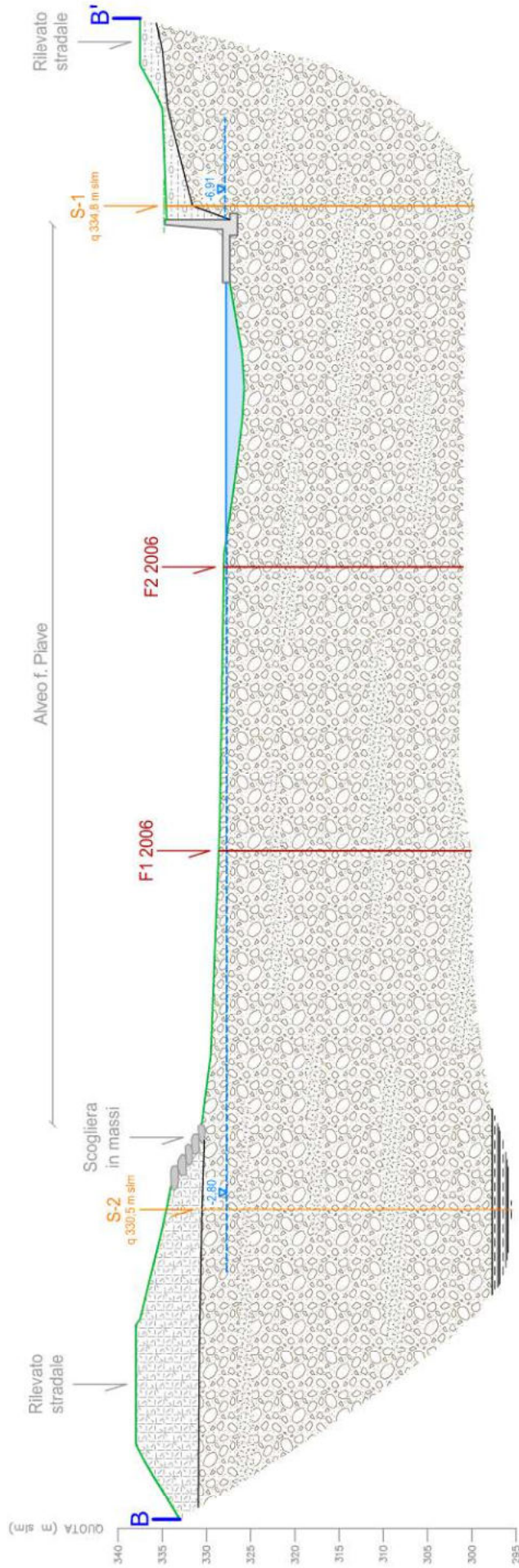
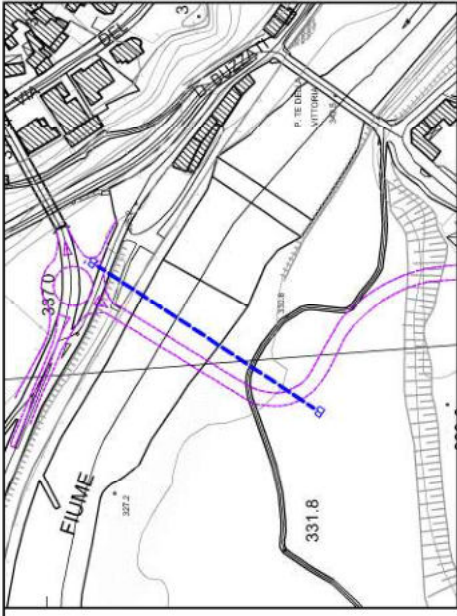
Depositi alluvionali  
(Limi sabbiosi e sabbie con limi grigio-scuro)



Sondaggio geognostico - (2020) / (2006)



Quota freatica e livello  
(da rilievo del 12/1/2021)





Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag.	1/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	------	------

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI BELLUNO

# Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi)

## PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO E AMBIENTALE



Il Direttore

Dott. geol. Danilo Belli

**il Committente:** FHECOR Ingenieros Consultores - Madrid (ES)

Cesiomaggiore, gennaio 2021



## SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 Sondaggi.....	3
1.2 Trincee esplorative .....	5
2. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - SONDAGGI .....	7
3. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - TRINCEE ESPLORATIVE .....	9
4. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE CHIMICA - SONDAGGI .....	11
4.1 Terreni .....	11
4.2 Acque.....	12
5. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE CHIMICA – TRINCEE.....	13

## ALLEGATI

1. Classificazioni geotecniche sondaggi (n. 8 RP EQS srl, C2082-2303,2304,2305,2306,2308,2310,2311)
2. Classificazioni geotecniche trincee (n. 14 RP EQS srl, C2082-2312,13,15,16,17; C2082-2318/2321; C2082-2322/2325; C2082-2331)
3. Analisi chimiche sondaggi (n. 6 RP Ecoricerche srl, 147368, 147578, 147708, 147709, 147710, 147711)
4. Classificazioni chimico ambientali trincee (n. 4 RP Ecoricerche srl, 147855, 147856, 147857, 147858)

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione riepiloga gli esiti di prove di laboratorio geotecnico per conto di FHECOR Ingenieros Consultores - Madrid (ES), nell'ambito della Campagna geotecnica – indagini geognostiche per il Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno (loc. Lambioi).

### 1.1 Sondaggi

I campioni provenienti dai sondaggi S-1 e S-2 sono pervenuti in data 14/12/19 e sono stati avviati per l'esecuzione delle prove di cui alla Tabella 1.

Nel foro del piezometro S-1 sono stati prelevati in data 15/12/20 n. 2 campioni di acqua da sottoporre a verifica chimica, come da Tabella 2.

La descrizione delle prove è riportata in ciascun rapporto di prova e riepilogata di seguito.

Le norme di prova corrispondono a quanto richiesto dal Committente, salvo eventuali integrazioni, puntualmente indicate nei rapporti di prova.

Le analisi chimico ambientali sono state eseguite dal laboratorio Ecoricerche srl di Bassano (VI).

Nelle tabelle a seguire si riportano l'elenco dei campioni con la sigla, le profondità di prelievo e i relativi rapporti di prova, distinti tra i terreni e le acque.

Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 4/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	-----------

**Tabella 1: riepilogo campioni dei sondaggi**

Sigla sondaggio	Sigla del campione	Profondità di prelievo (m)	Elenco rapporti di prova	Tipo di analisi (geotecnica / ambientale)
S-1	A	5,0 – 5,5	EQS C2082/2303	Geotecnica
S-1	B	15,0 – 15,5	EQS C2082/2304	Geotecnica
S-1	C1	25,0 – 25,3	EQS C2082/2305	Geotecnica
S-1	C2	25,3 – 25,5	EQS C2082/2310	Geotecnica
S-2	A	5,0 – 5,5	EQS C2082/2306	Geotecnica
S-2	B	15,0 – 15,5	EQS C2082/2307	Geotecnica
S-2	C	24,5 – 25,0	EQS C2082/2308	Geotecnica
S-2	F	34,4 – 34,8	EQS C2082/2311	Geotecnica
S-1	D	4,6-5,0	Ecoricerche147708	Ambientale
S-1	E	15,5-16,0	Ecoricerche147709	Ambientale
S-2	D	5,2-5,3	Ecoricerche147710	Ambientale
S-2	E	15,6-15,8	Ecoricerche147711	Ambientale

I geotecnici sono siglati A, B, C ed F (quest'ultimo riguardante solo il sondaggio S-2), mentre i campioni ambientali sono siglati D ed E, il tutto per entrambi i sondaggi.

**Tabella 2: riepilogo campioni acqua**

Sigla piezometro	Sigla del campione	Profondità di prelievo (m)	Elenco rapporti di prova	Tipo di analisi
1	147568	15	Ecoricerche 147568	Chimica
1	147578	10	Ecoricerche 147578	Chimica

Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 5/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	-----------

## 1.2 Trincee esplorative

I campioni provenienti dalle trincee (denominate C-1, C-2, C-3, C-4) sono pervenuti in data 19/12/20 e sono stati avviati per l'esecuzione delle prove di cui alla Tabella 3 per le indagini geotecniche e chimico ambientali.

I campioni sono rappresentativi del terreno individuato durante la realizzazione di ciascuna trincea.

Solo nel caso della trincea C-4 è stato campionato anche lo strato più fine (sabbia), risultando questo di spessore apprezzabile (> 0,5 m).

La descrizione delle prove è riportata in ciascun rapporto di prova e riepilogata di seguito.

Le norme di prova corrispondono a quanto richiesto dal Committente, salvo eventuali integrazioni puntualmente indicate nei rapporti di prova.

Le analisi chimico ambientali sono state eseguite dal laboratorio Ecoricerche srl di Bassano (VI).

Nella tabella seguente si riporta l'elenco dei campioni con la sigla, le profondità di prelievo e i relativi rapporti di prova.



Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 6/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	-----------

Tabella 3: riepilogo campioni delle trincee

Sigla trincea	Sigla del campione	Profondità di prelievo (m)	Elenco rapporti di prova	Tipo di analisi (geotecnica / ambientale)
C-1	1	0,0 – 2,5	EQS C2082/2312 EQS C2082/2318 EQS C2082/2322	Geotecnica
C-2	1	0,0 – 4,5	EQS C2082/2313 EQS C2082/2319 EQS C2082/2323	Geotecnica
C-3	1	0,0 – 4,5	EQS C2082/2315 EQS C2082/2320 EQS C2082/2324	Geotecnica
C-4	1	2,5 – 4,5	EQS C2082/2316 EQS C2082/2321 EQS C2082/2325	Geotecnica
C-4	2	1,5 – 2,0	EQS C2082/2317	Geotecnica
C-1	C-1	0,0 – 2,5	Ecoricerche147855	Ambientale
C-2	C-2	0,0 – 4,5	Ecoricerche147856	Ambientale
C-3	C-3	0,0 – 4,5	Ecoricerche147857	Ambientale
C-4	C-4	2,5 – 4,5	Ecoricerche147858	Ambientale

Per la correzione dei valori di densità secca ed umidità ottimali ottenuti dalle prove di costipamento Proctor, i valori di  $G_s$  (peso specifico assoluto dei grani maggiori del setaccio ASTM 3/4") e  $U$  % (contenuto d'acqua), si fa riferimento al rapporto di prova C2082/2331.

Relazione n. C2082 del 26/1/2021 Richiesta n. 780 del 30/10/2020 pag. 7/13

## 2. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - SONDAGGI

Le prove sono state concordate con il Committente, secondo l'elenco della tabella che segue.

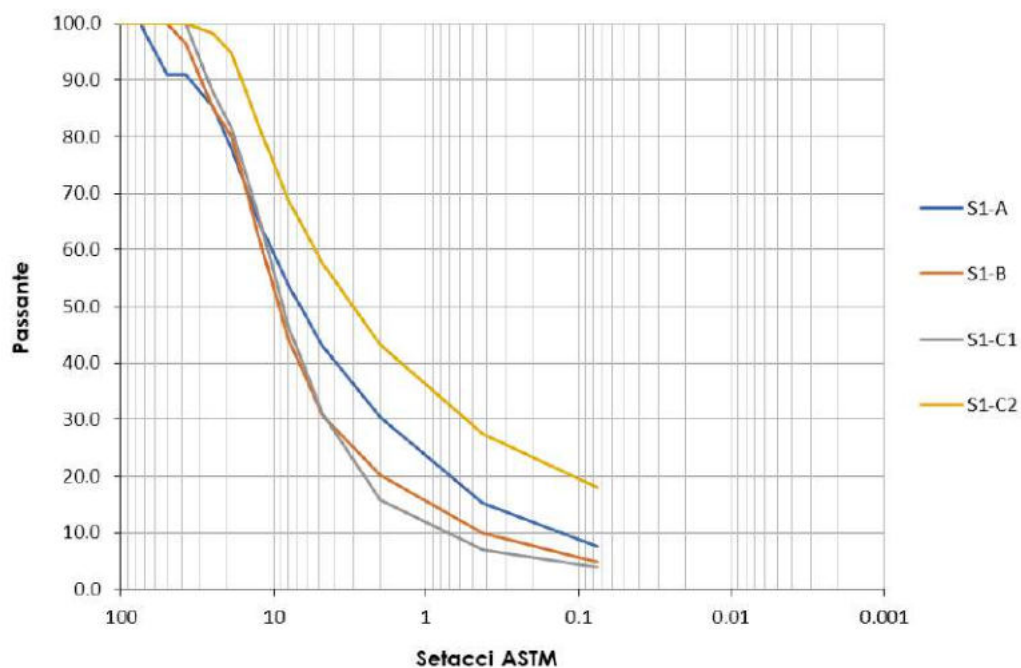
**Tabella 4: prove geotecniche sondaggi**

DESCRIZIONE PROVE
Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)
Classificazione (ASTM-D-2488)
Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)
Determinazione del contenuto in acqua (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)
Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine (UNI CEN ISO/TS 17892-2)
Determinazione della massa volumica dei granuli solidi (ASTM-D-854 e UNI CEN ISO/TS 17892-3)
Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine -E.L.L. (ASTM-D-2166 e UNI EN ISO 17892-7)

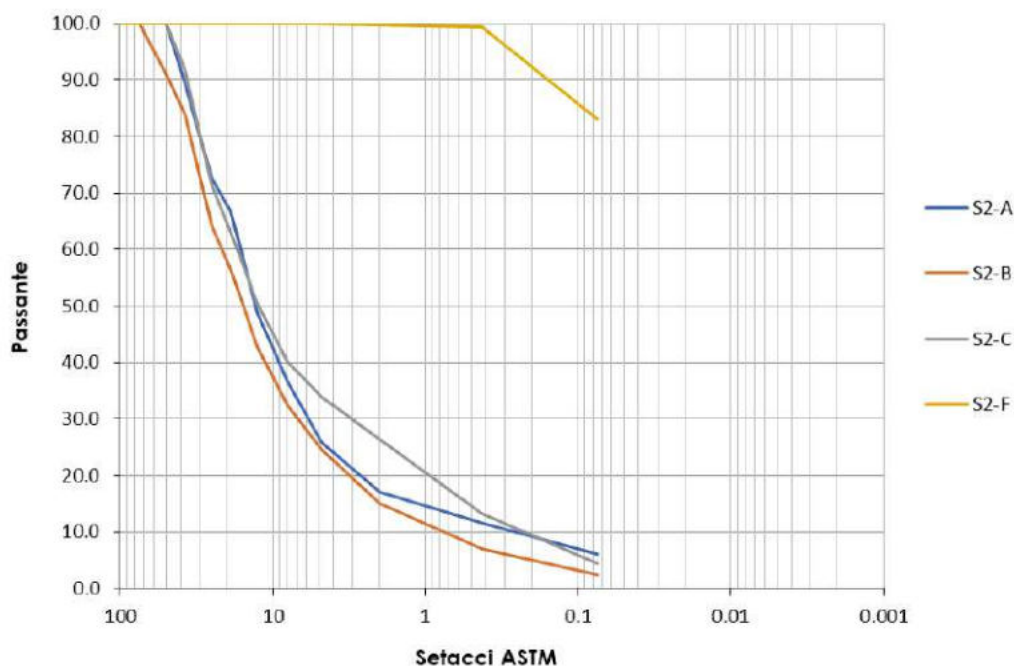
Le prove di caratterizzazione geotecnica sono integrate con la documentazione fotografica del campione per consentire una qualificazione visiva della natura e tipologia dei grani.

Il grafico a seguire confronta i campioni sotto l'aspetto granulometrico distinti per sondaggio.

Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag.	8/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	------	------



**Figura 1: Confronto tra le curve granulometriche sondaggio S1**



**Figura 2: Confronto tra le curve granulometriche sondaggio S2**

Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag.	9/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	------	------

### 3. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - TRINCEE ESPLORATIVE

Le prove sono state concordate con il Committente, secondo l'elenco della tabella che segue.

**Tabella 5: prove geotecniche trincee esplorative**

DESCRIZIONE PROVE
Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)
Classificazione (ASTM-D-2488)
Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)
Determinazione della massa volumica dei granuli solidi (ASTM-D-854, ASTM C-127-15)
Prova di costipamento Proctor – Procedimento AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2)
Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR (ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)

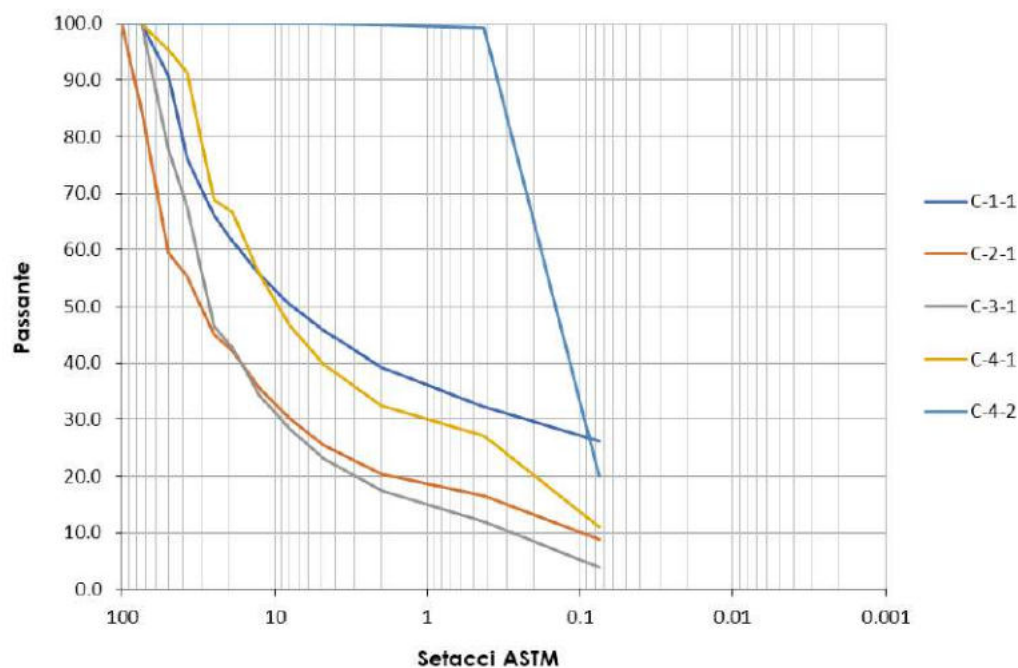
Le prove di caratterizzazione geotecnica sono integrate con la documentazione fotografica del campione per consentire una qualificazione visiva della natura e tipologia dei grani.

Il grafico a seguire confronta i campioni sotto l'aspetto granulometrico distinti per trincea esplorativa.

Gli esiti delle prove di compattazione sono corretti nei rapporti di prova rispetto alla presenza di grani trattenuti al setaccio 3/4" ASTM sia per la densità secca ottimale che per l'umidità ottimale.



Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag.	10/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	------	-------



**Figura 3: Confronto tra le curve granulometriche delle trincee esplorative**

Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag.	11/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

## 4. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE CHIMICA - SONDAGGI

I 4 campioni di terreno sono stati prelevati dal dott. geol. Danilo Belli in data 10-11-16/12/2020 e consegnati al Laboratorio Ecoricerche srl per essere sottoposti alle determinazioni di cui alla Tabella 6 (come richiesto dal Committente).

### 4.1 Terreni

Sui 4 campioni di terreno prelevati in data 10/12/2020 (Sondaggio S1, campioni D, E) e 11/12/2020 (Sondaggio S2, campioni D, E) e consegnati nelle stesse date al laboratorio Ecoricerche srl sono stati effettuati i seguenti controlli analitici:

**Tabella 6: riepilogo analiti ricercati nei terreni (elenco del Committente)**

PARAMETRO	METODO DI PROVA
pH	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985
Solfati	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 '99 Met. IV.2 + ASTM D4327-17
Calcio	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Ferro	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Magnesio	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Manganese	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018

Le analisi del laboratorio chimico sono state effettuate dal giorno 8/1/2021 al giorno 21/1/2021. Il laboratorio preposto alle analisi ha rilasciato in data 21/1/2021 i seguenti rapporti di prova, di cui copia è allegata alla presente relazione.

**Tabella 7: riepilogo rapporti di prova**

Sigla sondaggio	Sigla del campione	Elenco rapporti di prova
S-1	D	Ecoricerche147708
S-1	E	Ecoricerche147709
S-2	D	Ecoricerche147710
S-2	E	Ecoricerche147711

Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag.	12/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

## 4.2 Acque

Sui 2 campioni di acque prelevate da tecnico del laboratorio Ecoricerche srl in data 14/12/2020 sono stati effettuati i seguenti controlli analitici riportati in Tabella 8.

**Tabella 8: riepilogo analiti ricercati nelle acque (elenco del Committente)**

PARAMETRO	METODO DI PROVA
pH	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Fosfati	ASTM D4327-17
Solfati	ASTM D4327-17
Ammoniaca (come NH <sub>4</sub> )	Lange LCK 304 2000
Cloruri	ASTM D4327-17
Cloro attivo libero	Lange LCW 510 06/2001
Calcio	EPA 6010D 2018
Ferro	EPA 6010D 2018
Magnesio	EPA 6010D 2018
Manganese	EPA 6010D 2018

Le analisi del laboratorio chimico sono state effettuate dal giorno 18/12/2020 al giorno 21/1/2021.

Il laboratorio preposto alle analisi ha rilasciato in data 21/1/2021 i seguenti rapporti di prova, di cui copia è allegata alla presente relazione.

**Tabella 9: riepilogo rapporti di prova**

Sigla piezometro	Sigla del campione	Elenco rapporti di prova
P1	147568	Ecoricerche 147568
P1	147578	Ecoricerche 147578

Relazione n.	C2082	del	26/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag.	13/13
--------------	-------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	------	-------

## 5. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE CHIMICA – TRINCEE

I 4 campioni prelevati dal dott. geol. Danilo Belli in data 16/12/2020 e consegnati nella stessa data al Laboratorio Ecoricerche srl sono stati sottoposti alle determinazioni di cui alla tab. 4.1 del DPR 120/2017, riepilogati nella Tabella 10.

**Tabella 10: riepilogo analiti terreni delle trincee (Tab. 4.1 del DPR 120/2017)**

PARAMETRI	
Composti Inorganici	Arsenico, Cadmio, Cobalto, Cromo totale, Cromo VI, Mercurio, Nichel, Piombo, Rame, Zinco
Idrocarburi Pesanti	C>12
Altri idrocarburi *	I.P.A. (Idrocarburi policiclici aromatici)
Altre sostanze	B.T.E.X. (Benzene, toluene, etilbenzene e xilene)

L'associazione dei set analitici effettuata può essere considerata quindi cautelativamente rappresentativa dei terreni in esame.

Le analisi del laboratorio chimico sono state effettuate dal giorno 8/1/2021 al giorno 21/1/2021. Il laboratorio preposto alle analisi ha rilasciato in data 21/1/2021 i seguenti rapporti di prova, di cui copia è allegata alla presente relazione.

**Tabella 11: riepilogo dei rapporti di prove**

Sigla trincea	Sigla del campione	Elenco rapporti di prova
C-1	C-1	Ecoricerche147855
C-2	C-2	Ecoricerche147856
C-3	C-3	Ecoricerche147857
C-4	C-4	Ecoricerche147858

Si rileva che i campioni analizzati non presentano superamenti dei limiti, sia di colonna A che di colonna B (D.Lgs. 152/06, parte IV, titolo V all. 5 tab 1), per il set di analiti indagati.



Rapporto di prova n.	C2082/2303	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	10/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S1	<b>PROFONDITÀ:</b>	5,0 - 5,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	A	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2303** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	9.1	90.9
37.5	0.0	90.9
25	5.7	85.3
19	7.4	77.9
12.5	12.6	65.3
8	11.4	53.9
4.75	10.8	43.1
2	12.6	30.5
0.425	15.2	15.3
0.075	7.7	7.7

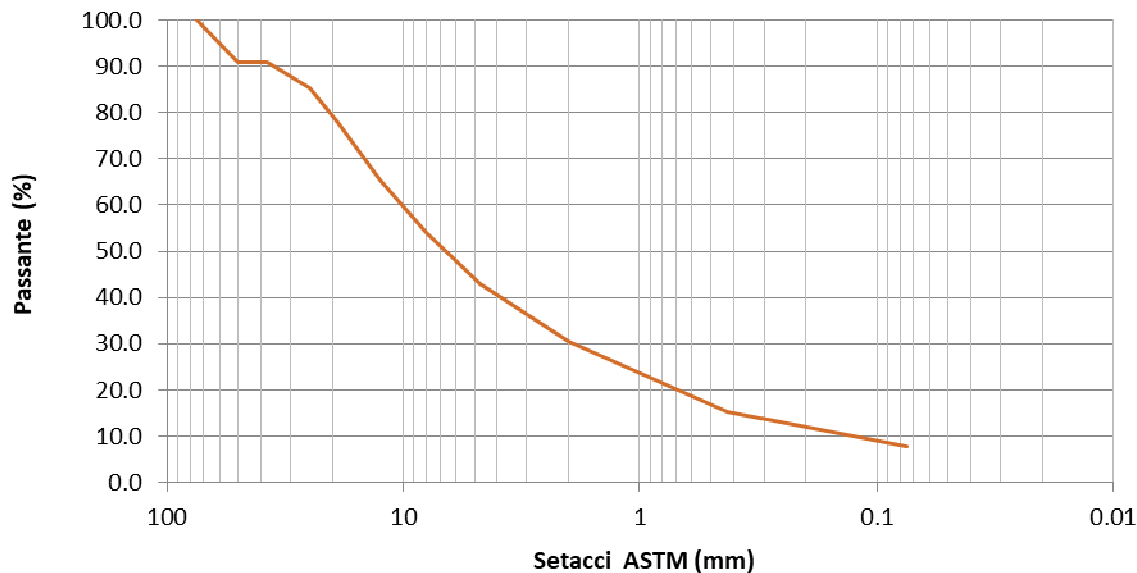
Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	22.1
Ghiaie fini	34.8
Sabbie grossolane	12.6
Sabbie medie	15.2
Sabbie fini	7.7
Limi e argille	7.7



**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW – GM ghiaia ben gradata con limo e sabbia
---	---

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2304	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	10/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S1	<b>PROFONDITÀ:</b>	15,0 - 15,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	B	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n. **C2082/2304** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	3.5	96.5
25	11.3	85.1
19	5.0	80.2
12.5	17.4	62.7
8	18.3	44.4
4.75	13.5	30.9
2	10.7	20.2
0.425	10.1	10.0
0.075	5.2	4.8

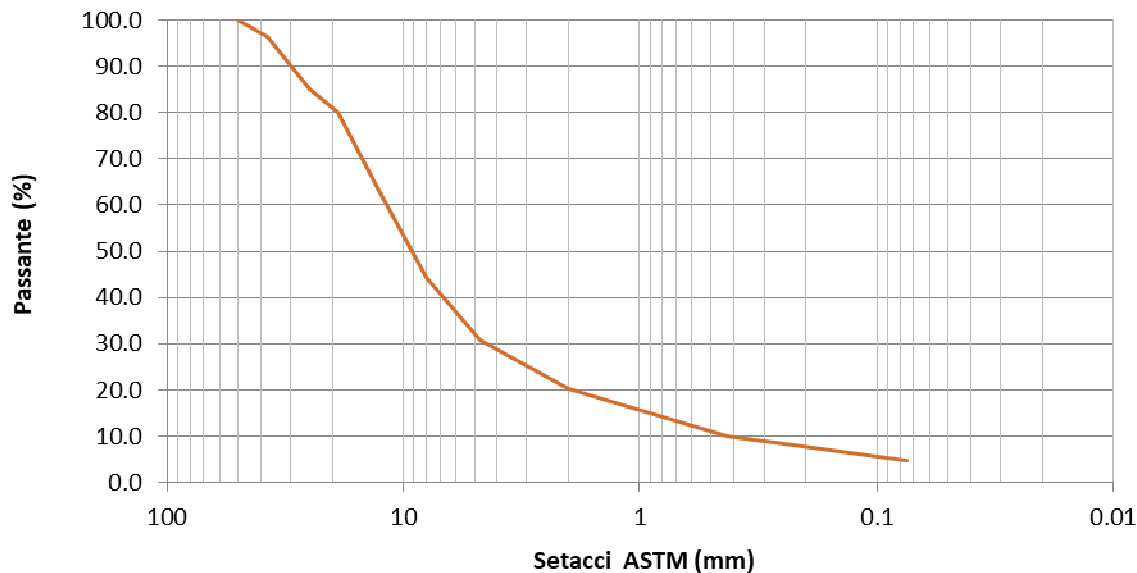
Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	19.9
Ghiaie fini	49.3
Sabbie grossolane	10.7
Sabbie medie	10.1
Sabbie fini	5.2
Limi e argille	4.8



**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW ghiaia ben gradata
---	--------------------------

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2305	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	10/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S1	<b>PROFONDITÀ:</b>	25,0 - 25,3 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	C1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2305** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	0.0	100.0
25	12.1	87.9
19	6.2	81.7
12.5	15.5	66.3
8	19.7	46.5
4.75	15.4	31.1
2	15.4	15.7
0.425	8.7	7.1
0.075	3.2	3.9

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	18.3
Ghiaie fini	50.6
Sabbie grossolane	15.4
Sabbie medie	8.7
Sabbie fini	3.2
Limi e argille	3.9



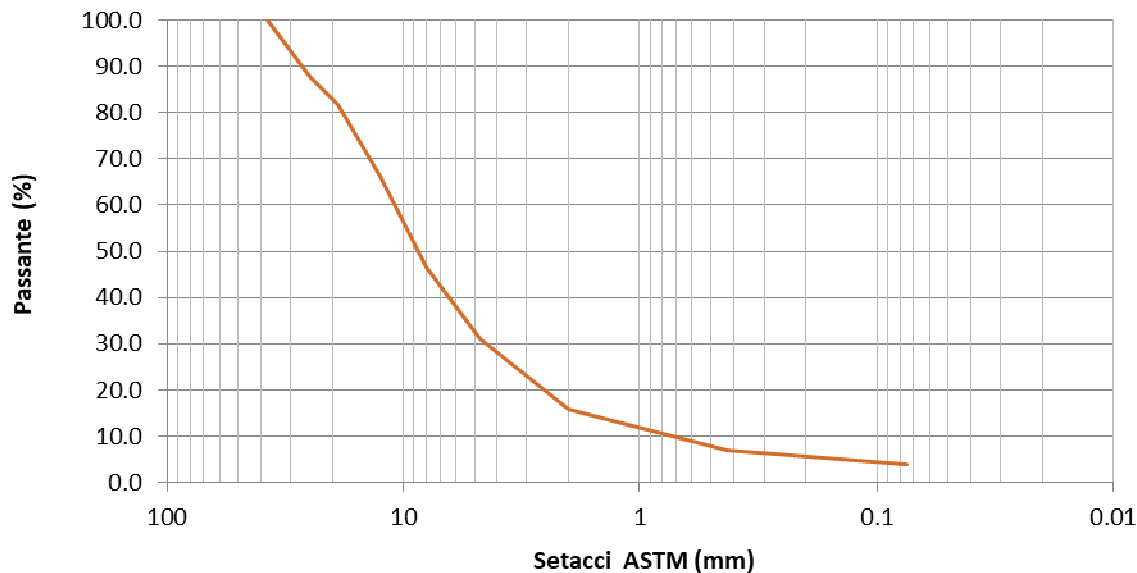
**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n. **C2082/2305** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 3/3

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW ghiaia ben gradata
---	--------------------------

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2306	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	11/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S2	<b>PROFONDITÀ:</b>	5,0 – 5,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	A	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2306** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	10.6	89.4
25	16.9	72.5
19	5.7	66.8
12.5	18.0	48.8
8	12.1	36.7
4.75	10.8	25.9
2	8.8	17.1
0.425	5.6	11.5
0.075	5.3	6.2

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	33.2
Ghiaie fini	41.0
Sabbie grossolane	8.8
Sabbie medie	5.6
Sabbie fini	5.3
Limi e argille	6.2

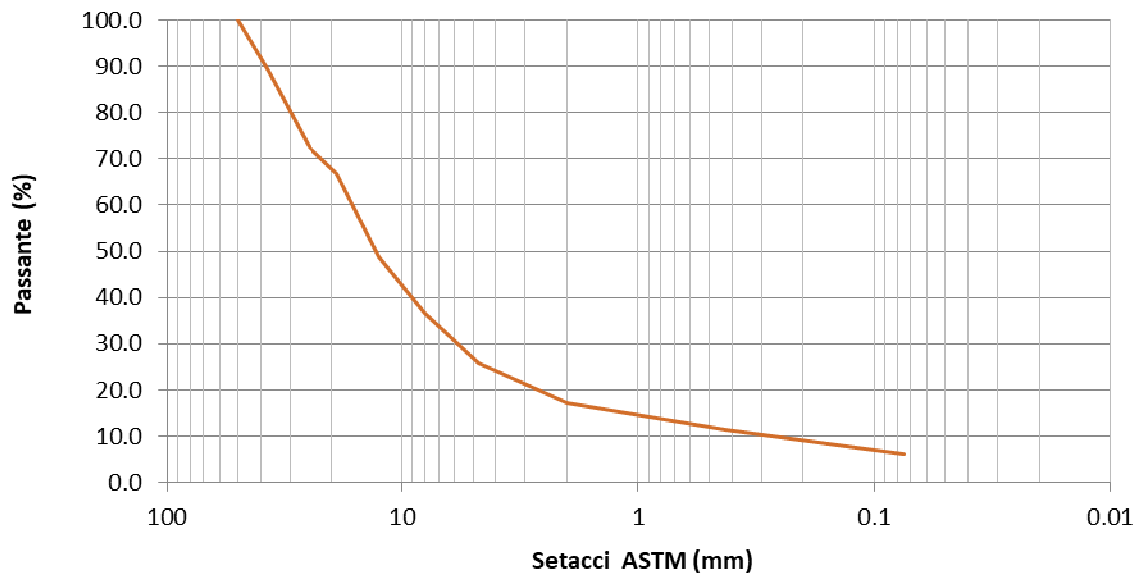


**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2306** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 3/3

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW-GM ghiaia ben gradata con limo e sabbia
---	---

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n.	C2082/2307	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	11/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S2	<b>PROFONDITÀ:</b>	15,0 – 15,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	B	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2307** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	9.0	91.0
37.5	7.2	83.8
25	19.8	64.0
19	7.4	56.7
12.5	14.0	42.7
8	10.2	32.4
4.75	7.9	24.5
2	9.4	15.1
0.425	8.1	7.1
0.075	4.6	2.5

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	43.3
Ghiaie fini	32.1
Sabbie grossolane	9.4
Sabbie medie	8.1
Sabbie fini	4.6
Limi e argille	2.5

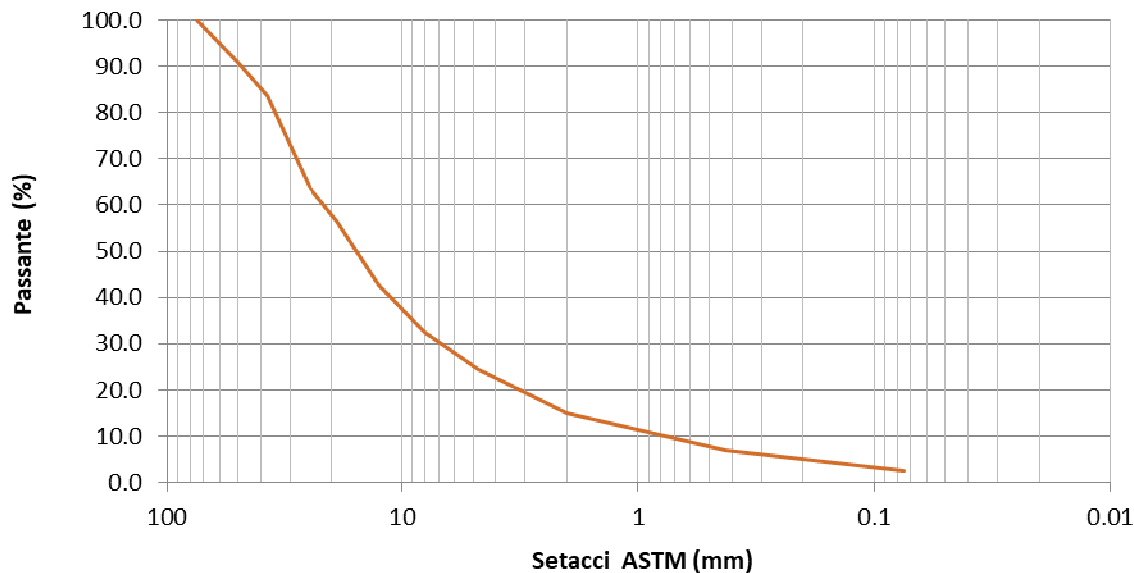


**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2307** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 3/3

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW ghiaia ben gradata
---	--------------------------

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2308	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	11/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S2	<b>PROFONDITÀ:</b>	24,5 – 25,0 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	C	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n. **C2082/2308** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	8.2	91.8
25	20.6	71.2
19	8.1	63.2
12.5	12.8	50.3
8	10.2	40.1
4.75	6.2	33.9
2	7.4	26.4
0.425	13.2	13.2
0.075	8.7	4.5

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	36.9
Ghiaie fini	29.3
Sabbie grossolane	7.4
Sabbie medie	13.2
Sabbie fini	8.7
Limi e argille	4.5

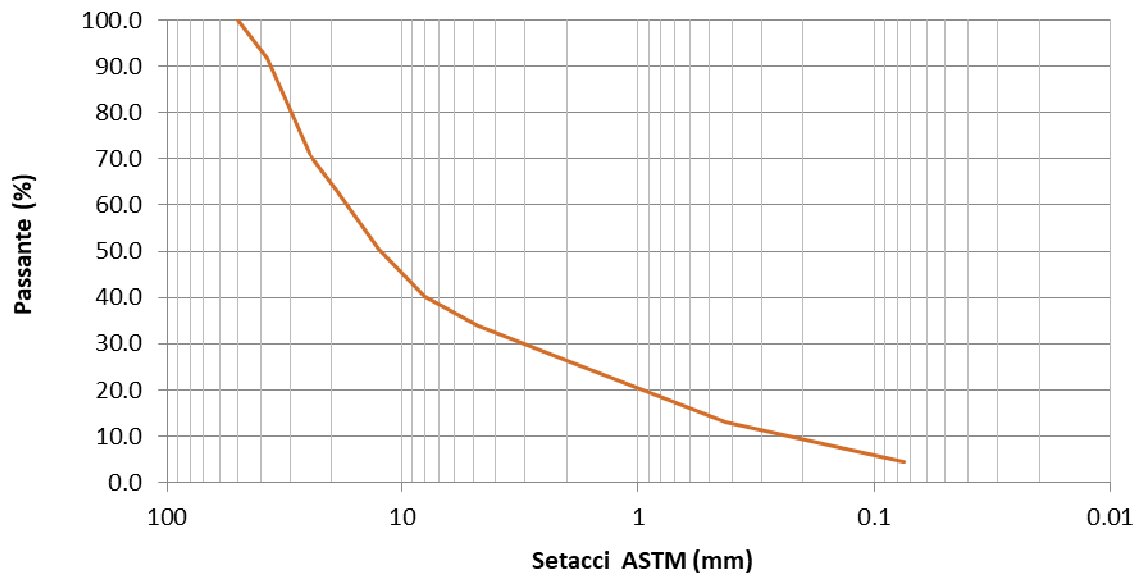


FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2308** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 3/3

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW ghiaia ben gradata
---	--------------------------

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2310	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	11/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S1	<b>PROFONDITÀ:</b>	25,3 – 25,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	C2	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2310** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	0.0	100.0
25	1.8	98.2
19	3.4	94.8
12.5	12.7	82.2
8	13.3	68.9
4.75	11.1	57.8
2	14.6	43.2
0.425	15.8	27.5
0.075	9.5	17.9

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	5.2
Ghiaie fini	37.0
Sabbie grossolane	14.6
Sabbie medie	15.8
Sabbie fini	9.5
Limi e argille	17.9

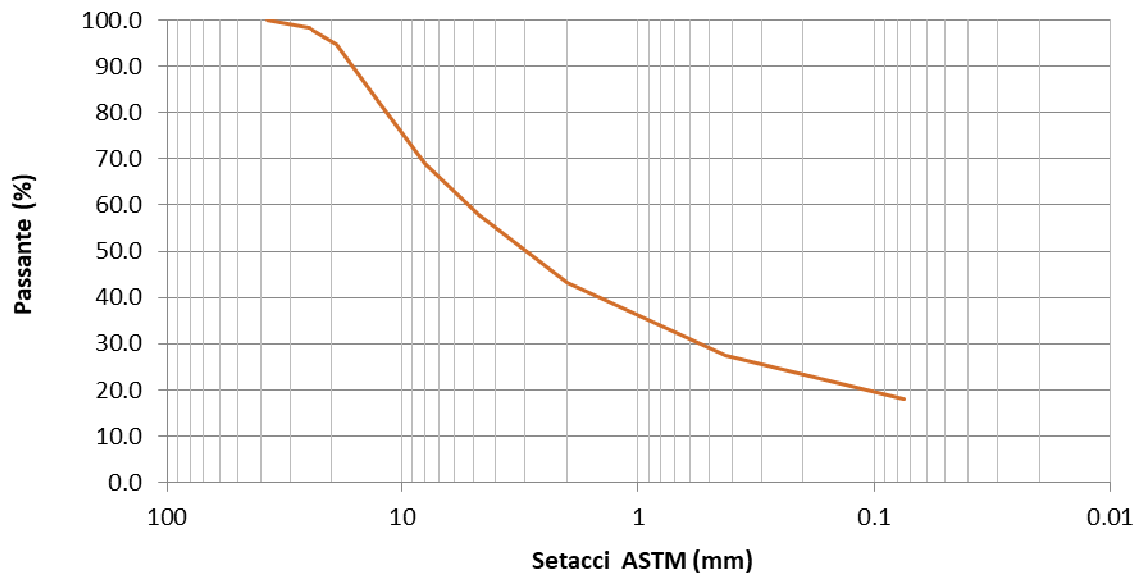


**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



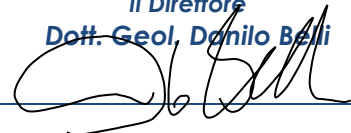
**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	SM sabbia limosa
---	---------------------

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. C2082/2311 del 7/1/2021 Richiesta n. 780 del 30/10/2020 pag. 1/5

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

## DATI GENERALI

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

## DATI CAMPIONAMENTO

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	11/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S2	<b>PROFONDITÀ:</b>	34,4 – 34,8 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	F	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

## DATI PROVE

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	14/12/2020	<b>al</b>	23/12/2020
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
	3.	Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)		
	4.	Determinazione del contenuto in acqua (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)		
	5.	Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine (UNI CEN ISO/TS 17892-2)		
	6.	Determinazione della massa volumica dei granuli solidi (ASTM-D-854 e UNI CEN ISO/TS 17892-3)		
	7.	Prova di compressione non confinata su terreni a grana fine -E.L.L. (ASTM-D-2166 e UNI EN ISO 17892-7)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n. **C2082/2311** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/5

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	0.0	100.0
25	0.0	100.0
19	0.0	100.0
12.5	0.0	100.0
8	0.0	100.0
4.75	0.0	100.0
2	0.2	99.8
0.425	0.3	99.5
0.075	16.3	83.2

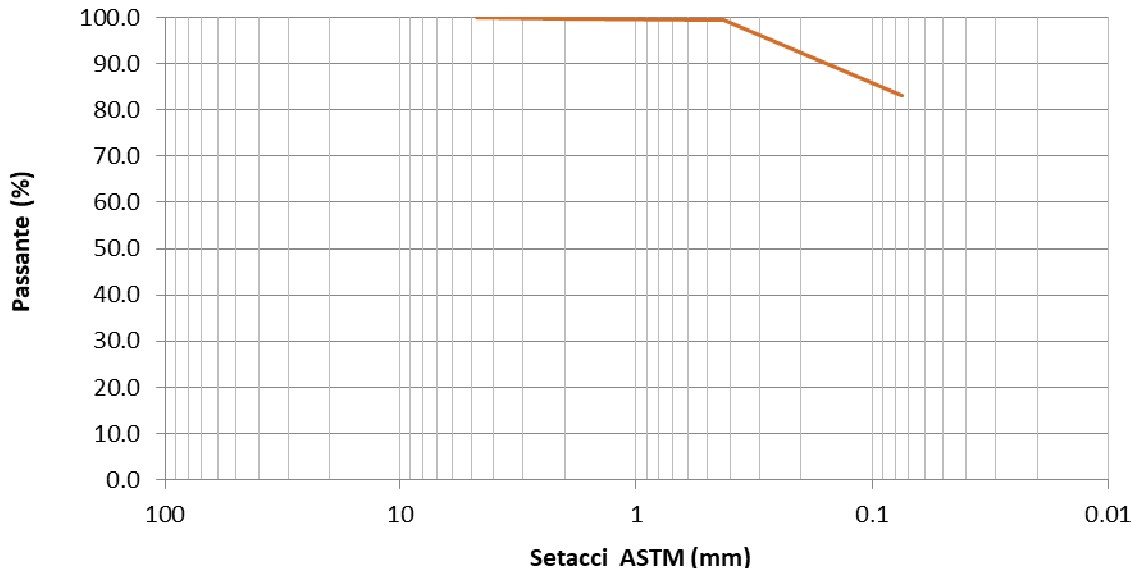
Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	0.0
Ghiaie fini	0.0
Sabbie grossolane	0.2
Sabbie medie	0.3
Sabbie fini	16.3
Limi e argille	83.2



FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE (ASTM-D-2488)**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	CL-ML argilla sabbiosa e limo di bassa plasticità
---	--

**PROVA 3.: DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)**

<b>Limite liquido (<math>W_L</math>):</b>	18
<b>Limite plastico (<math>W_P</math>):</b>	12
<b>Indice di plasticità (<math>I_P</math>):</b>	6

**PROVA 4.: DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	DESCRIZIONE	ESITO
W	%	naturale	15,0

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n.	C2082/2311	del	7/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 4/5
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 5.: DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE (ASTM-D-4254 e UNI CEN ISO/TS 17892-2) E DEI PARAMETRI INDICE DEI TERRENI**

SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	ESITO
$\gamma_{nat}$	g/cm <sup>3</sup>	2,22
$\gamma_{dry}$	g/cm <sup>3</sup>	1,93
G	g/cm <sup>3</sup>	2,71
n	-	0,29
e	-	0,40
Sr	%	100,6

**PROVA 6.: DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI (ASTM-D-854 e UNI CEN ISO/TS 17892-3)**

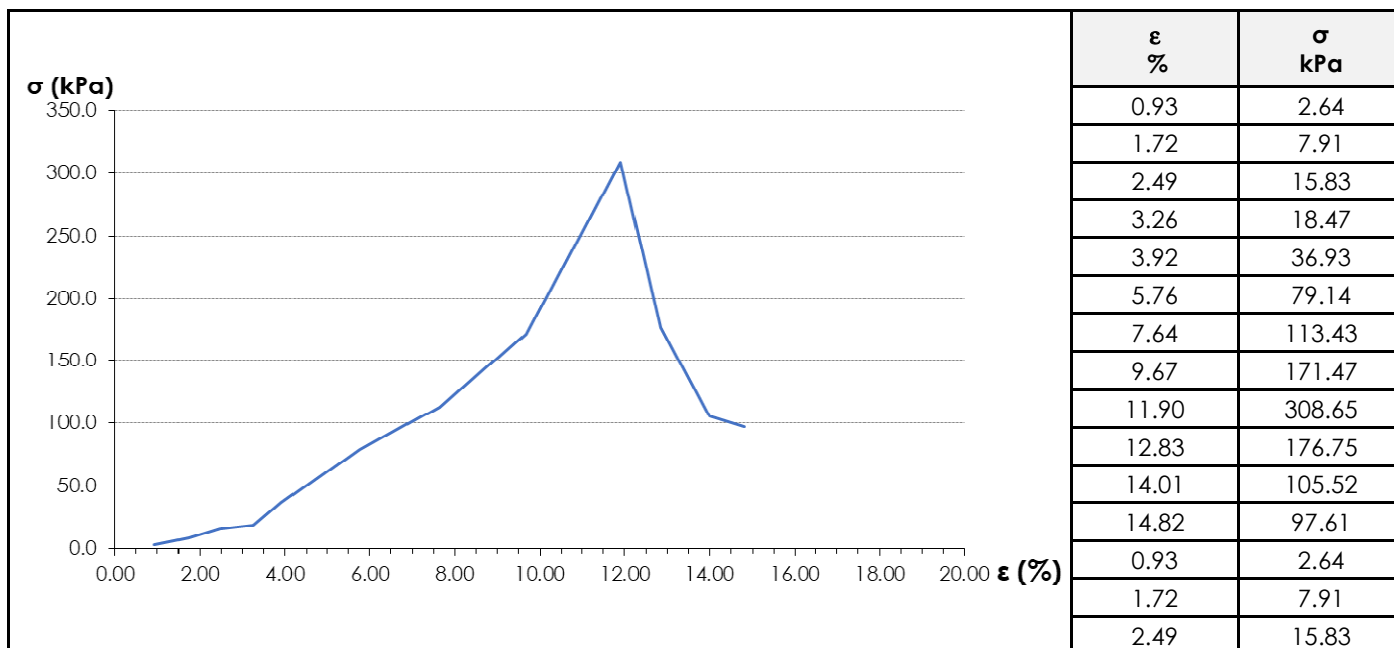
SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	ESITO
G	g/cm <sup>3</sup>	2,71

**PROVA 7.: PROVA DI ESPANSIONE LATERALE LIBERA (UNI EN ISO 17892-7)**

DESCRIZIONE	VALORE	U.M.
Sezione provino:	59,5	cm <sup>2</sup>
Altezza iniziale:	156,0	mm
Peso umido	2060,4	g
Peso di volume naturale ( $\rho_{nat}$ )	2,22	g/cm <sup>3</sup>
Peso di volume secco ( $\rho_{dry}$ )	1,93	g/cm <sup>3</sup>
Umidità (W0)	15,0	%

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2311** del **7/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 5/5



<b>Resistenza massima (<math>\sigma</math>):</b>	<b>308,65 kPa</b>
<b>Deformazione (<math>\epsilon</math>):</b>	<b>11,9 %</b>

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2312	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

## DATI GENERALI

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	Via	Barquillo	N.	23, 2.ª Planta
	C.A.P.	28004	CITTÀ	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

## DATI CAMPIONAMENTO

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-1	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 2,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)	

## DATI PROVE

<b>DATA:</b>	dal	7/1/2021	al	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
	3.	Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)		
	4.	Determinazione del contenuto in acqua (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
 La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n. **C2082/2312** del **18/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	9.1	90.9
37.5	14.7	76.2
25	10.1	66.1
19	4.5	61.6
12.5	6.0	55.6
8	5.2	50.4
4.75	4.6	45.7
2	6.6	39.2
0.425	6.8	32.3
0.075	6.2	26.2

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	38.4
Ghiaie fini	15.9
Sabbie grossolane	6.6
Sabbie medie	6.8
Sabbie fini	6.2
Limi e argille	26.2

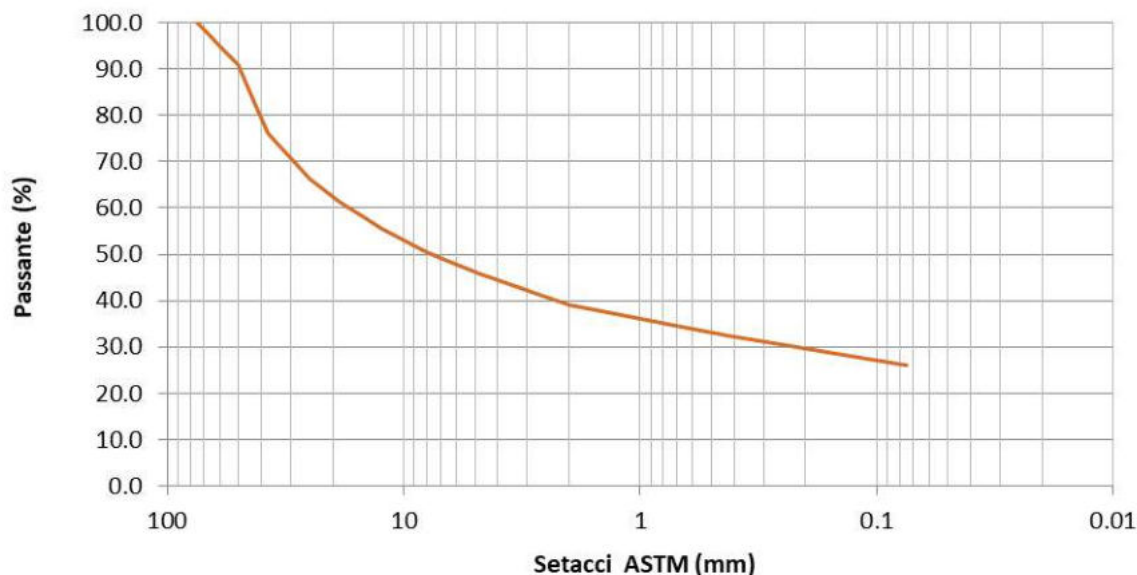


FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n. C2082/2312 del 18/1/2021 Richiesta n. 780 del 30/10/2020 pag. 3/3

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**

**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE (ASTM-D-2488)**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GM ghiaia limosa
---	---------------------

**PROVA 3.: DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)**

<b>Limite liquido (<math>W_L</math>):</b>	23,0
<b>Limite plastico (<math>W_P</math>):</b>	18,0
<b>Indice di plasticità (<math>I_P</math>):</b>	5,0

**PROVA 4.: DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

Descrizione	Unità di misura	Esito
Contenuto naturale d'acqua (U)	(%)	4,5

 Il Direttore  
 Dott. Geol. Danilo Belli



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
 La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n. **C2082/2313** del **18/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 1/3**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-2	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 4,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	7/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	<b>1.</b>	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	<b>2.</b>	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n. **C2082/2313** del **18/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	15.2	84.8
50	25.3	59.5
37.5	4.2	55.3
25	10.2	45.1
19	3.0	42.1
12.5	6.5	35.6
8	5.4	30.2
4.75	4.7	25.5
2	5.2	20.3
0.425	3.8	16.5
0.075	7.7	8.8

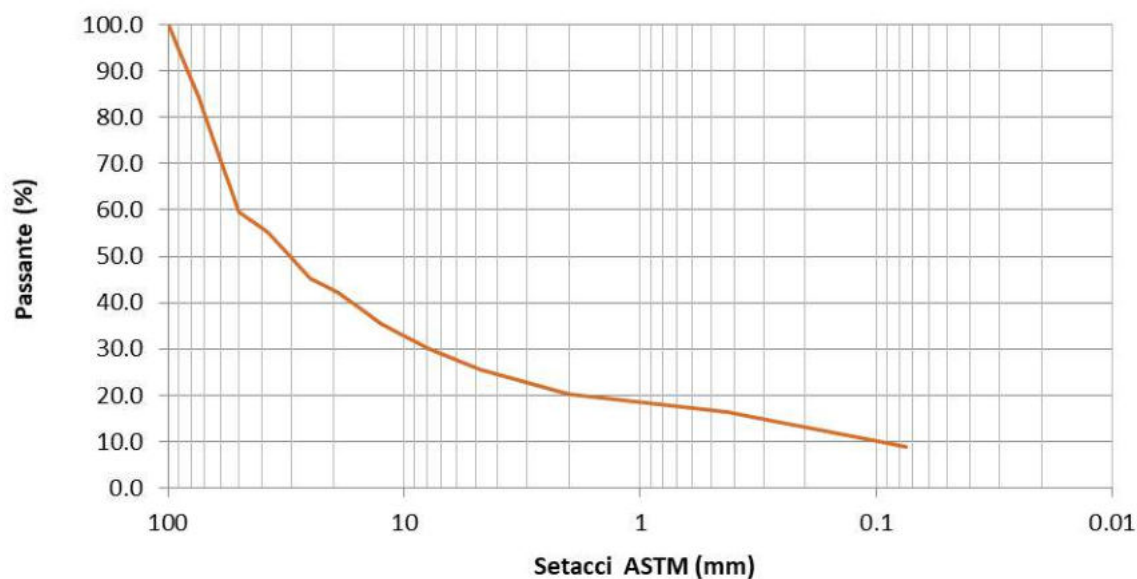
<b>Ciottoli</b>	15.2
<b>Ghiaie grossolane</b>	42.7
<b>Ghiaie fini</b>	16.6
<b>Sabbie grossolane</b>	5.2
<b>Sabbie medie</b>	3.8
<b>Sabbie fini</b>	7.7
<b>Limi e argille</b>	8.8



FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE (ASTM-D-2488)**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW - GM ghiaia ben gradata con limo e sabbia
---	---

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n.	C2082/2315	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-3	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 4,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	7/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2082/2315** del **18/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	22.1	77.9
37.5	10.3	67.6
25	21.1	46.5
19	3.9	42.6
12.5	8.3	34.4
8	5.9	28.5
4.75	5.3	23.2
2	5.8	17.4
0.425	5.4	12.0
0.075	8.2	3.9

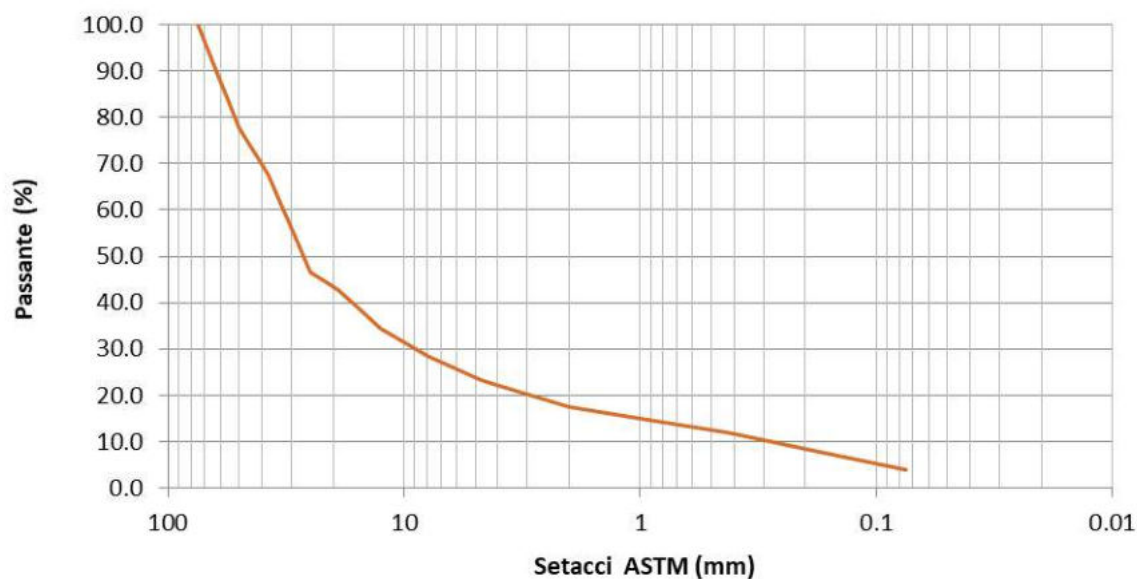
Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	57.4
Ghiaie fini	19.4
Sabbie grossolane	5.8
Sabbie medie	5.4
Sabbie fini	8.2
Limi e argille	3.9



**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE (ASTM-D-2488)**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW ghiaia ben gradata
---	--------------------------

Il Direttore  
Dot. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2316	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-4	<b>PROFONDITÀ:</b>	2,5 – 4,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	7/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
 La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.



Rapporto di prova n. **C2082/2316** del **18/1/2021** Richiesta n. **780** del **30/10/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	4.6	95.4
37.5	4.0	91.4
25	22.4	68.9
19	2.3	66.6
12.5	10.8	55.8
8	9.0	46.8
4.75	7.1	39.7
2	7.3	32.5
0.425	5.3	27.2
0.075	16.2	11.0

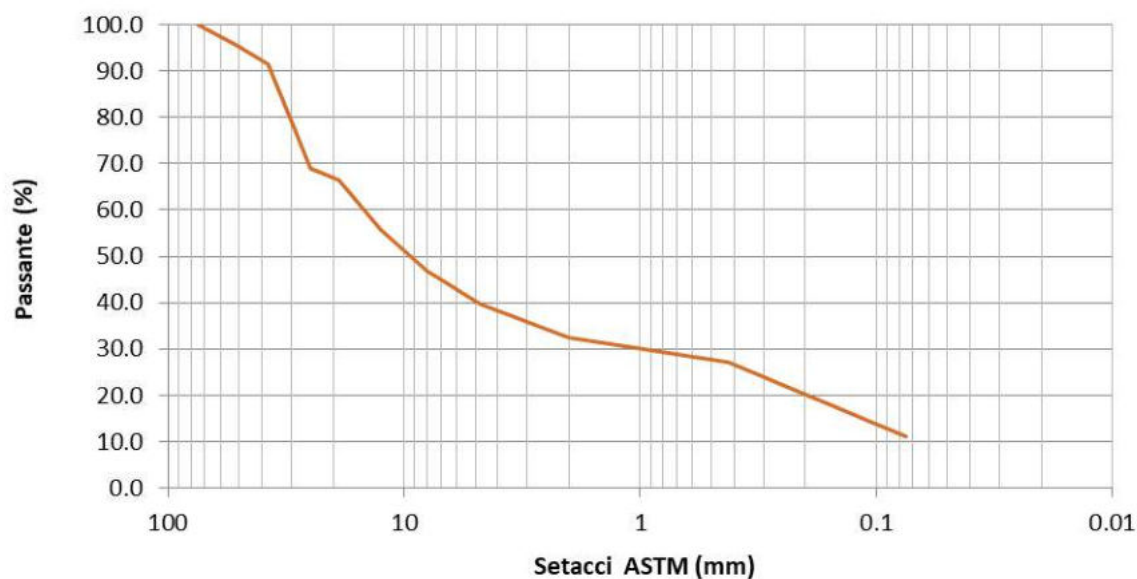
Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	33.4
Ghiaie fini	26.9
Sabbie grossolane	7.3
Sabbie medie	5.3
Sabbie fini	16.2
Limi e argille	11.0



FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE (ASTM-D-2488)**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW - GM ghiaia ben gradata con limo e sabbia
---	---

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2315	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-3	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 4,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	7/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	22.1	77.9
37.5	10.3	67.6
25	21.1	46.5
19	3.9	42.6
12.5	8.3	34.4
8	5.9	28.5
4.75	5.3	23.2
2	5.8	17.4
0.425	5.4	12.0
0.075	8.2	3.9

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	57.4
Ghiaie fini	19.4
Sabbie grossolane	5.8
Sabbie medie	5.4
Sabbie fini	8.2
Limi e argille	3.9

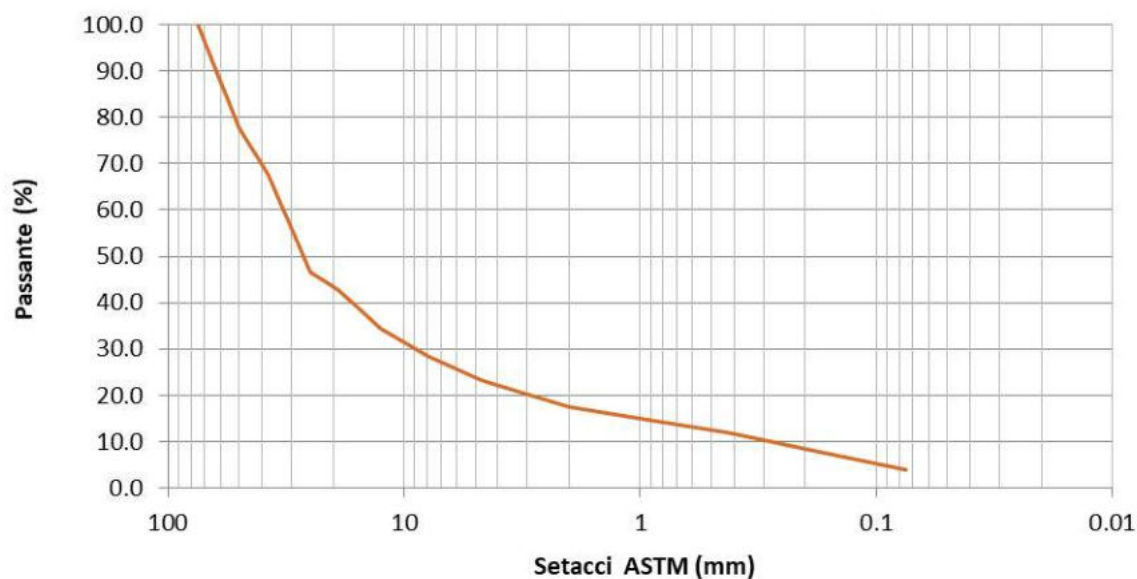


**FOTO CAMPIONE**

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE (ASTM-D-2488)**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW ghiaia ben gradata
---	--------------------------

Il Direttore  
Dot. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2318	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					


**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.			<b>DATA:</b>	16/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-1	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 2,5 m		
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)		

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	11/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVA:</b>	1.	Prova di costipamento Proctor – Procedimento AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)		
<b>NOTE:</b>	I parametri G <sub>s</sub> e U% utilizzati per la correzione della densità secca ottimale e dell'umidità ottimale sono rinvenibili nel rapporto di prova C2082/2331			

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

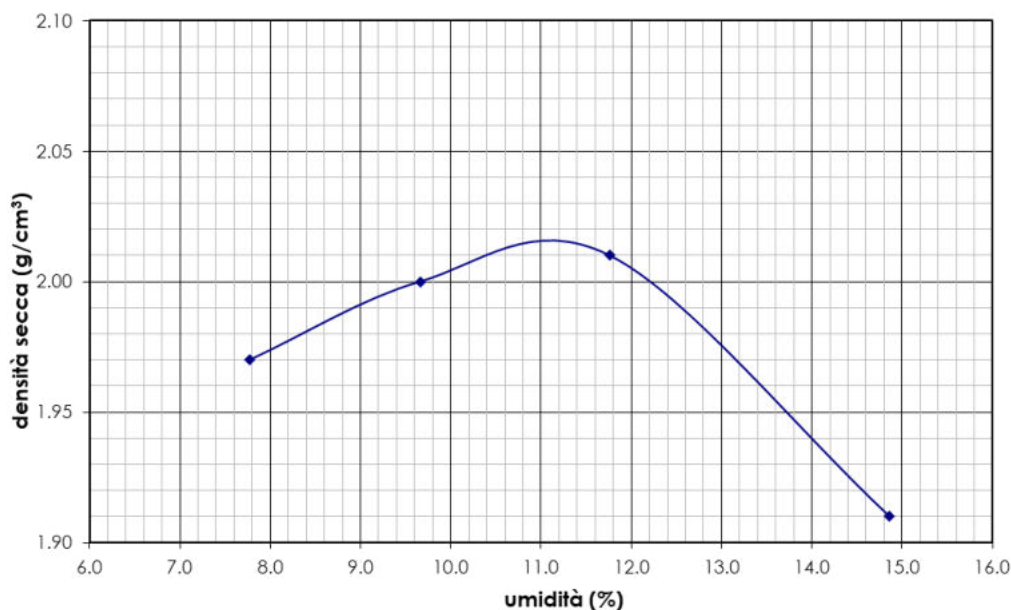
Rapporto di prova n.	C2082/2318	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 2/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 1: PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR – PROCEDIMENTO AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)**

Acqua di progetto	Up	%	8.0	10.0	12.0	15.0
Peso lordo umido	Pu	g	9500.6	9651.7	9777.3	9640.6
Tara fustella	T	g	4997.4	4997.4	4998.0	4998.0
Peso netto umido	P=Pu-T	g	4503.2	4654.3	4779.3	4642.6
Volume fustella	V	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124
Densità umida	M=P/V	g/cm <sup>3</sup>	2.12	2.19	2.25	2.19
Tara	t	g	12.5	12.5	12.6	12.5
Peso netto umido	Pu	g	475.7	527.7	538.7	519.5
Peso netto secco	Ps-t	g	441.4	481.2	482.0	452.3
Peso acqua	Pu-Ps	g	34.3	46.5	56.7	67.2
Umidità	U=(Pu-Ps)/(Ps-t)	%	7.8	9.7	11.8	14.9
Densità secca	g <sub>d</sub> =M/(1+U/100)	g/cm <sup>3</sup>	1.97	2.00	2.01	1.91

Percentuale del passante ASTM 3/4":	61.6	%
Densità secca ottimale Proctor (g <sub>MAX</sub> ):	2.02	(g/cm <sup>3</sup> )
Densità secca ottimale corretta (g <sub>MAX corr</sub> ):	2.26	(g/cm <sup>3</sup> )
Umidità ottimale Proctor (W <sub>OPT</sub> ):	11.1	%
Umidità ottimale corretta (W <sub>OPT corr</sub> ):	7.1	%
Peso specifico delle particelle grossolane (Gs):	2.79	g/cm <sup>3</sup>

**CURVA UMIDITÀ – DENSITÀ SECCA**



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2319	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					


**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020	
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-2	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 4,5 m		
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)		

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	11/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVA:</b>	1.	Prova di costipamento Proctor – Procedimento AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)		
<b>NOTE:</b>	I parametri G <sub>s</sub> e U% utilizzati per la correzione della densità secca ottimale e dell'umidità ottimale sono rinvenibili nel rapporto di prova C2082/2331			

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.



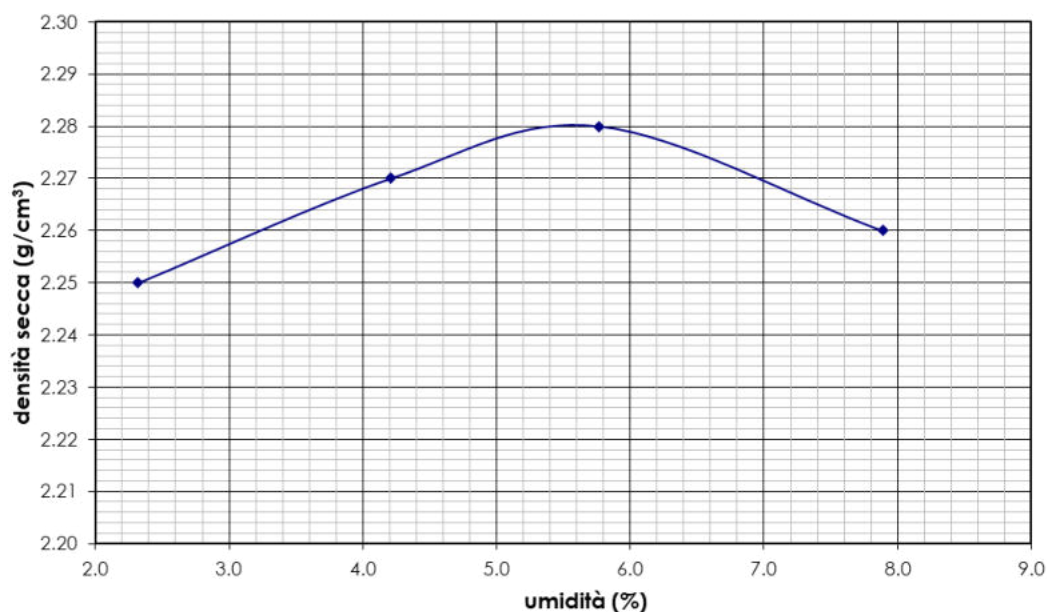
Rapporto di prova n.	C2082/2319	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 2/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 1: PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR – PROCEDIMENTO AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)**

Acqua di progetto	Up	%	2.0	4.0	6.0	8.0
Peso lordo umido	Pu	g	7465.4	7610.2	7699.1	7759.1
Tara fustella	T	g	2574.5	2574.5	2574.5	2574.5
Peso netto umido	P=Pu-T	g	4890.9	5035.7	5124.6	5184.6
Volume fustella	V	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124
Densità umida	M=P/V	g/cm <sup>3</sup>	2.30	2.37	2.41	2.44
Tara	t	g	7.5	7.5	7.5	7.5
Peso netto umido	Pu	g	467.0	494.8	524.5	526.2
Peso netto secco	Ps-t	g	456.4	474.8	495.9	487.7
Peso acqua	Pu-Ps	g	10.6	20.0	28.6	38.5
Umidità	U=(Pu-Ps)/(Ps-t)	%	2.3	4.2	5.8	7.9
Densità secca	g <sub>s</sub> =M/(1+U/100)	g/cm <sup>3</sup>	2.25	2.27	2.28	2.26

Percentuale del passante ASTM 3/4":	<b>42.1</b>	<b>%</b>
Densità secca ottimale Proctor (g <sub>MAX</sub> ):	<b>2.28</b>	<b>(g/cm<sup>3</sup>)</b>
Densità secca ottimale corretta (g <sub>MAX CORR</sub> ):	<b>2.55</b>	<b>(g/cm<sup>3</sup>)</b>
Umidità ottimale Proctor (W <sub>OPT</sub> ):	<b>5.6</b>	<b>%</b>
Umidità ottimale corretta (W <sub>OPT CORR</sub> ):	<b>2.8</b>	<b>%</b>
Peso specifico delle particelle grossolane (Gs):	<b>2.79</b>	<b>g/cm<sup>3</sup></b>

**CURVA UMIDITÀ – DENSITÀ SECCA**



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n.	C2082/2320	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020		
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-3		<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 4,5 m		
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)			

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	11/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021		
<b>TIPOLOGIA:</b>						
<b>PROVA:</b>	1.	Prova di costipamento Proctor – Procedimento AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)				
<b>NOTE:</b>	I parametri G <sub>s</sub> e U% utilizzati per la correzione della densità secca ottimale e dell'umidità ottimale sono rinvenibili nel rapporto di prova C2082/2331					

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

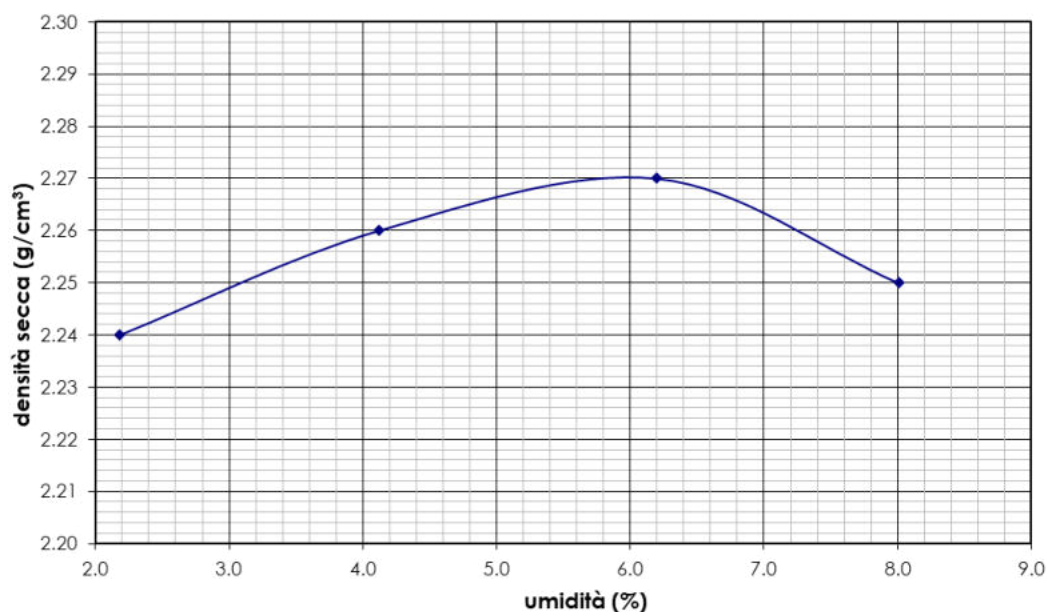
Rapporto di prova n.	C2082/2320	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 2/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 1: PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR – PROCEDIMENTO AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)**

Acqua di progetto	Up	%	2.0	4.0	6.0	8.0
Peso lordo umido	Pu	g	7434.8	7565.7	7686.4	7733.9
Tara fustella	T	g	2574.5	2574.5	2574.5	2574.5
Peso netto umido	P=Pu-T	g	4860.3	4991.2	5111.9	5159.4
Volume fustella	V	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124
Densità umida	M=P/V	g/cm <sup>3</sup>	2.29	2.35	2.41	2.43
Tara	t	g	7.3	7.5	7.4	7.5
Peso netto umido	Pu	g	478.0	459.6	486.7	499.2
Peso netto secco	Ps-t	g	467.8	441.4	458.3	462.2
Peso acqua	Pu-Ps	g	10.2	18.2	28.4	37.0
Umidità	U=(Pu-Ps)/(Ps-t)	%	2.2	4.1	6.2	8.0
Densità secca	g <sub>s</sub> =M/(1+U/100)	g/cm <sup>3</sup>	2.24	2.26	2.27	2.25

Percentuale del passante ASTM 3/4":	42.6	%
Densità secca ottimale Proctor (g <sub>MAX</sub> ):	2.27	(g/cm <sup>3</sup> )
Densità secca ottimale corretta (g <sub>MAX CORR</sub> ):	2.54	(g/cm <sup>3</sup> )
Umidità ottimale Proctor (W <sub>OPT</sub> ):	6.0	%
Umidità ottimale corretta (W <sub>OPT CORR</sub> ):	3.0	%
Peso specifico delle particelle grossolane (Gs):	2.79	g/cm <sup>3</sup>

**CURVA UMIDITÀ – DENSITÀ SECCA**



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n.	C2082/2321	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2. <sup>a</sup> Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020		
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-4	<b>PROFONDITÀ:</b>	2,5 – 4,5 m			
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)			

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	11/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021		
<b>TIPOLOGIA:</b>						
<b>PROVA:</b>	1.	Prova di costipamento Proctor – Procedimento AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)				
<b>NOTE:</b>	I parametri G <sub>s</sub> e U% utilizzati per la correzione della densità secca ottimale e dell'umidità ottimale sono rinvenibili nel rapporto di prova C2082/2331					

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.



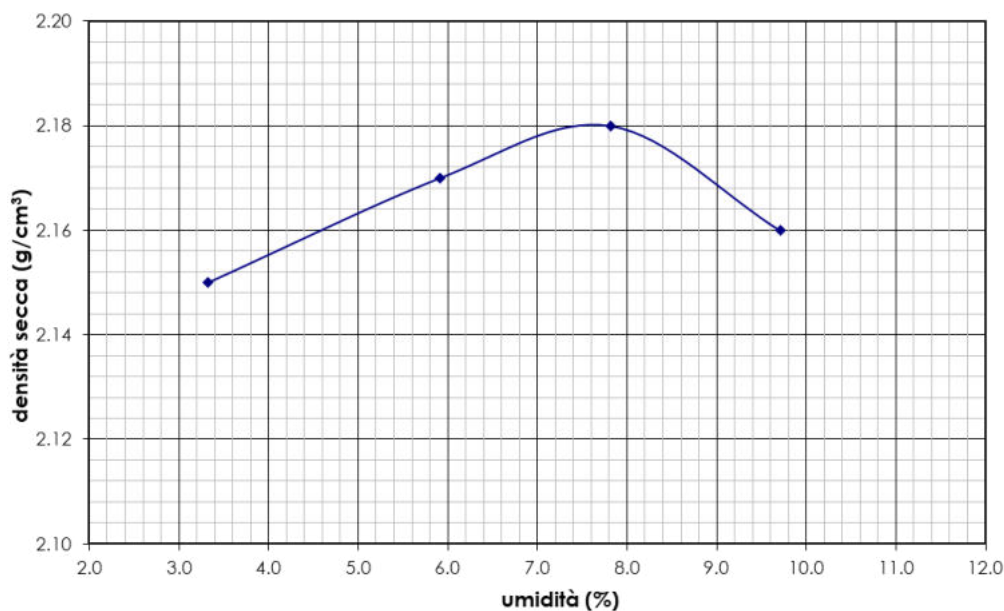
Rapporto di prova n.	C2082/2321	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 2/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 1: PROVA DI COSTIPAMENTO PROCTOR – PROCEDIMENTO AASHTO Modificato (ASTM-D-1557, CNR - BU 69:1978, UNI EN 13286-2:2010)**

Acqua di progetto	Up	%	3.0	6.0	8.0	10.0
Peso lordo umido	Pu	g	9702.5	9887.6	9994.1	10026.3
Tara fustella	T	g	4997.4	4997.4	4997.4	4997.4
Peso netto umido	P=Pu-T	g	4705.1	4890.2	4996.7	5028.9
Volume fustella	V	cm <sup>3</sup>	2124	2124	2124	2124
Densità umida	M=P/V	g/cm <sup>3</sup>	2.22	2.30	2.35	2.37
Tara	t	g	7.5	7.5	7.5	7.5
Peso netto umido	Pu	g	485.0	501.7	504.5	536.8
Peso netto secco	Ps-t	g	469.4	473.7	467.9	489.3
Peso acqua	Pu-Ps	g	15.6	28.0	36.6	47.5
Umidità	U=(Pu-Ps)/(Ps-t)	%	3.3	5.9	7.8	9.7
Densità secca	g <sub>s</sub> =M/(1+U/100)	g/cm <sup>3</sup>	2.15	2.17	2.18	2.16

Percentuale del passante ASTM 3/4":	66.6	%
Densità secca ottimale Proctor (g <sub>MAX</sub> ):	2.18	(g/cm <sup>3</sup> )
Densità secca ottimale corretta (g <sub>MAX corr</sub> ):	2.35	(g/cm <sup>3</sup> )
Umidità ottimale Proctor (W <sub>OPT</sub> ):	7.6	%
Umidità ottimale corretta (W <sub>OPT corr</sub> ):	5.3	%
Peso specifico delle particelle grossolane (Gs):	2.79	g/cm <sup>3</sup>

**CURVA UMIDITÀ – DENSITÀ SECCA**



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n.	C2082/2322	del	25/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.			<b>DATA:</b>	16/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-1	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 2,5 m		
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)		

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	15/1/2021	<b>al</b>	22/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVA:</b>	1.	Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR (ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)		
<b>NOTE:</b>				

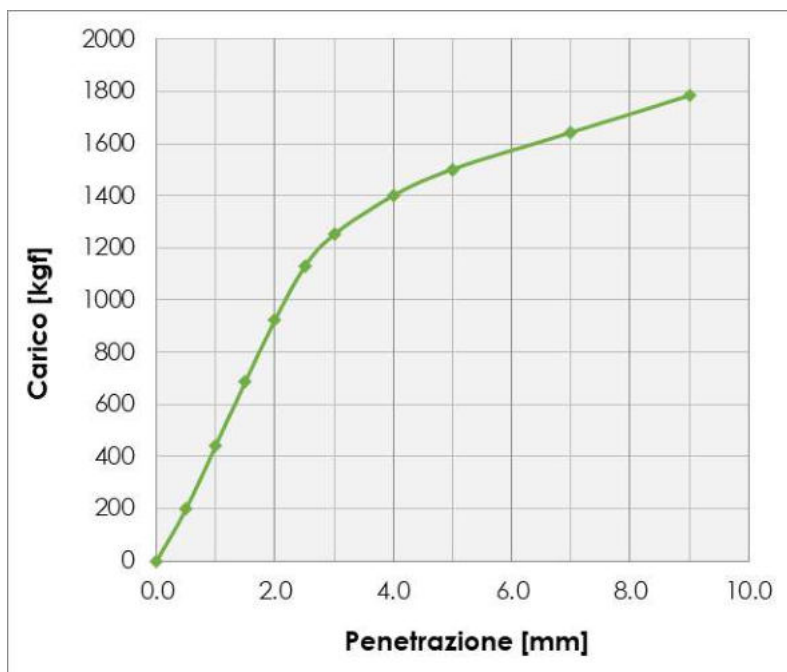
I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

**PROVA 1: METODO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI PORTANZA CBR  
(ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)**

**CARATTERISTICHE DEL PROVINO**

DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
Metodo di costipamento	Standard/ Modificato	<b>Mod.</b>
Umidità di costipamento (ottimale)	%	<b>11,1</b>
Altezza del provino	Mm	<b>177,8</b>
Diametro del provino	Mm	<b>152,4</b>
Peso netto del provino	g	<b>7265</b>
Peso di volume umido	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,24</b>
Peso di volume secco	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,02</b>

PENETRAZIONE [mm]	CARICO [kgf]
0.0	0
0.5	201
1.0	443
1.5	688
2.0	924
2.5	1128
3.0	1252
4.0	1401
5.0	1502
7.0	1643
9.0	1784



Rigonfiamento a 96 h: assente.

<b>CBR a 2,5 mm</b>	<b>%</b>	<b>85</b>
<b>CBR a 5 mm</b>	<b>%</b>	<b>75</b>

<b>INDICE DI PORTANZA CBR</b>	<b>85%</b>
-------------------------------	------------

Il Direttore  
Dot. Geol. Danilo Belli

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2323	del	25/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020	
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-2	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 4,5 m		
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)		

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	15/1/2021	<b>al</b>	22/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVA:</b>	1.	Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR (ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



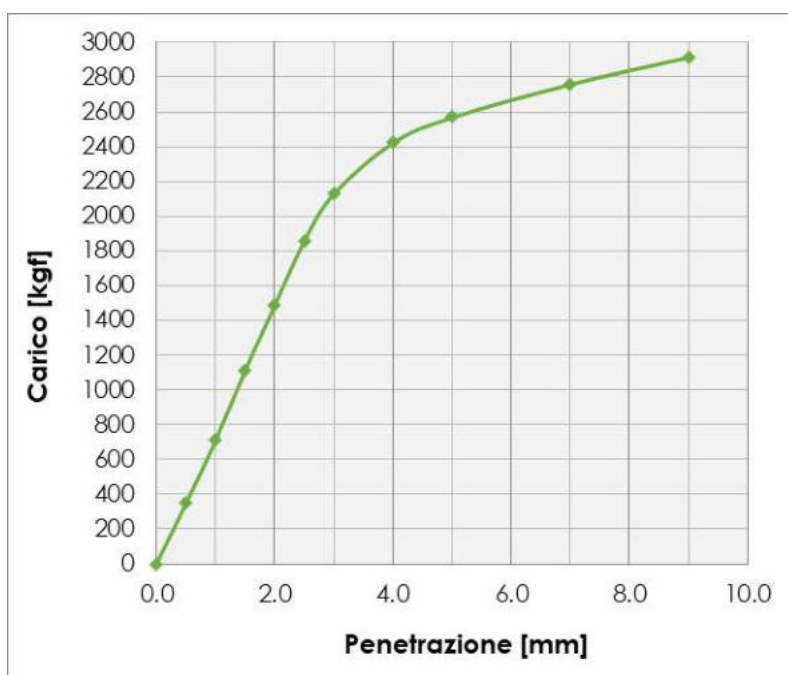
Rapporto di prova n.	C2082/2323	del	25/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 2/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 1: METODO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI PORTANZA CBR  
(ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)**

**CARATTERISTICHE DEL PROVINO**

DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
Metodo di costipamento	Standard/ Modificato	<b>Mod.</b>
Umidità di costipamento (ottimale)	%	<b>5,6</b>
Altezza del provino	Mm	<b>177,8</b>
Diametro del provino	Mm	<b>152,4</b>
Peso netto del provino	g	<b>7816</b>
Peso di volume umido	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,41</b>
Peso di volume secco	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,28</b>

PENETRAZIONE [mm]	CARICO [kgf]
0.0	0
0.5	349
1.0	712
1.5	1113
2.0	1489
2.5	1859
3.0	2131
4.0	2425
5.0	2571
7.0	2762



Rigonfiamento a 96 h: assente.

<b>CBR a 2,5 mm</b>	<b>%</b>	<b>140</b>
<b>CBR a 5 mm</b>	<b>%</b>	<b>129</b>

<b>INDICE DI PORTANZA CBR</b>	<b>140 %</b>
-------------------------------	--------------

Il Direttore  
Dot. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2324	del	25/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020	
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-3	<b>PROFONDITÀ:</b>	0,0 – 4,5 m		
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)		

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	15/1/2021	<b>al</b>	22/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVA:</b>	1.	Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR (ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

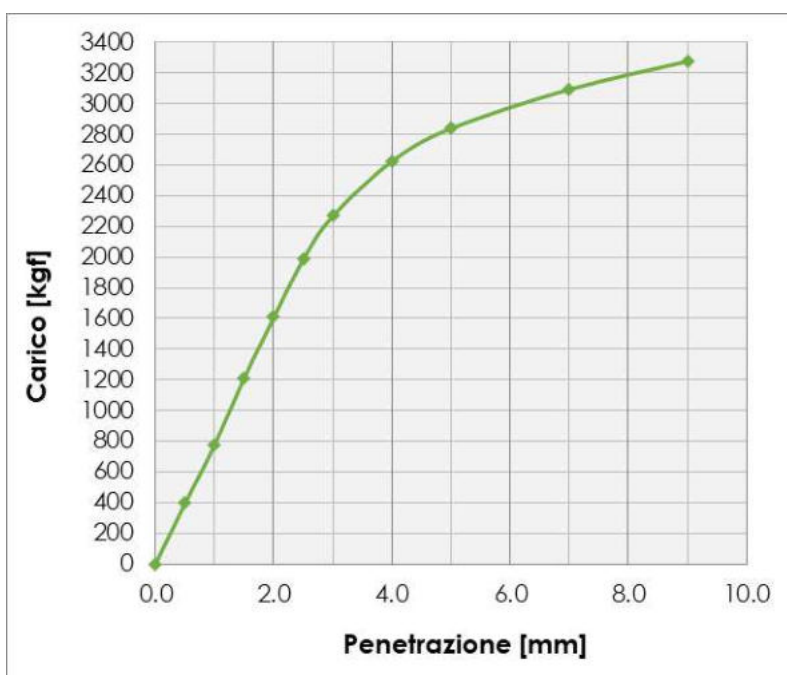
Rapporto di prova n.	C2082/2324	del	25/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 2/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 1: METODO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI PORTANZA CBR  
(ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)**

**CARATTERISTICHE DEL PROVINO**

DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
Metodo di costipamento	Standard/ Modificato	<b>Mod.</b>
Umidità di costipamento (ottimale)	%	<b>6,0</b>
Altezza del provino	Mm	<b>177,8</b>
Diametro del provino	Mm	<b>152,4</b>
Peso netto del provino	g	<b>7804</b>
Peso di volume umido	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,41</b>
Peso di volume secco	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,27</b>

PENETRAZIONE [mm]	CARICO [kgf]
0.0	0
0.5	394
1.0	777
1.5	1212
2.0	1608
2.5	1987
3.0	2270
4.0	2627
5.0	2841
7.0	3096
9.0	3279



Rigonfiamento a 96 h: assente.

<b>CBR a 2,5 mm</b>	<b>%</b>	<b>150</b>
<b>CBR a 5 mm</b>	<b>%</b>	<b>142</b>

<b>INDICE DI PORTANZA CBR</b>	<b>150 %</b>
-------------------------------	--------------

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2325	del	25/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores					
	<b>Via</b>	Barquillo			<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)		
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno					

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	16/12/2020	
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C-4	<b>PROFONDITÀ:</b>	2,5 – 4,5 m		
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	1	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)		

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	15/1/2021	<b>al</b>	22/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVA:</b>	1.	Metodo di prova per la determinazione dell'indice di portanza CBR (ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)		
<b>NOTE:</b>				

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



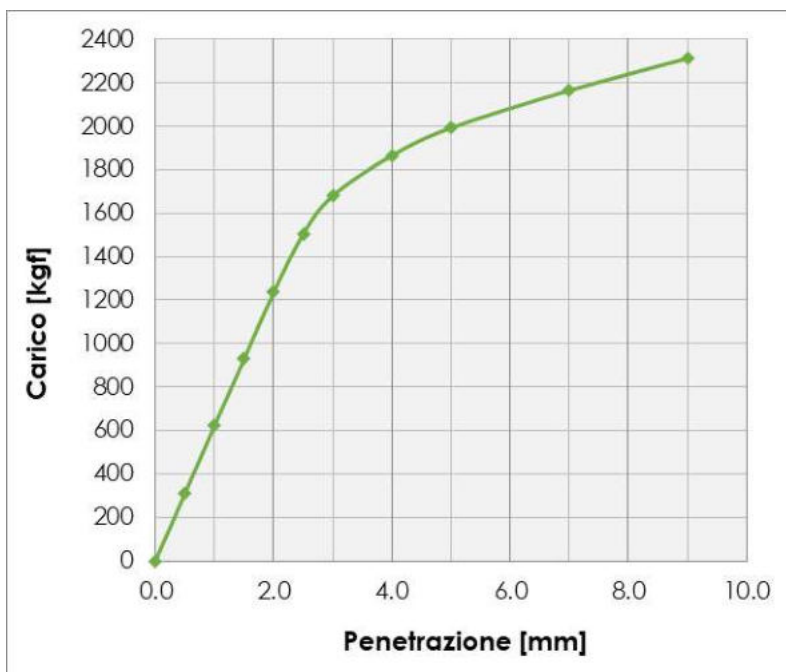
Rapporto di prova n.	C2082/2325	del	25/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 2/2
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**PROVA 1: METODO DI PROVA PER LA DETERMINAZIONE DELL'INDICE DI PORTANZA CBR  
(ASTM-D-1883, CNR-UNI 10009 e UNI EN 13286-47)**

**CARATTERISTICHE DEL PROVINO**

DESCRIZIONE	U.M.	VALORE
Metodo di costipamento	Standard/ Modificato	<b>Mod.</b>
Umidità di costipamento (ottimale)	%	<b>7,6</b>
Altezza del provino	Mm	<b>177,8</b>
Diametro del provino	Mm	<b>152,4</b>
Peso netto del provino	g	<b>7622</b>
Peso di volume umido	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,35</b>
Peso di volume secco	g/cm <sup>3</sup>	<b>2,18</b>

PENETRAZIONE [mm]	CARICO [kgf]
0.0	0
0.5	311
1.0	623
1.5	930
2.0	1237
2.5	1506
3.0	1681
4.0	1867
5.0	1994
7.0	2166
9.0	2314



Rigonfiamento a 96 h: assente.

<b>CBR a 2,5 mm</b>	%	<b>114</b>
<b>CBR a 5 mm</b>	%	<b>100</b>

<b>INDICE DI PORTANZA CBR</b>	<b>114 %</b>
-------------------------------	--------------

Il Direttore  
Dot. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2082/2331	del	18/1/2021	Richiesta n.	780	del	30/10/2020	pag. 1/1
----------------------	------------	-----	-----------	--------------	-----	-----	------------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	11/12/2020
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	C1; C2; C3; C4	<b>PROFONDITÀ:</b>	0 - 4,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	MIX	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q1-Q2)	

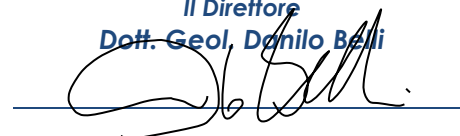
**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	11/1/2021	<b>al</b>	15/1/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Determinazione della massa volumica dei granuli solidi (ASTM-D-854 e ASTM C-127-15)		
<b>NOTE:</b>	Prova eseguita sulla miscela del trattenuto al ASTM 3/4" dei campioni C1, C2, C3 e C4-1			

**PROVA 1.: DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI GRANULI SOLIDI (ASTM-D-854 e ASTM C-127-15)**

SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	ESITO
Gs	g/cm <sup>3</sup>	2,79
U	%	0,8

 Il Direttore  
 Dott. Geol. Danilo Belli



I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
 La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID (ES)**

Bassano del Grappa, 31/12/2020

## RAPPORTO DI PROVA N° 147368

pagina n. 1 di 2  
 N. Commessa 161220

### CAMPIONE

Descrizione Acque di falda  
 Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
 Identificazione Campione n. 147368  
 Data ricevimento campione 14/12/2020  
 Data di accettazione 16/12/2020  
 Data esecuzione prove dal 17/12/2020 al 31/12/2020

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Ecoricerche srl - Dott. Stefani Luigi  
 Data campionamento 14/12/2020  
 Punto Prelievo Piezometro N°1 profondità 15m  
 Procedura di campionamento POV-010 rev. 8 (prelievo effettuato in modo istantaneo, campionamento non incluso nell'accREDITAMENTO Accredia)

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Limiti	Metodo
			Piano di Tutela delle Acque Regione Veneto Tab. 1 All.B (scarico in acque superficiali)	
pH	-	<b>7,7</b>	5,5-9,5	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Fosfati	mg/L	<b>&lt; 0,5</b>		ASTM D4327-17
Solfati	mg/L	<b>43</b>	1000	ASTM D4327-17
Cloruri	mg/L	<b>5,4</b>	1200	ASTM D4327-17
Cloro attivo libero	mg/L	<b>&lt; 0,02</b>	0,2	Lange LCW 510 06/2001 <small>Prova non accreditata ACCREDIA</small>
Calcio	mg/L	<b>141</b>	-	EPA 6010D 2018
Ferro	mg/L	<b>0,38</b>	2	EPA 6010D 2018

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
 Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
 Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

ecoricerche s.r.l.



Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

Indagini ambientali: acqua, aria, rumore, rifiuti, amianto, igiene industriale, analisi chimiche industriali

Via Col di Grado, 15/a - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Tel. 0424.500722 - Fax 0424.500708 - e-mail: ecoric@ecoricerche.com - www.ecoricerche.com  
 Cap. Soc. € 103.200,00 i.v. - R.I. di VI 4974 - R.E.A di VI 188.596 - C.F. e P.I. 00881270243

**RAPPORTO DI PROVA N° 147368**

pagina n. 2 di 2

Prova	U.M.	Misura	Limiti Piano di Tutela delle Acque Regione Veneto Tab. 1 All.B (scarico in acque superficiali)	Metodo
Magnesio	mg/L	<b>19,6</b>	-	EPA 6010D 2018
Manganese	mg/L	<b>0,089</b>	2	EPA 6010D 2018
Azoto ammoniacale (come N)	mg/L	<b>1,1</b>	15	APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003

**Il sostituto del Direttore del laboratorio e del  
Responsabile Tecnico prove chimiche**

Dott.ssa Chiara Marchi

Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A



Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID (ES)**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147578

pagina n. 1 di 2  
 N. Commessa 181220

### CAMPIONE

Descrizione Acque di falda  
 Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
 Identificazione Campione n. 147578  
 Data ricevimento campione 14/12/2020  
 Data di accettazione 18/12/2020  
 Data esecuzione prove dal 18/12/2020 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Ecoricerche srl - Dott. Stefani Luigi  
 Data campionamento 14/12/2020  
 Punto Prelievo Piezometro N°1 profondità 10m  
 Procedura di campionamento POV-010 rev. 8 (prelievo effettuato in modo istantaneo, campionamento non incluso nell'accREDITAMENTO Accredia)

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Limiti	Metodo
pH	-	<b>7,5</b>	5,5-9,5	APAT CNR IRSA 2060 Man 29 2003
Fosfati	mg/L	<b>&lt; 0,5</b>		ASTM D4327-17
Solfati	mg/L	<b>35</b>	1000	ASTM D4327-17
Cloruri	mg/L	<b>5,8</b>	1200	ASTM D4327-17
Cloro attivo libero	mg/L	<b>&lt; 0,02</b>	0,2	Lange LCW 510 06/2001 <small>Prova non accreditata ACCREDIA</small>
Calcio	mg/L	<b>52</b>	-	EPA 6010D 2018
Ferro	mg/L	<b>&lt; 0,01</b>	2	EPA 6010D 2018
Magnesio	mg/L	<b>14,9</b>	-	EPA 6010D 2018

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
 Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
 Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

**ecoricerche s.r.l.**


Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

Indagini ambientali: acqua, aria, rumore, rifiuti, amianto, igiene industriale, analisi chimiche industriali

Via Col di Grado, 15/a - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Tel. 0424.500722 - Fax 0424.500708 - e-mail: ecoric@ecoricerche.com - www.ecoricerche.com  
 Cap. Soc. € 103.200,00 i.v. - R.I. di VI 4974 - R.E.A di VI 188.596 - C.F. e P.I. 00881270243

# RAPPORTO DI PROVA N° 147578

pagina n. 2 di 2

Prova	U.M.	Misura	Limiti Piano di Tutela delle Acque Regione Veneto Tab. 1 All.B (scarico in acque superficiali)	Metodo
Manganese	mg/L	< 0,001	2	EPA 6010D 2018
Azoto ammoniacale (come N)	mg/L	1,0	15	APAT CNR IRSA 4030 A2 Man 29 2003

**Il sostituto del Direttore del laboratorio e del  
Responsabile Tecnico prove chimiche**

Dott.ssa Chiara Marchi

 Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID ()**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147708

pagina n. 1 di 1  
N. Commessa 221220

### CAMPIONE

Descrizione Campione di terreno S1-D  
Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
Identificazione Campione n. 147708  
Data ricevimento campione 10/12/2020  
Data di accettazione 22/12/2020  
Data esecuzione prove dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
Data campionamento 10/12/2020  
Punto Prelievo Profondità 4.6-5.0 m

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Metodo
pH	-	<b>9,5</b>	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985
Calcio	mg/kg	<b>203614</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Ferro	mg/kg	<b>3389</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Magnesio	mg/kg	<b>60569</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Manganese	mg/kg	<b>78,3</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Solfati	mg/kg	<b>4,8</b>	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 '99 Met. IV.2 + ASTM D4327-17

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi  
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

ecoricerche s.r.l.



Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID ()**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147709

pagina n. 1 di 1  
N. Commessa 221220

### CAMPIONE

Descrizione Campione di terreno S1-E  
Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
Identificazione Campione n. 147709  
Data ricevimento campione 10/12/2020  
Data di accettazione 22/12/2020  
Data esecuzione prove dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
Data campionamento 10/12/2020  
Punto Prelievo profondità 15.0-15.5 m

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Metodo
pH	-	<b>9,6</b>	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985
Calcio	mg/kg	<b>182564</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Ferro	mg/kg	<b>3366</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Magnesio	mg/kg	<b>64872</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Manganese	mg/kg	<b>82</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Solfati	mg/kg	<b>8,8</b>	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 '99 Met. IV.2 + ASTM D4327-17

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi  
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A

*Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.*

Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

ecoricerche s.r.l.





Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID ()**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147710

pagina n. 1 di 1  
N. Commessa 221220

### CAMPIONE

Descrizione Campione di terreno S2-D  
Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
Identificazione campione n. 147710  
Data ricevimento campione 11/12/2020  
Data di accettazione 22/12/2020  
Data esecuzione prove dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
Data campionamento 11/12/2020  
Punto Prelievo profondità 5.2-5.3 m

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Metodo
pH	-	<b>9,3</b>	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985
Calcio	mg/kg	<b>201284</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Ferro	mg/kg	<b>3853</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Magnesio	mg/kg	<b>59628</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Manganese	mg/kg	<b>106</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Solfati	mg/kg	<b>26,3</b>	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 '99 Met. IV.2 + ASTM D4327-17

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi  
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A

*Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017*

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

ecoricerche s.r.l.



Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID ()**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147711

pagina n. 1 di 1  
N. Commessa 221220

### CAMPIONE

Descrizione Campione di terreno S2-E  
Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
Identificazione Campione n. 147711  
Data ricevimento campione 11/12/2020  
Data di accettazione 22/12/2020  
Data esecuzione prove dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
Data campionamento 11/12/2020  
Punto Prelievo profondità 15.6-15.8 m

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Metodo
pH	-	<b>9,6</b>	CNR IRSA 1 Q 64 Vol 3 1985
Calcio	mg/kg	<b>195886</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Ferro	mg/kg	<b>2994</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Magnesio	mg/kg	<b>71867</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Manganese	mg/kg	<b>81</b>	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Solfati	mg/kg	<b>5,6</b>	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 '99 Met. IV.2 + ASTM D4327-17

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi  
Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A

*Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017*

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

ecoricerche s.r.l.



Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID (ES)**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147855

pagina n. 1 di 2  
N. Commessa 311220

### CAMPIONE

Descrizione Terre e rocce da scavo - Calicatas 1-C1  
Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
Identificazione Campione n.147855  
Data ricevimento campione 16/12/2020  
Data di accettazione 31/12/2020  
Data esecuzione prove dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
Data campionamento 16/12/2020

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Limiti Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	Metodo
Scheletro	g/kg	<b>463</b>		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.1
Umidità	%	<b>1,2</b>		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Residuo secco (calcolo)	%	<b>98,8</b>		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Arsenico	mg/kg ss	<b>2,2</b>	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cadmio	mg/kg ss	<b>&lt; 0,31</b>	2	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cobalto	mg/kg ss	<b>3,2</b>	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo totale	mg/kg ss	<b>5,6</b>	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo VI	mg/kg ss	<b>&lt; 0,11</b>	2	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992 <small>Prova non accreditata ACCREDIA</small>
Mercurio	mg/kg ss	<b>0,19</b>	1	EPA 7473 2017
Nichel	mg/kg ss	<b>11</b>	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

ecoricerche s.r.l.

noi ci siamo  


Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

Indagini ambientali: acqua, aria, rumore, rifiuti, amianto, igiene industriale, analisi chimiche industriali

Via Col di Grado, 15/a - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Tel. 0424.500722 - Fax 0424.500708 - e-mail: ecoric@ecoricerche.com - www.ecoricerche.com  
Cap. Soc. € 103.200,00 i.v. - R.I. di VI 4974 - R.E.A di VI 188.596 - C.F. e P.I. 00881270243

# RAPPORTO DI PROVA N° 147855

pagina n. 2 di 2

Prova	U.M.	Misura	Limiti Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	Metodo
Piombo	mg/kg ss	<b>14</b>	100	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Rame	mg/kg ss	<b>12</b>	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Zinco	mg/kg ss	<b>25</b>	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	<b>&lt; 25</b>	50	EPA 3545A 2007 + EPA 8015C 2007

## GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Relativamente ai parametri analizzati, scelti sulla base di quanto previsto dall'allegato 4 del D.P.R. n° 120 del 13/06/2017 che detta le disposizioni relative alla gestione delle terre e rocce da scavo, il campione analizzato RISPETTA i limiti previsti dalla colonna A della tabella 1 dell'allegato alla parte IV Titolo V del D.Lgs n° 152 del 03/04/2016.

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi

 Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A



Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID (ES)**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147856

pagina n. 1 di 2  
 N. Commessa 311220

### CAMPIONE

Descrizione Terre e rocce da scavo - Calicatas 2-C2  
 Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
 Identificazione Campione n. 147856  
 Data ricevimento campione 16/12/2020  
 Data di accettazione 31/12/2020  
 Data esecuzione prove dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
 Data campionamento 16/12/2020

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Limiti Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	Metodo
Scheletro	g/kg	< 1		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.1
Umidità	%	1,0		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Residuo secco (calcolo)	%	99		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Arsenico	mg/kg ss	3,1	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cadmio	mg/kg ss	< 0,58	2	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cobalto	mg/kg ss	2,1	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo totale	mg/kg ss	3,5	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo VI	mg/kg ss	< 0,23	2	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992 <small>Prova n°: accreditata ACCREDIA</small>
Mercurio	mg/kg ss	0,11	1	EPA 7473 2017

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
 Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
 Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

**ecoricerche s.r.l.**


Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

Indagini ambientali: acqua, aria, rumore, rifiuti, amianto, igiene industriale, analisi chimiche industriali

Via Col di Grado, 15/a - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Tel. 0424.500722 - Fax 0424.500708 - e-mail: ecoric@ecoricerche.com - www.ecoricerche.com  
 Cap. Soc. € 103.200,00 i.v. - R.I. di VI 4974 - R.E.A di VI 188.596 - C.F. e P.I. 00881270243

# RAPPORTO DI PROVA N° 147856

pagina n. 2 di 2

Prova	U.M.	Misura	Limiti Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	Metodo
Nichel	mg/kg ss	<b>6,3</b>	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Piombo	mg/kg ss	<b>14</b>	100	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Rame	mg/kg ss	<b>4,5</b>	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Zinco	mg/kg ss	<b>87</b>	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	<b>&lt; 25</b>	50	EPA 3545A 2007 + EPA 8015C 2007

## GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Relativamente ai parametri analizzati, scelti sulla base di quanto previsto dall'allegato 4 del D.P.R. n° 120 del 13/06/2017 che detta le disposizioni relative alla gestione delle terre e rocce da scavo, il campione analizzato RISPETTA i limiti previsti dalla colonna A della tabella 1 dell'allegato alla parte IV Titolo V del D.Lgs n° 152 del 03/04/2016.

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi

 Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A

Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID (ES)**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147857

pagina n. 1 di 2  
 N. Commessa 311220

### CAMPIONE

*Descrizione* Terre e rocce da scavo - Calicatas 3-C3  
*Produttore* **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
*Identificazione* Campione n. 147857  
*Data ricevimento campione* 16/12/2020  
*Data di accettazione* 31/12/2020  
*Data esecuzione prove* dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

*Eseguito da* Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
*Data campionamento* 16/12/2020

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Limiti	Metodo
Scheletro	g/kg	< 1	Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.1
Umidità	%	1,3		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Residuo secco (calcolo)	%	98,7		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Arsenico	mg/kg ss	2,4	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cadmio	mg/kg ss	< 0,62	2	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cobalto	mg/kg ss	1,3	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo totale	mg/kg ss	2,4	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo VI	mg/kg ss	< 0,22	2	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992 <small>Prova non accreditata ACCREDIA</small>
Mercurio	mg/kg ss	0,058	1	EPA 7473 2017

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
 Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
 Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

ecoricerche s.r.l.



Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

Indagini ambientali: acqua, aria, rumore, rifiuti, amianto, igiene industriale, analisi chimiche industriali

Via Col di Grado, 15/a - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Tel. 0424.500722 - Fax 0424.500708 - e-mail: ecoric@ecoricerche.com - www.ecoricerche.com  
 Cap. Soc. € 103.200,00 i.v. - R.I. di VI 4974 - R.E.A di VI 188.596 - C.F. e P.I. 00881270243

# RAPPORTO DI PROVA N° 147857

pagina n. 2 di 2

Prova	U.M.	Misura	Limiti Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	Metodo
Nichel	mg/kg ss	<b>4,0</b>	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Piombo	mg/kg ss	<b>9,7</b>	100	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Rame	mg/kg ss	<b>1,2</b>	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Zinco	mg/kg ss	<b>43</b>	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	<b>&lt; 25</b>	50	EPA 3545A 2007 + EPA 8015C 2007

## GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Relativamente ai parametri analizzati, scelti sulla base di quanto previsto dall'allegato 4 del D.P.R. n° 120 del 13/06/2017 che detta le disposizioni relative alla gestione delle terre e rocce da scavo, il campione analizzato RISPETTA i limiti previsti dalla colonna A della tabella 1 dell'allegato alla parte IV Titolo V del D.Lgs n° 152 del 03/04/2016.

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi

 Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A



Committente  
**FHECOR INGENIEROS CONSULTORES**  
**Barquillo 23, 2° planta**  
**28004 MADRID (ES)**

Bassano del Grappa, 21/01/2021

## RAPPORTO DI PROVA N° 147858

pagina n. 1 di 2  
 N. Commessa 311220

### CAMPIONE

Descrizione Terre e rocce da scavo - Calicatas 4-C4  
 Produttore **COMUNE DI BELLUNO**  
**Piazza Duomo 1 - 32100 BELLUNO (BL)**  
 Identificazione Campione n.147858  
 Data ricevimento campione 16/12/2020  
 Data di accettazione 31/12/2020  
 Data esecuzione prove dal 08/01/2021 al 21/01/2021

### CAMPIONAMENTO

Eseguito da Dott. Geol. Danilo Belli - campione analizzato così come ricevuto  
 Data campionamento 16/12/2020

### PROVE EFFETTUATE E RELATIVI RISULTATI

Prova	U.M.	Misura	Limiti Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	Metodo
Scheletro	g/kg	< 1		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.1
Umidità	%	1,1		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Residuo secco (calcolo)	%	98,9		DM 13/09/1999 SO GU n° 248 21/10/1999 Met. II.2
Arsenico	mg/kg ss	3,2	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cadmio	mg/kg ss	< 0,55	2	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cobalto	mg/kg ss	1,9	20	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo totale	mg/kg ss	4,9	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Cromo VI	mg/kg ss	< 0,20	2	EPA 3060A 1996 + EPA 7196A 1992 <small>Prova non accreditata ACCREDIA</small>
Mercurio	mg/kg ss	0,073	1	EPA 7473 2017
Nichel	mg/kg ss	6,5	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018

Il presente rapporto di prova non può essere riprodotto parzialmente salvo approvazione scritta del laboratorio e i risultati si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova.  
 Conservazione del campione al termine delle prove: al termine delle prove il campione è stato eliminato.  
 Mod. RSW-03 rev. 1 del 12/4/2017

Documento firmato digitalmente ex. D.Lgs. 82/2005

**ecoricerche s.r.l.**

*noi ci siamo*  


Laboratorio Accreditato UNI CEI EN ISO/IEC 17025:2018

Indagini ambientali: acqua, aria, rumore, rifiuti, amianto, igiene industriale, analisi chimiche industriali

Via Col di Grado, 15/a - 36061 Bassano del Grappa (VI) - Tel. 0424.500722 - Fax 0424.500708 - e-mail: ecoric@ecoricerche.com - www.ecoricerche.com  
 Cap. Soc. € 103.200,00 i.v. - R.I. di VI 4974 - R.E.A di VI 188.596 - C.F. e P.I. 00881270243

# RAPPORTO DI PROVA N° 147858

pagina n. 2 di 2

Prova	U.M.	Misura	Limiti Dlgs 03/04/2006 n° 152 All. 5 Col.A	Metodo
Piombo	mg/kg ss	<b>23</b>	100	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Rame	mg/kg ss	<b>3,9</b>	120	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Zinco	mg/kg ss	<b>121</b>	150	EPA 3051A 2007 + EPA 6010D 2018
Idrocarburi pesanti C>12	mg/kg ss	<b>&lt; 25</b>	50	EPA 3545A 2007 + EPA 8015C 2007

## GIUDIZIO DI CONFORMITA'

Relativamente ai parametri analizzati, scelti sulla base di quanto previsto dall'allegato 4 del D.P.R. n° 120 del 13/06/2017 che detta le disposizioni relative alla gestione delle terre e rocce da scavo, il campione analizzato RISPETTA i limiti previsti dalla colonna A della tabella 1 dell'allegato alla parte IV Titolo V del D.Lgs n° 152 del 03/04/2016.

### Il sostituto del Direttore del laboratorio e del Responsabile Tecnico prove chimiche

Dott.ssa Chiara Marchi

 Ordine Interprovinciale dei Chimici e dei Fisici  
del Veneto - settore Chimica n° 1217 - sez. A



REGIONE DEL VENETO



## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

# ALLEGATO 2

**Allegati alla relazione sulle indagini  
datata Aprile 2021**

**Committente**

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores

Madrid - ESPAÑA



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)

**SOGGETTI REALIZZATORI**

Dott. Geol. Danilo BELLI

Per. Ind. Geotecnico-Minerario  
Tiziano MATTEN

Dott. Arch. Francesca PIVETTA

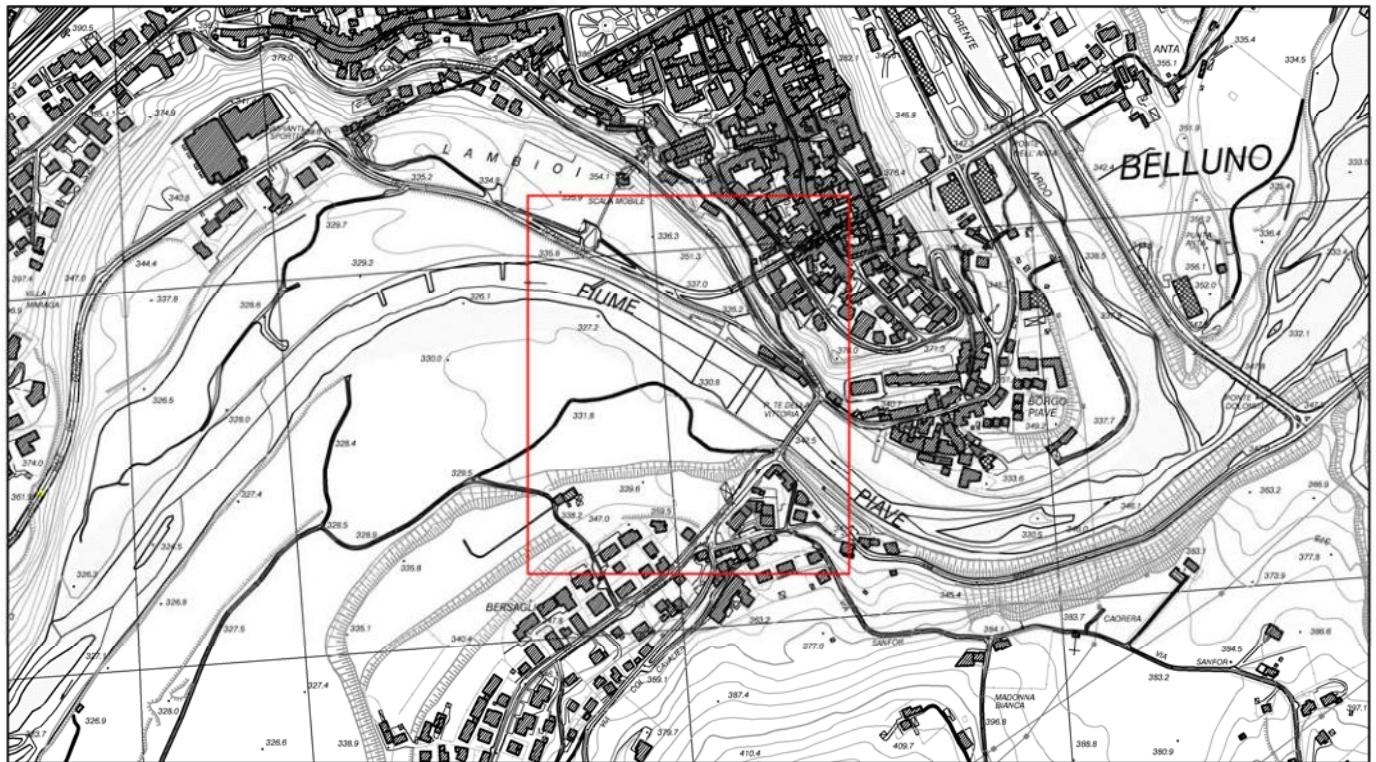
**Data: APRILE 2021**

**Versione: V.01/2021**

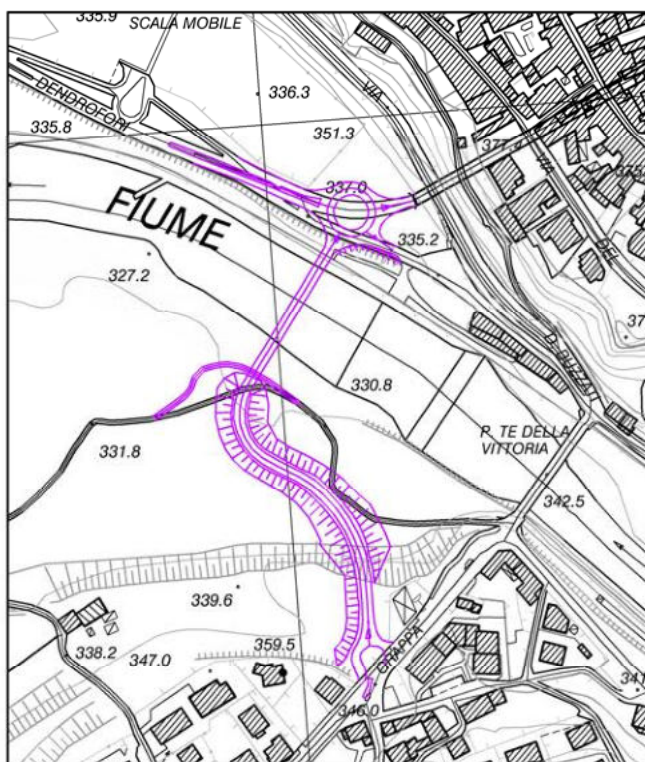




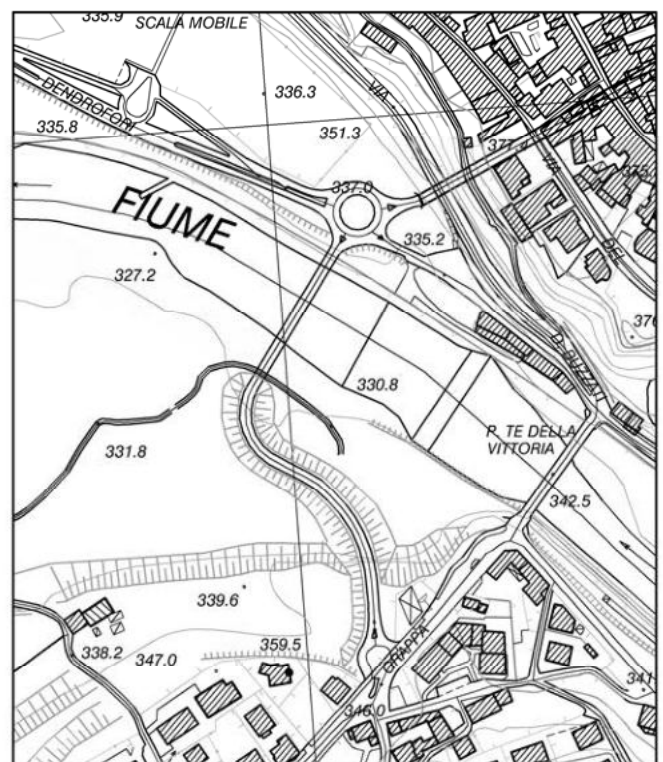
**ESTRATTO ORIGINALE C.T.R.N. CON INDICAZIONE DELLA ZONA AGGIORNATA - Scala 1:10.000**



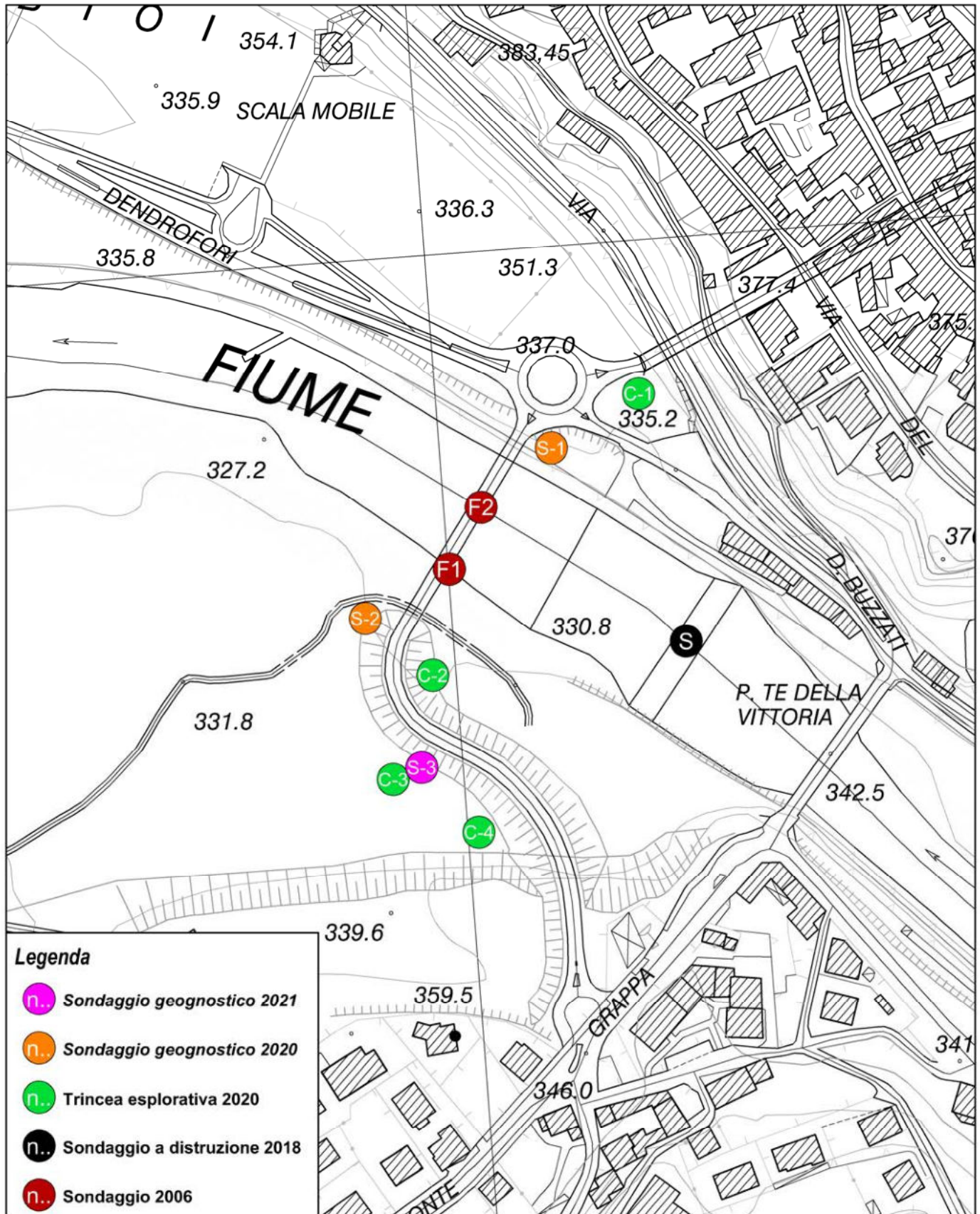
**AGGIORNAMENTO ELEMENTI MANCANTI (magenta)  
Scala 1:5.000**



**C.T.R.N. AGGIORNATA - Scala 1:5.000**









**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)**



**LAVORO**

**Campana geotecnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia  
INTEGRAZIONE MARZO 2021**

**COMMITTENTE: FHECOR Ingenieros Consultores**

**IMPRESA ESECUTRICE: Son.geo s.r.l.  
ASSISTENZA TECNICA: Dott. Geol. Danilo Belli  
DATA ESECUZIONE: dal 23/3/2021 al 25/3/2021  
UBICAZIONE: vedere Allegato 2  
QUOTA p.c.: 333,3 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-3**

da 0.0 a 10.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE
		N (colpi)	H (cm)						
0.0				Limi e argille marron con ciottoli, non addensate (ML/CL) Terreno vegetale					
0.5				Ghiaie fini e grossolane con sabbie da fini a grossolane limose grigio chiaro, poco addensate; clasti da subspigolosi ad arrotondati prevalentemente calcarei (GW-GM)					
1.0				Ciottoli con rare ghiaie grossolane grigio chiaro, poco addensate; clasti da subspigolosi ad arrotondati prevalentemente calcarei (GP)					
1.5				Ghiaie fini e grossolane con sabbie grigio/marron in abbondante matrice limosa, addensate; clasti da subangolosi ad arrotondati prevalentemente calcarei (GW-GM). <i>Livelli con ghiaie grossolane da 1,00-1,10 e da 1,40-1,50</i>					
2.0									
2.5									
3.0									
3.5		34 rifiuto 50 clp. 6 cm	3,15 3,30	Ghiaie fini con sabbie limose grigio chiaro, da addensate a molto addensate; clasti da subarrotondati ad arrotondati prevalentemente calcarei (GP-GM). <i>Livelli a ghiaie grossolane prevalenti da 2,60-3,00 / 3,20-3,70 / 4,00-4,20</i>					
4.0									
4.5									
5.0				Trovante calcareo-dolomitico (blocco) Ciottolo calcarenitico					
5.5									a fine sondaggio -5,75 m
6.0				Ghiaie fini con ciottoli e sabbie da limose a deb. limose beige chiaro, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GP-GM). <i>Livello limo/sabbioso da 5,60-5,80</i>					
6.5		rifiuto 50 clp. 5 cm	6,15						
7.0									
7.5				Ghiaie fini e grossolane con sabbie limose beige, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM)					
8.0									
8.5									
9.0				Alternanze cm/dm di ghiaie fini e grossolane con sabbie pulite e ghiaie fini e grossolane con sabbie da limose a deb. limose beige/marron chiaro, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM/GW)					
9.5		24 32 38	9,15 9,30 9,45						
10.0									
				v. successivo					

tubo  $\phi$  2" in PVC per prove sismiche in foro (Down-Hole)  
Rivestimento  $\phi$  152 mm

hH<sub>2</sub>O rilevata durante le operazioni di perforazione

**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



**LAVORO**

**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia  
INTEGRAZIONE MARZO 2021**

**COMMITTENTE: FHECOR Ingenieros Consultores**

**IMPRESA ESECUTRICE: Son.geo s.r.l.  
ASSISTENZA TECNICA: Dott. Geol. Danilo Belli  
DATA ESECUZIONE: dal 23/3/2021 al 25/3/2021  
UBICAZIONE: vedere Allegato 2  
QUOTA p.c.: 333,3 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-3**

da 10.0 a 20.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE
		N (colpi)	H (cm)						
10.0									
10.5									
11.0									
11.5									
12.0									
12.5									
13.0									
13.5									
14.0									
14.5									
15.0									
15.5									
16.0									
16.5									
17.0									
17.5									
18.0									
18.5									
19.0									
19.5									
20.0									

rifiuto  
50 clp. 4 cm

36  
rifiuto  
50 clp. 13 cm

30  
39  
43

Alternanze cm/dm di ghiaie fini e grossolane con sabbie pulite e ghiaie fini e grossolane con sabbie da limose e deb. limose beige/marron chiaro, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM)

Ghiaie fini con sabbie pulite grigie, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW)

Ghiaie fini e grossolane con sabbie e rari ciottoli, da limose a deb. limose beige/marron chiaro, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM).  
*Presenti a diverse quote livelli cm/dm prevalentemente ghiaiosi fini o ghiaiosi grossolani*

v. successivo

Campione geot. S3-A

Campione geot. S3-B



**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**

**Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)**



**LAVORO**

**Campana geotecnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia  
INTEGRAZIONE MARZO 2021**

**COMMITTENTE: FHECOR Ingenieros Consultores**

**IMPRESA ESECUTRICE: Son.geo s.r.l.  
ASSISTENZA TECNICA: Dott. Geol. Danilo Belli  
DATA ESECUZIONE: dal 23/3/2021 al 25/3/2021  
UBICAZIONE: vedere Allegato 2  
QUOTA p.c.: 333,3 m slm**

**SONDAGGIO**

**S-3**

da 20.0 a 30.0 m.

scala 1: 50

QUOTA DI RIFERIMENTO (m)	COLONNA STRATIGRAFICA	S.P.T.		DESCRIZIONE STRATIGRAFICA (A.G.I. 77; A.S.T.M. D-2488)	POCKET kPa	TORVANE kPa	R.Q.D.	FALDA ACQUIFERA	NOTE	
		N (colpi)	H (cm)							
20.0		44 rifiuto 50 clp. 10 cm	21,15	Ghiaie fini e grossolane con sabbie e rari ciottoli, da limose a deb. limose beige/marron chiaro, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (GW-GM). <i>Presenti a diverse quote livelli cm/dm prevalentemente ghiaiosi fini o ghiaiosi grossolani</i>						
20.5			21,30							
21.0										
21.5										
22.0										
22.5										
23.0										
23.5										
24.0			32 rifiuto 50 clp. 11 cm							24,15 24,30
24.5										
25.0										
25.5										
26.0										
26.5										
27.0										
27.5	34 41 45	27,15 27,30 27,45								
28.0										
28.5										
29.0										
29.5										
30.0										
				Sabbie grossolane con ghiaie da fini a grossolane limose beige/marron chiaro, molto addensate; clasti arrotondati poligenici, prevalentemente calcarei (SP-SM)						
				<i>v. successivo</i>						

Campione geot. S3-C

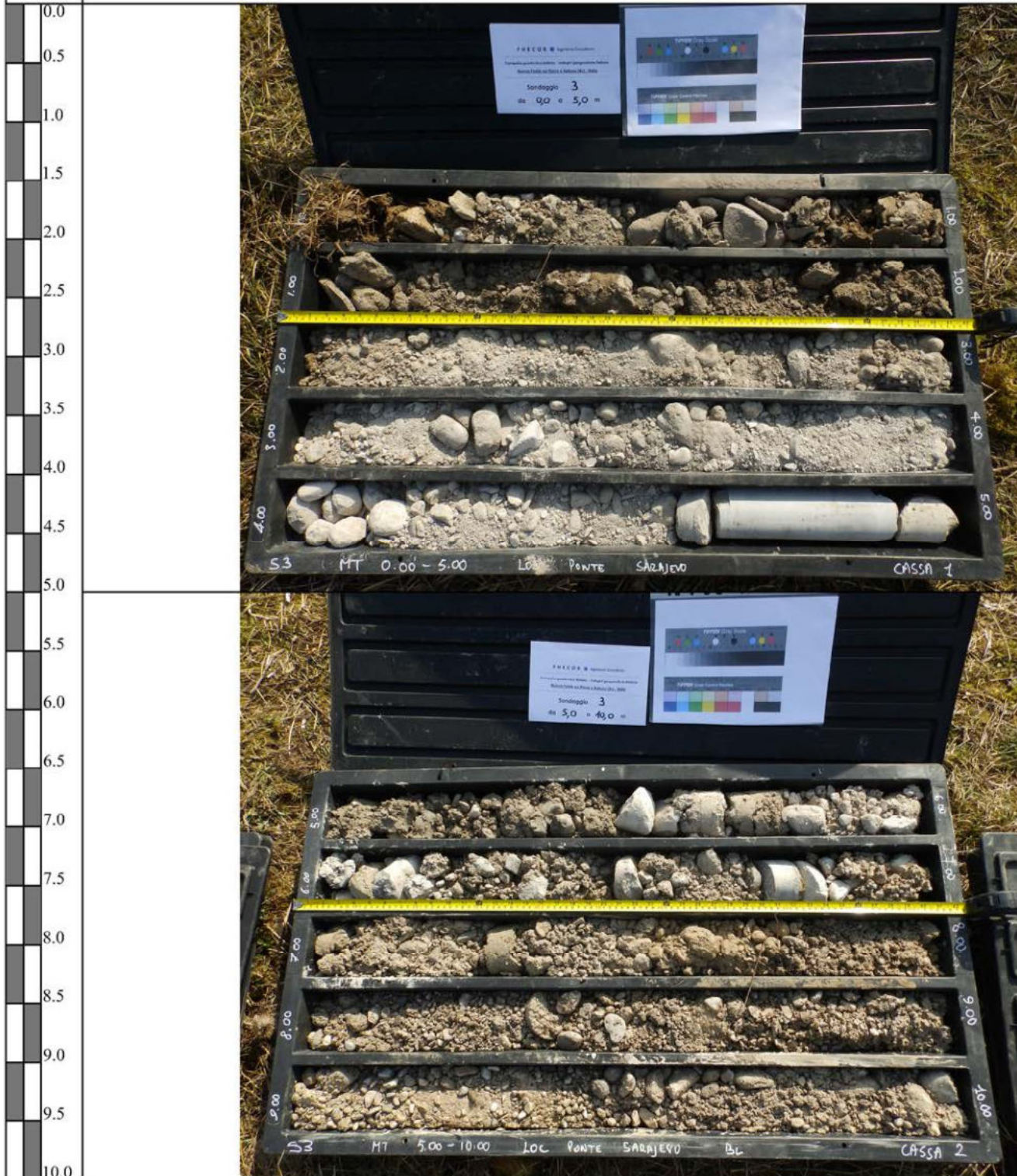






QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**







QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



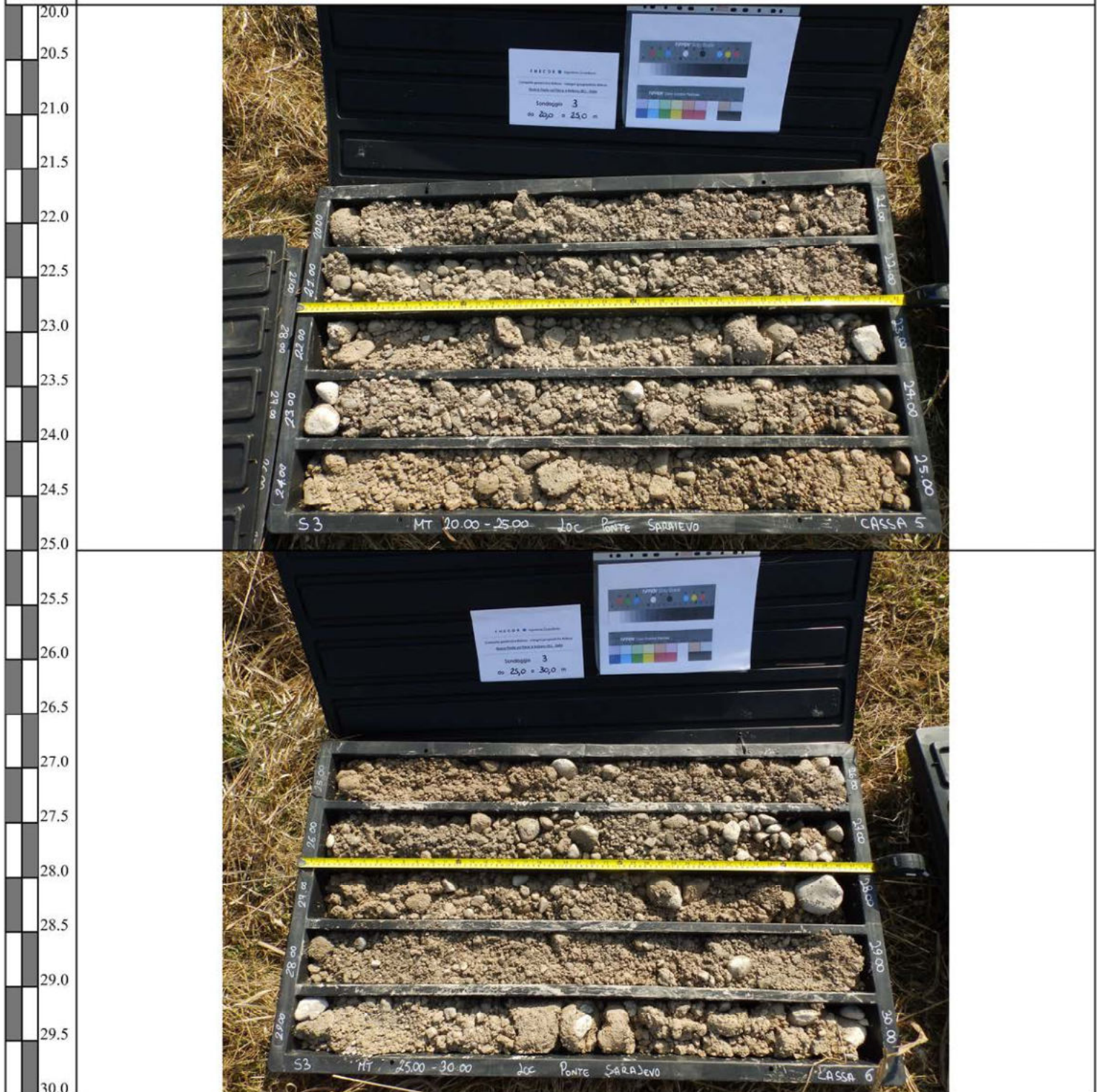
v. successivo





QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



v. successivo





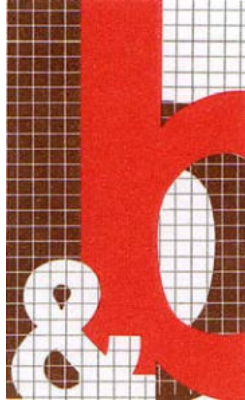
QUOTA DI  
RIFERIMENTO (m)

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**



*fine sondaggio*

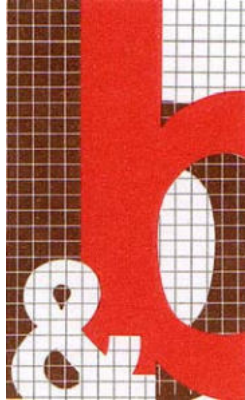
30.0  
30.5  
31.0  
31.5  
32.0  
32.5  
33.0  
33.5  
34.0  
34.5  
35.0  
35.5  
36.0  
36.5  
37.0  
37.5  
38.0  
38.5  
39.0  
39.5  
40.0



## 1 ESITI PROVA SPT IN FORO - SONDAGGIO S-3

*Tabella 1*

<b>Profondità (m)</b>	<b>Nr. colpi</b>
3.15	34
3.30	Rifiuto – 6 cm
3.45	-
6.15	Rifiuto – 5 cm
6.30	-
6.45	-
9.15	24
9.30	32
9.45	38
12.15	Rifiuto – 4 cm
12.30	-
12.45	-
15.15	36
15.30	Rifiuto – 13 cm
15.45	-
18.15	30
18.30	39
18.45	43
21.15	44
21.30	Rifiuto – 10 cm
21.45	-
24.15	32
24.30	Rifiuto – 11 cm
24.45	-
27.15	34
27.30	41
27.45	45
30.15	35
30.30	42
30.45	Rifiuto – 12 cm

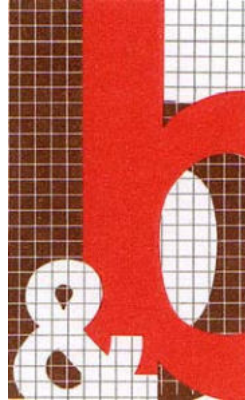


## 1.1 Stima dei parametri geotecnici: terreni incoerenti

### Densità relativa

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato (1) Ghiaie fini con sabbie limose	100	0.00-3.45	Gibbs & Holtz 1957	94.13
Strato (2) Ghiaie fini con ciottoli e sabbie da limose a deb. limose	100	3.45-6.45	Gibbs & Holtz 1957	78
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	70	6.45-9.45	Gibbs & Holtz 1957	59.1
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	9.45-12.45	Gibbs & Holtz 1957	62.11
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	12.45-15.45	Gibbs & Holtz 1957	56.63
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	82	15.45-18.45	Gibbs & Holtz 1957	47.32
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	18.45-21.45	Gibbs & Holtz 1957	48.35
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	21.45-24.45	Gibbs & Holtz 1957	45.01
Strato (9) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	86	24.45-27.45	Gibbs & Holtz 1957	38.73
Strato (10) Ghiaie fini e grossolane sabbiose da limose a deb. limose	92	27.45-30.45	Gibbs & Holtz 1957	37.68

**NOTE: per ghiaie la densità relativa  $D_r$  viene generalmente sovrastimata**



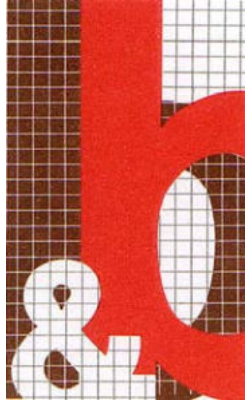
STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**Angolo di resistenza al taglio**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato (1) Ghiaie fini con sabbie limose	100	0.00-3.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>55.57</b>
Strato (2) Ghiaie fini con ciottoli e sabbie da limose a deb. limose	100	3.45-6.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>43.43</b>
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	70	6.45-9.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>39.14</b>
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	9.45-12.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>43.43</b>
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	12.45-15.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>43.43</b>
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	82	15.45-18.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>40.86</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	18.45-21.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>43.43</b>
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	21.45-24.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>43.43</b>
Strato (9) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	86	24.45-27.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>41.43</b>
Strato (10) Ghiaie fini e grossolane sabbiose da limose a deb. limose	92	27.45-30.45	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	<b>42.29</b>

**NOTE: Valore di ° desunto da correlazioni indirette da Dr%, quindi spesso ottimistico (valore massimo)**

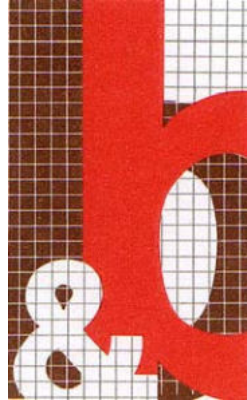




STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**Classificazione AGI**

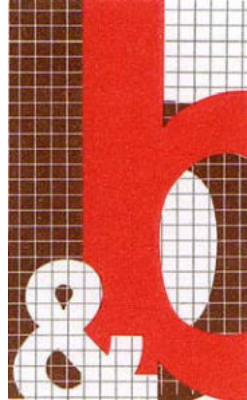
<b>Descrizione</b>	<b>NSPT</b>	<b>Prof. Strato (m)</b>	<b>Correlazione</b>	<b>Classificazione AGI</b>
Strato (1) Ghiaie fini con sabbie limose	100	0.00-3.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (2) Ghiaie fini con ciottoli e sabbie da limose a deb. limose	100	3.45-6.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	70	6.45-9.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	9.45-12.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	12.45-15.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	82	15.45-18.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	18.45-21.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	21.45-24.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (9) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	86	24.45-27.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>
Strato (10) Ghiaie fini e grossolane sabbiose da limose a deb. limose	92	27.45-30.45	Classificazione A.G.I	<b>MOLTO ADDENSATO</b>



STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE

**Peso unità di volume**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso Unità di Volume (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Ghiaie fini con sabbie limose	100	0.00-3.45	Meyerhof et al.	2.50
Strato (2) Ghiaie fini con ciottoli e sabbie da limose a deb. limose	100	3.45-6.45	Meyerhof et al.	2.27
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	70	6.45-9.45	Meyerhof et al.	2.21
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	9.45-12.45	Meyerhof et al.	2.27
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	12.45-15.45	Meyerhof et al.	2.27
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	82	15.45-18.45	Meyerhof et al.	2.23
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	18.45-21.45	Meyerhof et al.	2.27
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	21.45-24.45	Meyerhof et al.	2.27
Strato (9) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	86	24.45-27.45	Meyerhof et al.	2.24
Strato (10) Ghiaie fini e grossolane sabbiose da limose a deb. limose	92	27.45-30.45	Meyerhof et al.	2.25

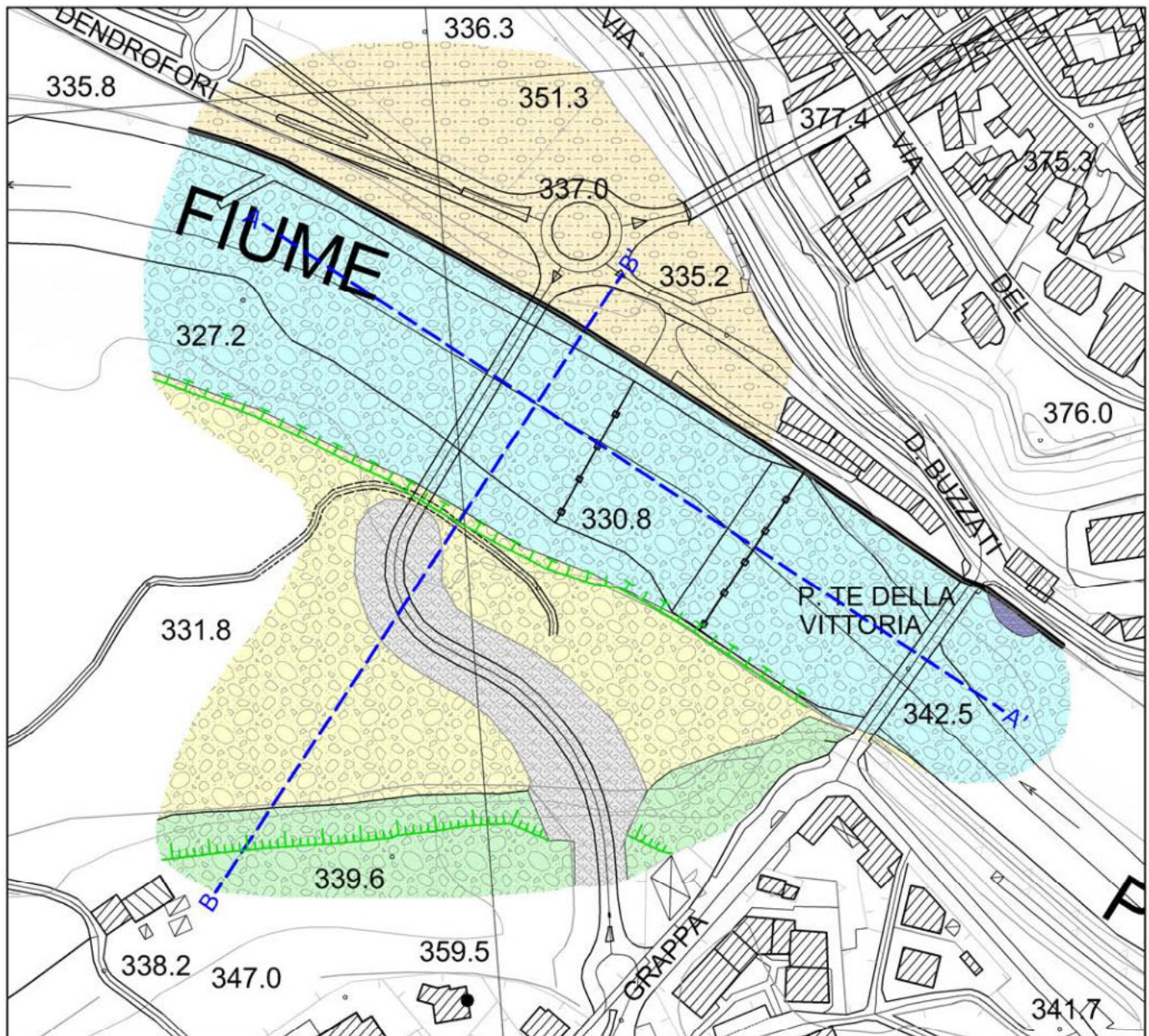


STUDIO DI GEOLOGIA GEOTECNICA GEOFISICA E AMBIENTE








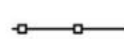



**Peso unità di volume saturo**

Descrizione	NSPT	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso Unità Volume Saturo (t/m <sup>3</sup> )
Strato (1) Ghiaie fini con sabbie limose	100	0.00-3.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.26
Strato (2) Ghiaie fini con ciottoli e sabbie da limose a deb. limose	100	3.45-6.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16
Strato (3) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	70	6.45-9.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.12
Strato (4) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	9.45-12.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16
Strato (5) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	100	12.45-15.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16
Strato (6) Ghiaie fini e grossolane con sabbie, da pulite a limose	82	15.45-18.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16
Strato (7) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	18.45-21.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16
Strato (8) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	100	21.45-24.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16
Strato (9) Ghiaie fini e grossolane con rari ciottoli da limose a deb. limose	86	24.45-27.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.15
Strato (10) Ghiaie fini e grossolane sabbiose da limose a deb. limose	92	27.45-30.45	Terzaghi-Peck 1948-1967	2.16





**Legenda**

- |   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|  | Depositi alluvionali attuali   |  | Orlo di terrazzo di erosione fluviale: $0 < H < 5$ m  |
|  | Depositi alluvionali recenti   |  | Orlo di terrazzo di erosione fluviale: $5 < H < 10$ m |
|  | Depositi alluvionali antichi   |  | Argine fluviale                                       |
|  | Depositi alluvionali recenti con modellazione antropica<br><i>(Parcheggio di Lambioi, rilevato stradale, argine in dx idrografica del Piave)</i> |  | Briglie - soglie fluviali                             |
|  | Rilevato stradale<br><i>(Riporto antropico)</i>  |  | Tracce delle sezioni geologiche                       |
|  | Substrato roccioso<br><i>(Flysch di Belluno)</i>   |  |   |





**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cestomaggiore (BL)

**LAVORO**

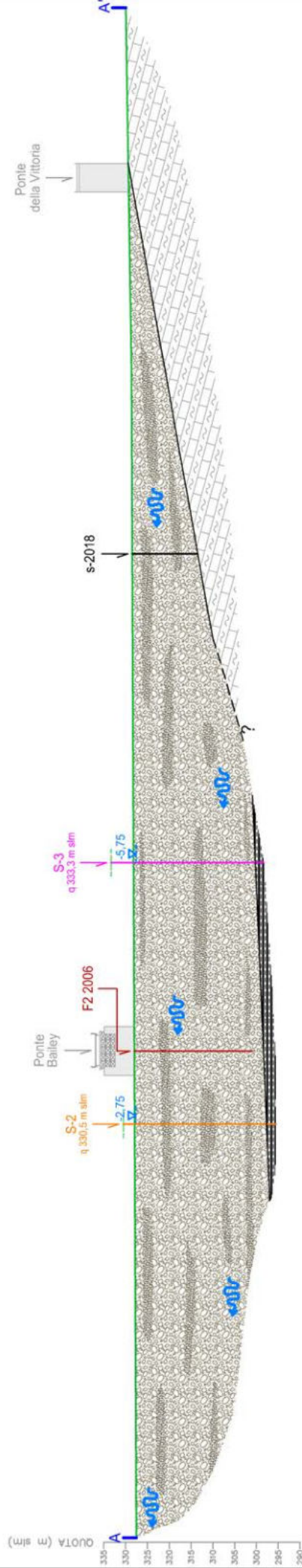
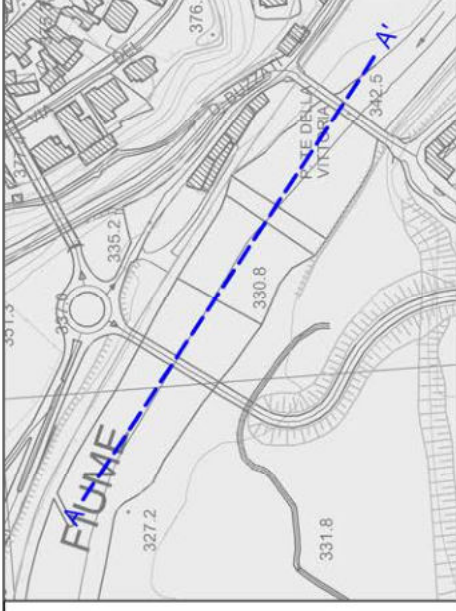
**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**  
INTEGRAZIONE MARZO 2021

**COMMITTENTE**

**FHECOR**  
Ingenieros Consultores

**Legenda**

-  **Depositi alluvionali**  
(Alternanze di ghiaie sabbiose, ghiaie ciotolose e livelli più sabbiosi)
-  **Depositi fluvio-glaciali**  
(Argille limose, sabbiose e ghiaiose, limi sabbiosi e sabbie con limi grigio-scuro)
-  **Substrato roccioso**  
(Flysch di Belluno)
-  **S... S... F... Sondaggi (2021) / (2020) / (2018) / (2006)**
-  **Quota freatica e livello**  
(in data 25/3/2021)
-  **Direzione di flusso della falda**





STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cestonaggio (BL)

**LAVORO**

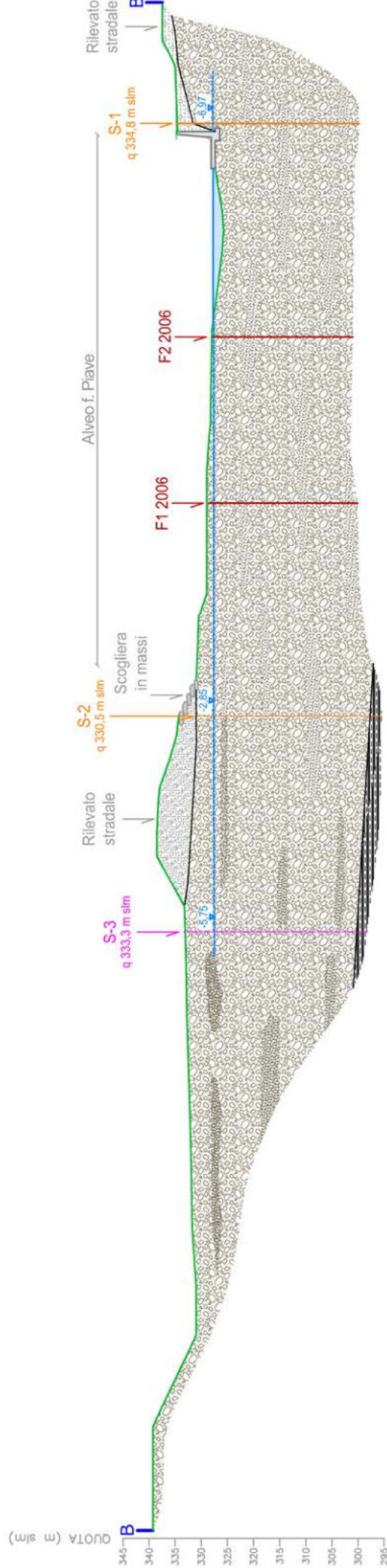
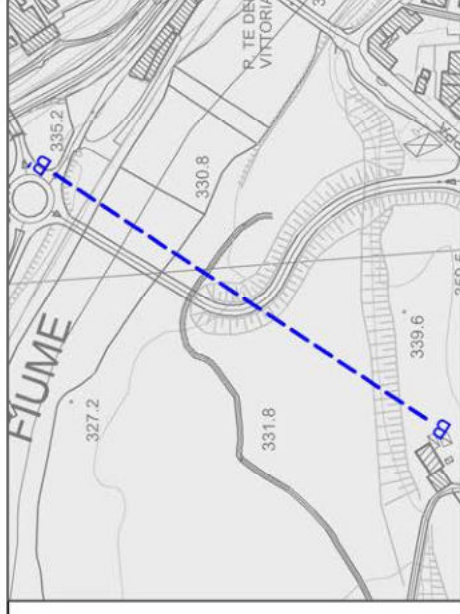
**Campaña geotécnica Belluno - Indagini geognostiche Belluno  
Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia  
INTEGRAZIONE MARZO 2021**

**COMMITTENTE**

**FHECOR  
Ingenieros Consultores**

**Legenda**

-  **Rilevato stradale / Terreni di riporto**
-  **Depositi alluvionali recenti con modellazione antropica**  
(Parcheggio di Lambioli, rilevato stradale, ingine in dx idrografica del Pi ave)
-  **Depositi alluvionali**  
(Alternanze di ghiaie sabbiose, ghiaie ciotolose con livelli sabbiosi)
-  **Depositi fluvio-glaciali**  
(Argille limose, sabbiose e ghiaiose, limi sabbiosi e sabbie con limi grigio-scuro)
-  **Sondaggi (2021) / (2020) / (2006)**
-  **Quota freatica e livello**  
(in data 25/3/2021)



Relazione n.	C2125	del	7/4/2021	Richiesta n.	814	del	22/3/2021	pag. 1/4
--------------	-------	-----	----------	--------------	-----	-----	-----------	----------

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI BELLUNO

# Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica - Indagini geognostiche (Loc. Lambioi) Integrazione indagini marzo 2021

## PROVE DI LABORATORIO GEOTECNICO



Il Direttore

Dott. geol. Danilo Belli

**il Committente:** FHECOR Ingenieros Consultores - Madrid (ES)

Cesiomaggiore, aprile 2021



Relazione n.	C2125	del	7/4/2021	Richiesta n.	814	del	22/3/2021	pag. 2/4
--------------	-------	-----	----------	--------------	-----	-----	-----------	----------

## SOMMARIO

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 Sondaggi.....	3
2. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - SONDAGGI .....	4

## ALLEGATI

1. Classificazioni geotecniche sondaggi (n. 4 RP EQS srl, C2125/2401, 2402, 2403, 2404)



## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione integra gli esiti di prove di laboratorio geotecnico di cui all'Allegato 1 per conto di FHECOR Ingenieros Consultores - Madrid (ES), nell'ambito delle integrazioni della Campagna geotecnica – indagini geognostiche per il Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno (loc. Lambioi) del marzo 2021.

### 1.1 Sondaggi

I campioni provenienti dal nuovo sondaggio S-3 sono pervenuti in data 25/3/2021 e sono stati avviati per l'esecuzione delle prove di cui alla Tabella 1.

La descrizione delle prove è riportata in ciascun rapporto di prova e riepilogata di seguito.

Le norme di prova corrispondono a quanto richiesto dal Committente, salvo eventuali integrazioni, puntualmente indicate nei rapporti di prova.

Nelle tabelle a seguire si riportano l'elenco dei campioni con la sigla, le profondità di prelievo e i relativi rapporti di prova.

**Tabella 1: riepilogo campioni dei sondaggi**

Sigla sondaggio	Sigla del campione	Profondità di prelievo (m)	Elenco rapporti di prova	Tipo di analisi
S-3	A	14,5 – 15,0	EQS C2125/2401	Geotecnica
S-3	B	18,5 – 19,0	EQS C2125/2402	Geotecnica
S-3	C	24,5 – 25,0	EQS C2125/2403	Geotecnica
S-3	D	34,0 – 34,5	EQS C2125/2404	Geotecnica

Relazione n.	C2125	del	7/4/2021	Richiesta n.	814	del	22/3/2021	pag.	4/4
--------------	-------	-----	----------	--------------	-----	-----	-----------	------	-----

## 2. COMMENTO CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA - SONDAGGI

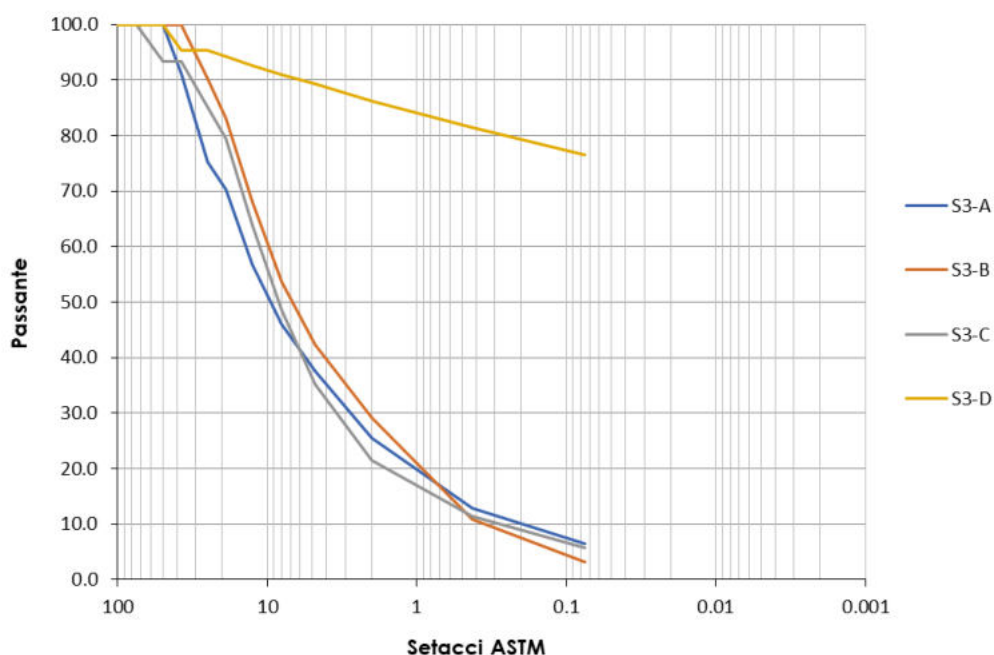
Le prove sono state concordate con il Committente, secondo l'elenco della tabella che segue.

**Tabella 2: prove geotecniche sondaggio 3**

DESCRIZIONE PROVE
Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)
Classificazione (ASTM-D-2488)
Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)
Determinazione del contenuto in acqua (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)
Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine (UNI CEN ISO/TS 17892-2)

Le prove di caratterizzazione geotecnica sono integrate con la documentazione fotografica del campione per consentire una qualificazione visiva della natura e tipologia dei grani.

Il grafico a seguire confronta i campioni sotto l'aspetto granulometrico



**Figura 1: Confronto tra le curve granulometriche sondaggio S3**

Rapporto di prova n. C2125/2401 del 6/4/2021 Richiesta n. 814 del 22/3/2020 pag. 1/3

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

## DATI GENERALI

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

## DATI CAMPIONAMENTO

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	25/3/2021
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S3	<b>PROFONDITÀ:</b>	14,5 – 15,0 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	A	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

## DATI PROVE

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	26/3/2021	<b>al</b>	1/4/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n. **C2125/2401** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	8.9	91.1
25	15.9	75.3
19	4.9	70.3
12.5	13.6	56.8
8	10.7	46.1
4.75	8.6	37.5
2	12.0	25.5
0.425	12.6	12.9
0.075	6.4	6.5

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	29.7
Ghiaie fini	32.8
Sabbie grossolane	12.0
Sabbie medie	12.6
Sabbie fini	6.4
Limi e argille	6.5



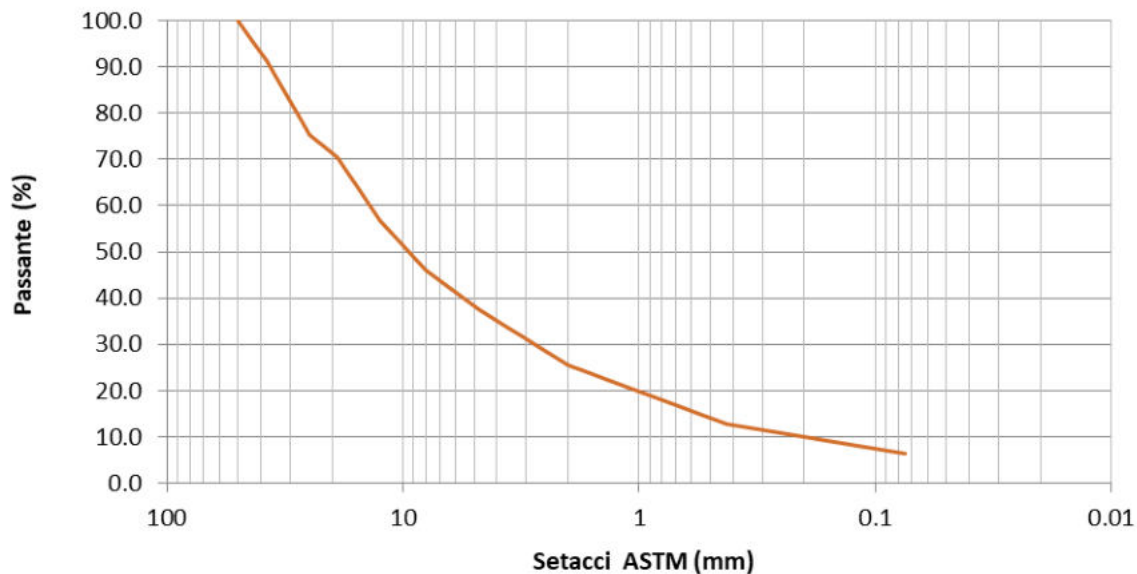
FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n. **C2125/2401** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 3/3

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW-GM ghiaia ben gradata con limo e sabbia
---	---

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2125/2402	del	6/4/2021	Richiesta n.	814	del	22/3/2020	pag. 1/3
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	-----------	----------

**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).

**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	25/3/2021
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S3	<b>PROFONDITÀ:</b>	18,5 – 19,0 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	B	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	26/3/2021	<b>al</b>	1/4/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n. **C2125/2402** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	0.0	100.0
25	9.7	90.3
19	7.1	83.2
12.5	15.1	68.1
8	14.5	53.7
4.75	11.4	42.3
2	13.1	29.2
0.425	18.3	10.8
0.075	7.6	3.2

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	16.8
Ghiaie fini	40.9
Sabbie grossolane	13.1
Sabbie medie	18.3
Sabbie fini	7.6
Limi e argille	3.2

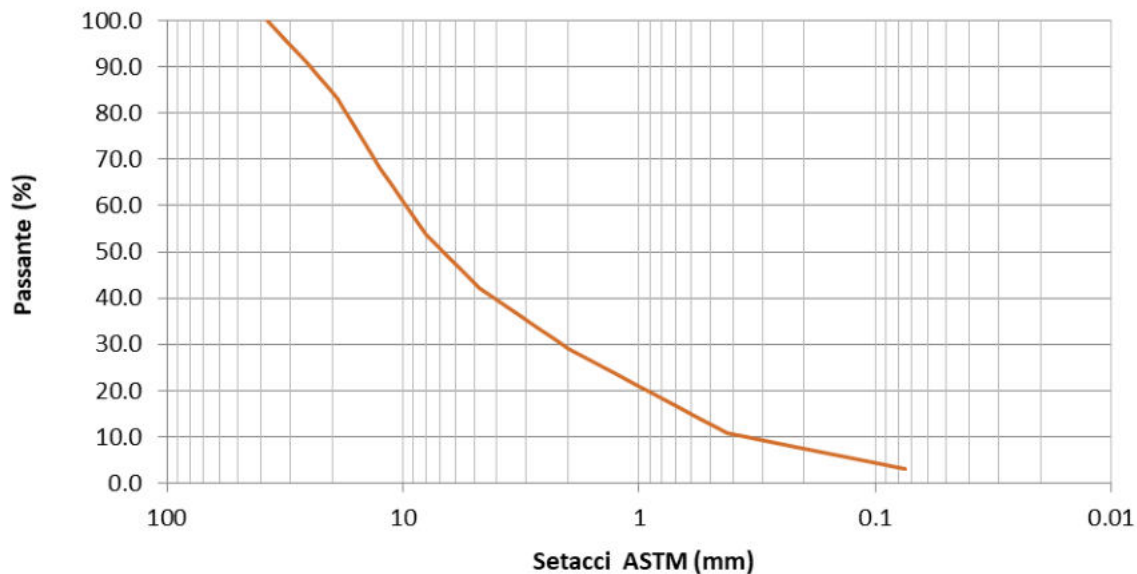


FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2125/2402** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 3/3

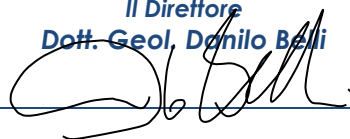
**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW ghiaia ben gradata
---	--------------------------

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



Rapporto di prova n. **C2125/2403** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 1/3**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	25/3/2021
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S3	<b>PROFONDITÀ:</b>	24,5 – 25,0 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	C	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	26/3/2021	<b>al</b>	1/4/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.

Rapporto di prova n. **C2125/2403** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 2/3

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	6.7	93.3
37.5	0.0	93.3
25	8.1	85.2
19	5.8	79.4
12.5	15.5	63.9
8	15.5	48.5
4.75	13.2	35.3
2	13.8	21.5
0.425	10.2	11.3
0.075	5.7	5.7

Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	20.6
Ghiaie fini	44.1
Sabbie grossolane	13.8
Sabbie medie	10.2
Sabbie fini	5.7
Limi e argille	5.7

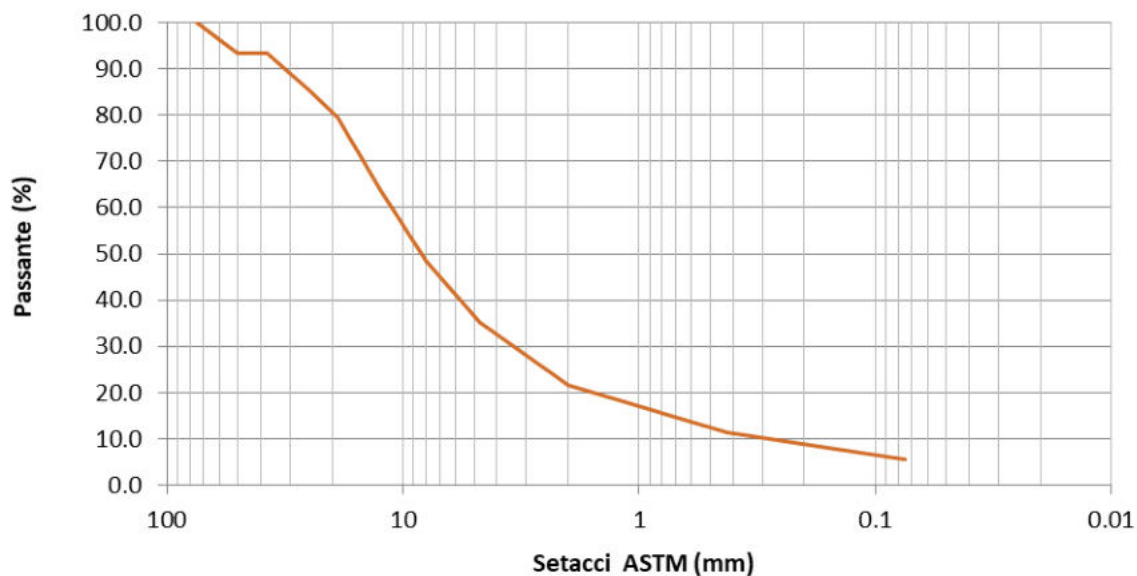


FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2125/2403** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 3/3

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	GW-GM ghiaia ben gradata con limo e sabbia
---	---

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n. **C2125/2404** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 1/4**OGGETTO:** Progetto per il nuovo Ponte sul Piave a Belluno. Campaña geotécnica. Indagini geognostiche (Loc. Lambioi).**DATI GENERALI**

<b>COMMITTENTE:</b>	FHECOR Ingenieros Consultores			
	<b>Via</b>	Barquillo	<b>N.</b>	23, 2.ª Planta
	<b>C.A.P.</b>	28004	<b>CITTÀ</b>	Madrid (ES)
<b>CANTIERE:</b>	INDIRIZZO Loc. Lambioi - Belluno			

**DATI CAMPIONAMENTO**

<b>ESEGUITO DA:</b>	Son.Geo s.r.l. - EQS s.r.l.		<b>DATA:</b>	25/3/2021
<b>PUNTO DI PRELIEVO:</b>	S3	<b>PROFONDITÀ:</b>	34,0 – 34,5 m	
<b>IDENTIFICATIVO CAMPIONE:</b>	D	<b>NATURA CAMPIONE:</b>	Campione terreno (Q3)	

**DATI PROVE**

<b>DATA:</b>	<b>dal</b>	26/3/2021	<b>al</b>	1/4/2021
<b>TIPOLOGIA:</b>				
<b>PROVE:</b>	1.	Analisi granulometrica (ASTM-D-422 e UNI EN 933-1)		
	2.	Classificazione (ASTM-D-2488)		
	3.	Determinazione dei limiti di Atterberg (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)		
	4.	Determinazione del contenuto in acqua (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)		
	5.	Determinazione della massa volumica dei terreni a grana fine (UNI CEN ISO/TS 17892-2)		
<b>NOTE:</b>				

I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.



Rapporto di prova n. **C2125/2404** del **6/4/2021** Richiesta n. **814** del **22/3/2020** pag. 2/4

**PROVA 1.1: ANALISI GRANULOMETRICA**

Setacci ASTM [mm]	Trattenuto [%]	Passante totale [%]
100	0.0	100.0
75	0.0	100.0
50	0.0	100.0
37.5	4.6	95.4
25	0.0	95.4
19	1.2	94.2
12.5	1.6	92.6
8	1.5	91.1
4.75	1.8	89.3
2	3.1	86.2
0.425	4.6	81.6
0.075	5.1	76.5

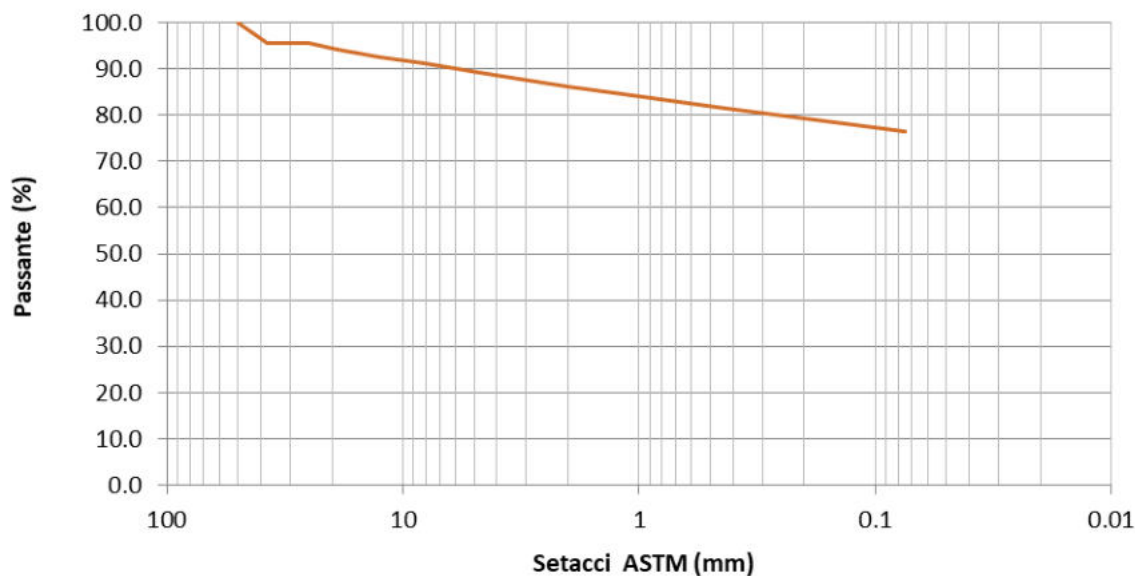
Ciottoli	0.0
Ghiaie grossolane	5.8
Ghiaie fini	5.0
Sabbie grossolane	3.1
Sabbie medie	4.6
Sabbie fini	5.1
Limi e argille	76.5



FOTO CAMPIONE

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

**PROVA 1.2: CURVA GRANULOMETRICA**



**PROVA 2.: CLASSIFICAZIONE**

<b>Classificazione geotecnica (ASTM-D-2488)</b>	CL-ML Argilla limosa di bassa plasticità con sabbie
---	--

**PROVA 3.: DETERMINAZIONE DEI LIMITI DI ATTERBERG (ASTM-D-4318 e UNI EN 17892-12)**

<b>Limite liquido (<math>W_L</math>):</b>	22
<b>Limite plastico (<math>W_P</math>):</b>	14
<b>Indice di plasticità (<math>I_P</math>):</b>	8

**PROVA 4.: DETERMINAZIONE DEL CONTENUTO IN ACQUA (ASTM-D-2216 e UNI CEN ISO/TS 17892-1)**

SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	DESCRIZIONE	ESITO
W	%	naturale	12,0

*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*

Rapporto di prova n.	C2125/2404	del	6/4/2021	Richiesta n.	814	del	22/3/2020	pag. 4/4
----------------------	------------	-----	----------	--------------	-----	-----	-----------	----------

**PROVA 5.: DETERMINAZIONE DELLA MASSA VOLUMICA DEI TERRENI A GRANA FINE  
(ASTM-D-4254 e UNI CEN ISO/TS 17892-2) E DEI PARAMETRI INDICE DEI TERRENI**

SIMBOLO	UNITA' DI MISURA	ESITO
$\gamma$ nat	g/cm <sup>3</sup>	2,31
$\gamma$ dry	g/cm <sup>3</sup>	2,73
G	g/cm <sup>3</sup>	2,06
n	-	0,25
e	-	0,33
Sr	%	100,7

Il Direttore  
Dott. Geol. Danilo Belli



*I risultati delle prove sono riferiti esclusivamente al campione testato.  
La riproduzione anche parziale del presente documento deve essere autorizzata per iscritto dalla Società.*



REGIONE DEL VENETO



## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

# ALLEGATO 3

## Schede indagini sismiche passive HVSR

**Committente**

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores

Madrid - ESPAÑA



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)

**SOGGETTI REALIZZATORI**

Dott. Geol. Danilo BELLI

Per. Ind. Geotecnico-Minerario  
Tiziano MATTEN

Dott. Arch. Francesca PIVETTA

**Data:** APRILE 2021

**Versione:** V.01/2021





STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cestomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

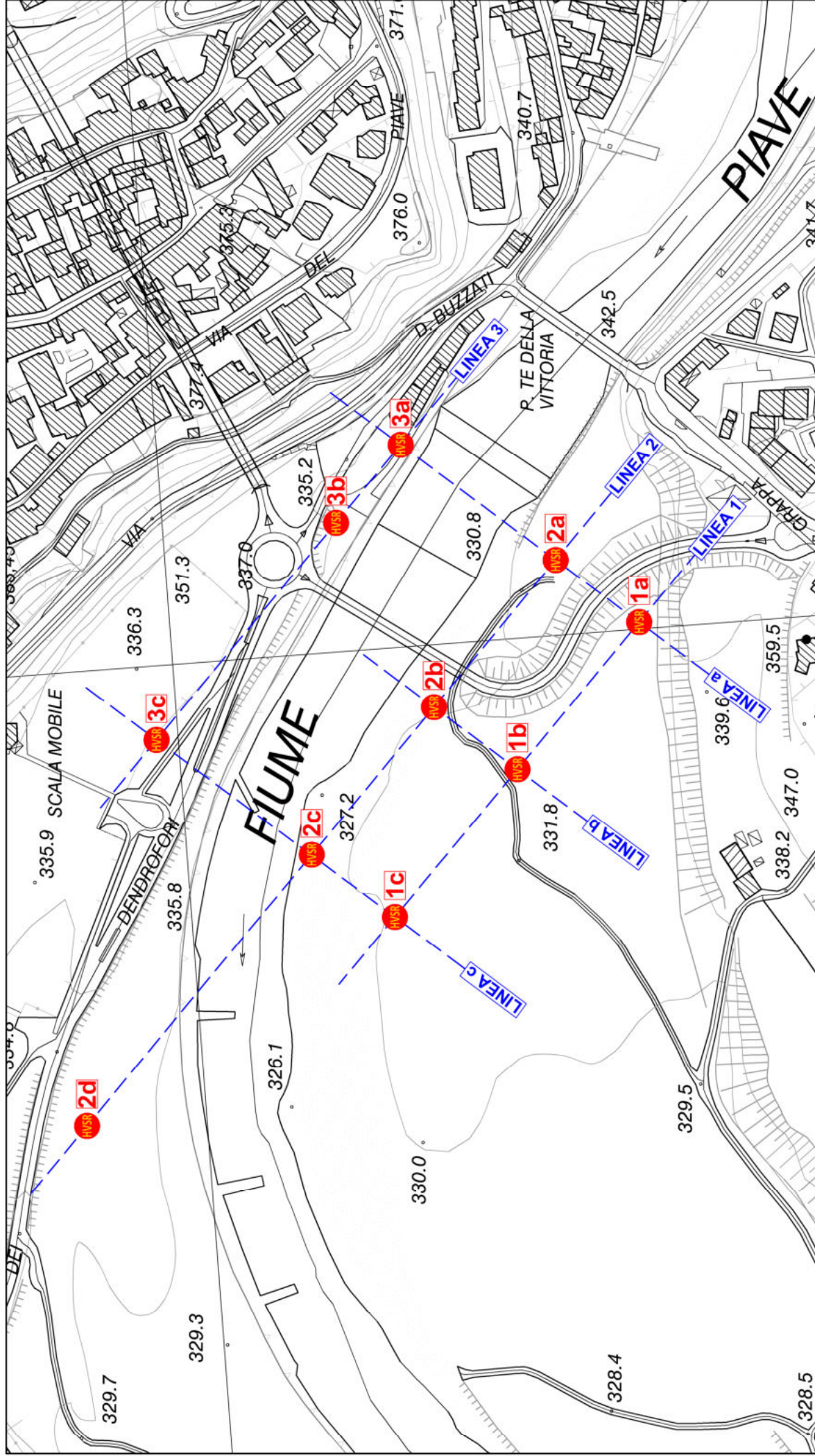
COMUNE DI BELLUNO

PROVINCIA DI BELLUNO

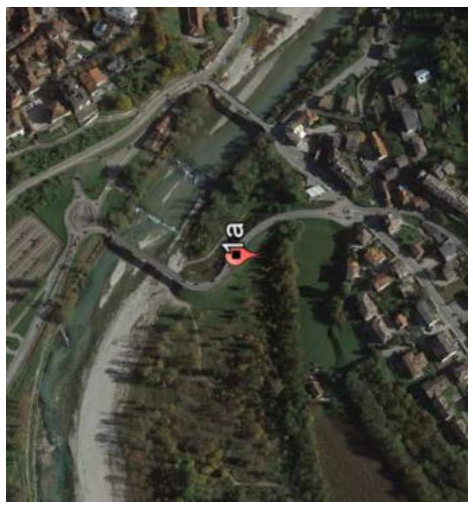
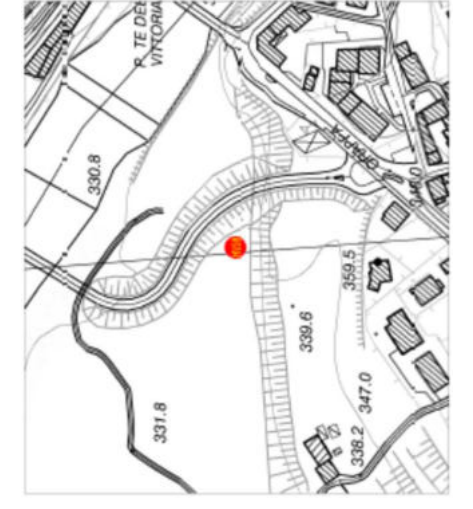

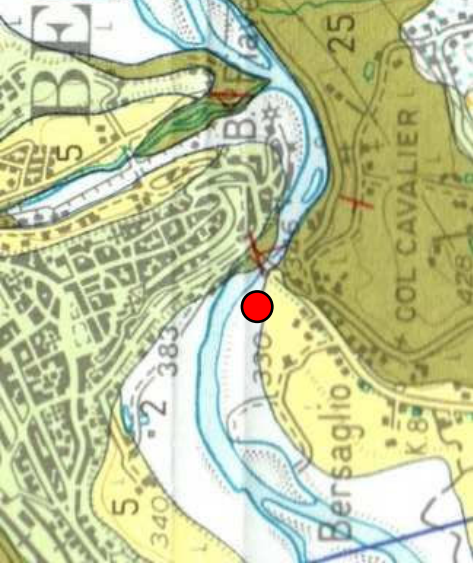
COMMITTENTE

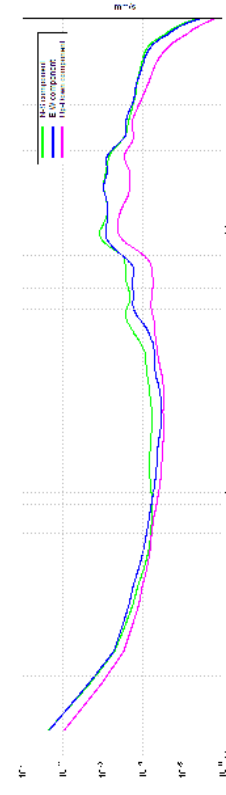
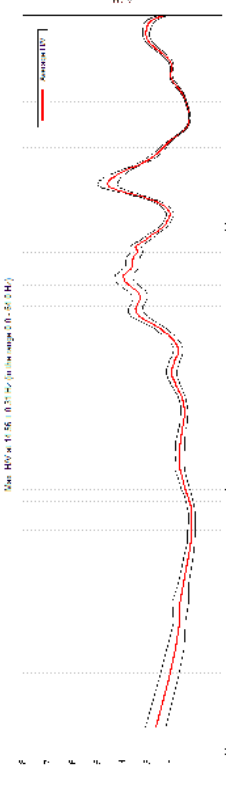
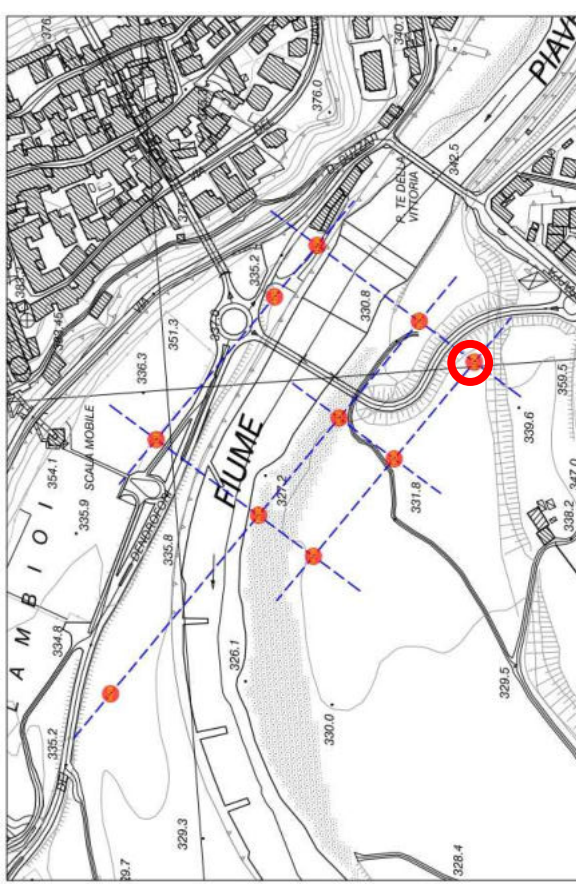
**Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**  
*Studio di microzonazione sismica di II e III livello*

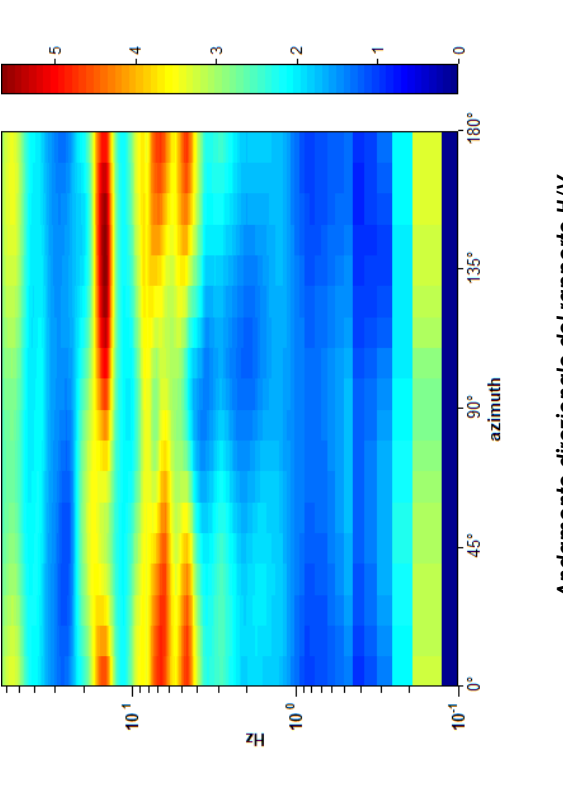

**F H E C O R** ■ Ingegneros Consultores  
Madrid - ESPAÑA





 <p><b>UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH</b></p>	 <p><b>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</b></p>	 <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA</b></p>	 <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</b></p>	<table border="1"> <tr> <td><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></td> <td>N 5 112 710.332</td> <td><b>E</b></td> <td>285 000.788</td> </tr> <tr> <td><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></td> <td>N 5 113 997.987</td> <td><b>E</b></td> <td>1 748 493.448</td> </tr> <tr> <td><b>QUOTA:</b></td> <td colspan="3">333,0 m s.l.m.m.</td> </tr> <tr> <td><b>DATA MISURA:</b></td> <td colspan="3">19/03/2021</td> </tr> <tr> <td><b>TIPO INDAGINE:</b></td> <td colspan="3">puntuale</td> </tr> <tr> <td><b>TECNICO RILEVATORE:</b></td> <td colspan="3">Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</td> </tr> </table>	<b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b>	N 5 112 710.332	<b>E</b>	285 000.788	<b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b>	N 5 113 997.987	<b>E</b>	1 748 493.448	<b>QUOTA:</b>	333,0 m s.l.m.m.			<b>DATA MISURA:</b>	19/03/2021			<b>TIPO INDAGINE:</b>	puntuale			<b>TECNICO RILEVATORE:</b>	Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten		
<b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b>	N 5 112 710.332	<b>E</b>	285 000.788																									
<b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b>	N 5 113 997.987	<b>E</b>	1 748 493.448																									
<b>QUOTA:</b>	333,0 m s.l.m.m.																											
<b>DATA MISURA:</b>	19/03/2021																											
<b>TIPO INDAGINE:</b>	puntuale																											
<b>TECNICO RILEVATORE:</b>	Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten																											

 <p><b>Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova</b></p>	 <p><b>Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova</b></p>	 <p><b>Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)</b></p>
---	---	---

 <p><b>Andamento direzionale del rapporto H/V</b></p>	 <p><b>Fotografia del sito di acquisizione</b></p>	<table border="1"> <tr> <td><b>TOPOGRAFICA:</b></td> <td colspan="3">terreno pianeggiante – sub/pianeggiante</td> </tr> <tr> <td><b>DESCRIZIONE SITO</b></td> <td colspan="3">substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)</td> </tr> <tr> <td><b>GEOLOGICA:</b></td> <td colspan="3">piana alluvionale recente</td> </tr> <tr> <td><b>GOMORFOLOGICA:</b></td> <td colspan="3">Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E</td> </tr> <tr> <td><b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b></td> <td>4,4 – 9,0</td> <td><b>H/V FONDAMENTALE:</b></td> <td>3,9 (a 6,5 Hz)</td> </tr> <tr> <td><b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b></td> <td>14,5</td> <td><b>H/V SECONDARIA:</b></td> <td>4,6</td> </tr> </table> <p><b>NOTE:</b> se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.</p>	<b>TOPOGRAFICA:</b>	terreno pianeggiante – sub/pianeggiante			<b>DESCRIZIONE SITO</b>	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)			<b>GEOLOGICA:</b>	piana alluvionale recente			<b>GOMORFOLOGICA:</b>	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E			<b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b>	4,4 – 9,0	<b>H/V FONDAMENTALE:</b>	3,9 (a 6,5 Hz)	<b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b>	14,5	<b>H/V SECONDARIA:</b>	4,6
<b>TOPOGRAFICA:</b>	terreno pianeggiante – sub/pianeggiante																									
<b>DESCRIZIONE SITO</b>	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)																									
<b>GEOLOGICA:</b>	piana alluvionale recente																									
<b>GOMORFOLOGICA:</b>	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E																									
<b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b>	4,4 – 9,0	<b>H/V FONDAMENTALE:</b>	3,9 (a 6,5 Hz)																							
<b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b>	14,5	<b>H/V SECONDARIA:</b>	4,6																							

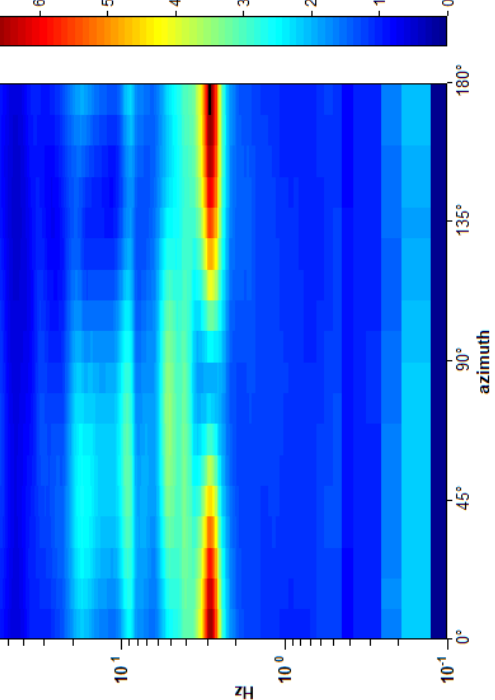


						<p><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></p> <p><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></p> <p><b>QUOTA:</b></p> <p><b>DATA MISURA:</b></p> <p><b>TIPO INDAGINE:</b></p> <p><b>TECNICO RILEVATORE:</b></p>	<p><b>N</b> 5 112 786.034 <b>E</b> 284 922.344</p> <p><b>N</b> 5 114 067.567 <b>E</b> 1 748 409.496</p> <p>332,0 m s.l.m.m.</p> <p>19/03/2021</p> <p>puntuale</p> <p>Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</p>
--	--	--	--	--	--	---	--

					<p><b>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</b></p> <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA</b></p> <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</b></p>	<p><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></p> <p><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></p> <p><b>QUOTA:</b></p> <p><b>DATA MISURA:</b></p> <p><b>TIPO INDAGINE:</b></p> <p><b>TECNICO RILEVATORE:</b></p>	<p><b>N</b> 5 112 786.034 <b>E</b> 284 922.344</p> <p><b>N</b> 5 114 067.567 <b>E</b> 1 748 409.496</p> <p>332,0 m s.l.m.m.</p> <p>19/03/2021</p> <p>puntuale</p> <p>Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</p>
--	--	--	--	--	--	---	--

					<p><b>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</b></p> <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA</b></p> <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</b></p>	<p><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></p> <p><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></p> <p><b>QUOTA:</b></p> <p><b>DATA MISURA:</b></p> <p><b>TIPO INDAGINE:</b></p> <p><b>TECNICO RILEVATORE:</b></p>	<p><b>N</b> 5 112 786.034 <b>E</b> 284 922.344</p> <p><b>N</b> 5 114 067.567 <b>E</b> 1 748 409.496</p> <p>332,0 m s.l.m.m.</p> <p>19/03/2021</p> <p>puntuale</p> <p>Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</p>
--	--	--	--	--	--	---	--

Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova



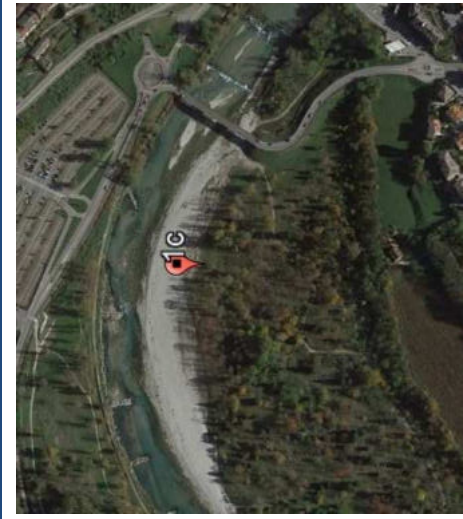
Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova



<b>TOPOGRAFICA:</b>	terreno pianeggiante - sub/pianeggiante
<b>DESCRIZIONE SITO</b>	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)
<b>GEOLOGICA:</b>	
<b>GEOLOGICA:</b>	piana alluvionale recente
<b>NOTE:</b>	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E
<b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b>	2,8
<b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b>	3,4 - 5,4
<b>H/V FONDAMENTALE:</b>	4,0
<b>H/V SECONDARIA:</b>	3,1 (a 4,0 Hz)

NOTE: se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.

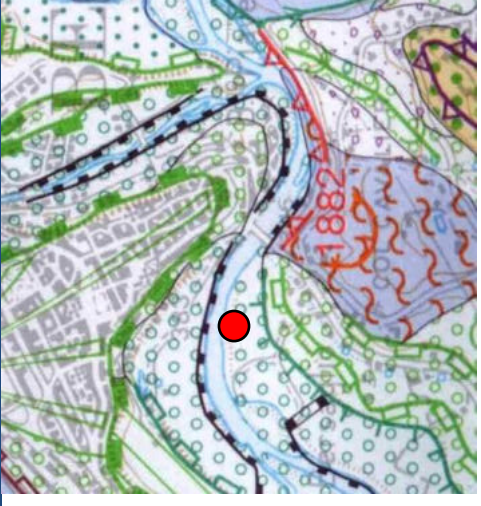




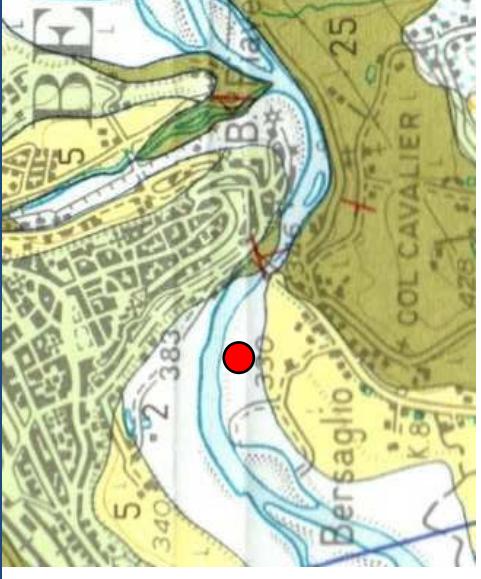
UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH



UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"

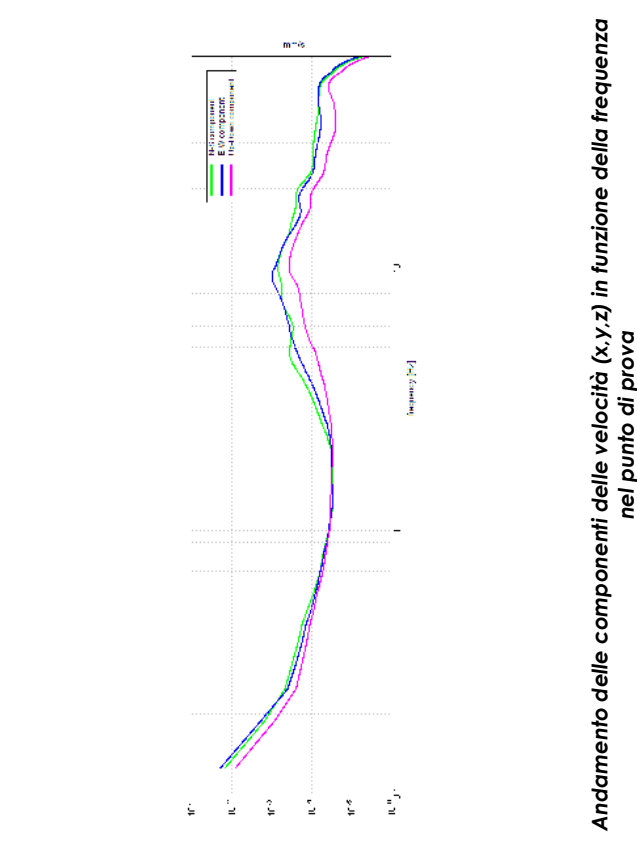


UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA

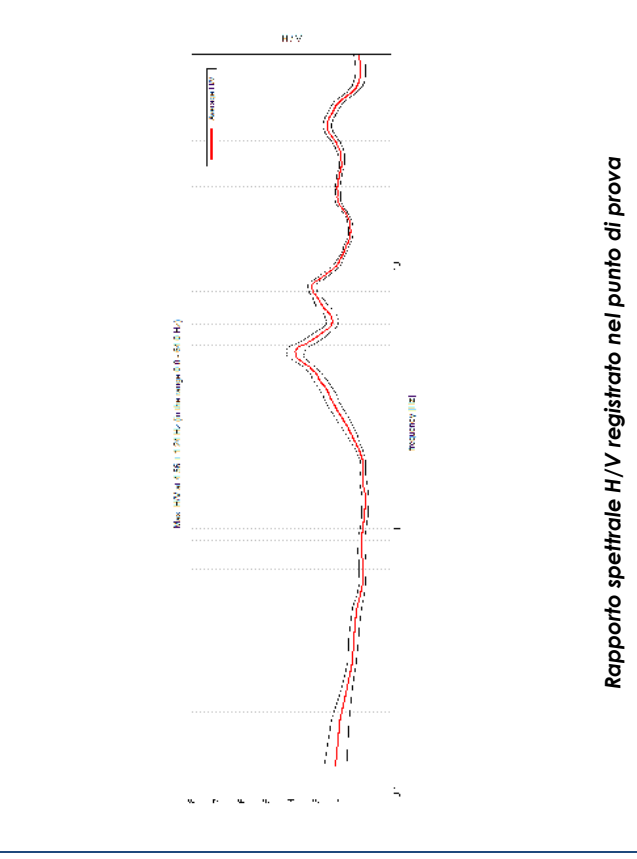


UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA

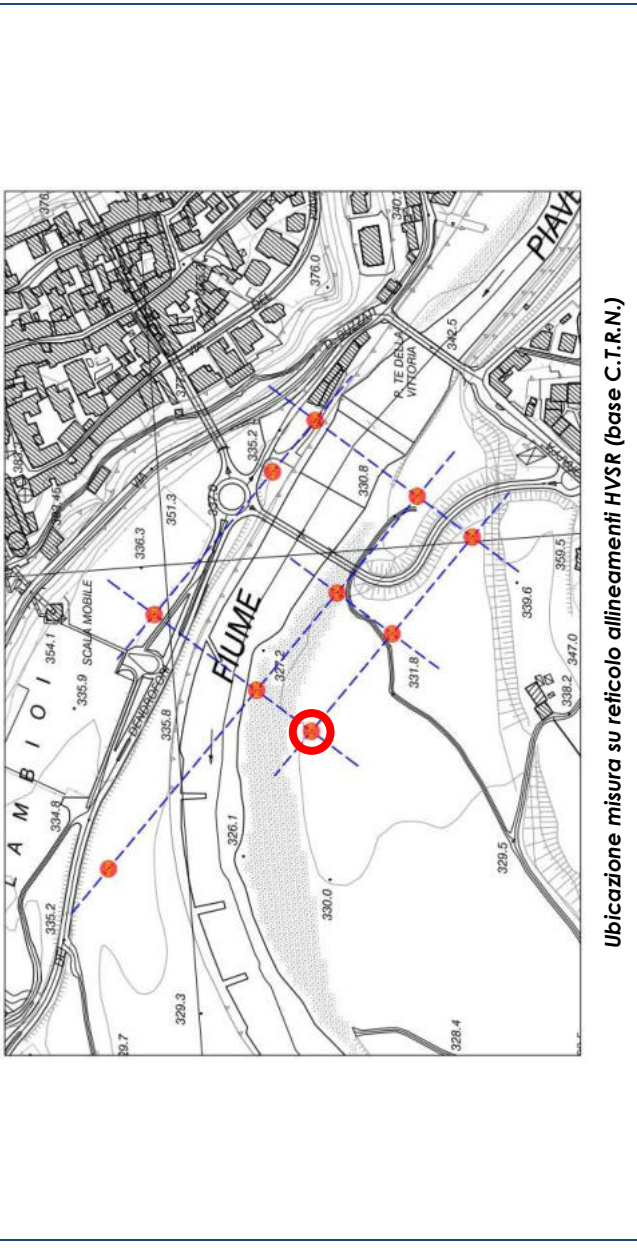
COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33	N 5 112 862.264	E 284 843.354
COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:	N 5 114 137.632	E 1 748 324.96
QUOTA:	330,0 m s.l.m.m.	
DATA MISURA:	19/03/2021	
TIPO INDAGINE:	puntuale	
TECNICO RILEVATORE:	Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten	



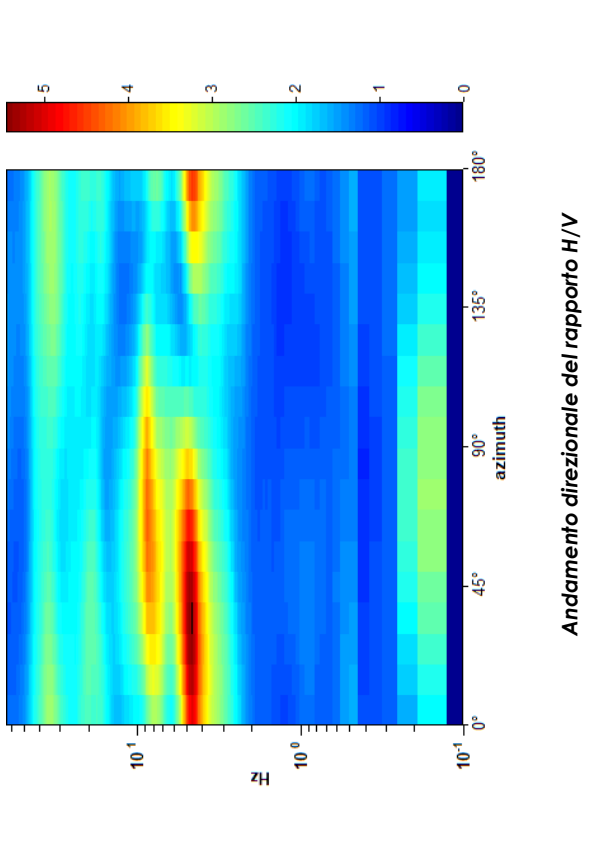
Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova



Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova



Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)



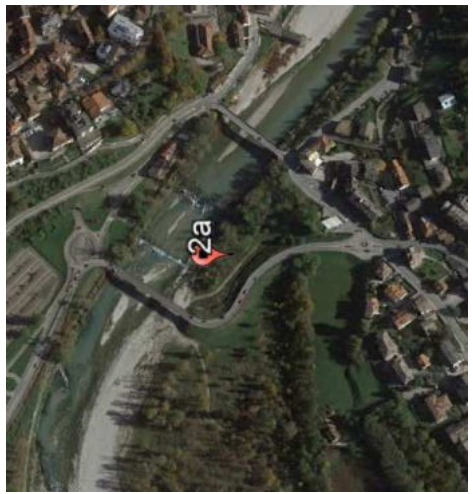


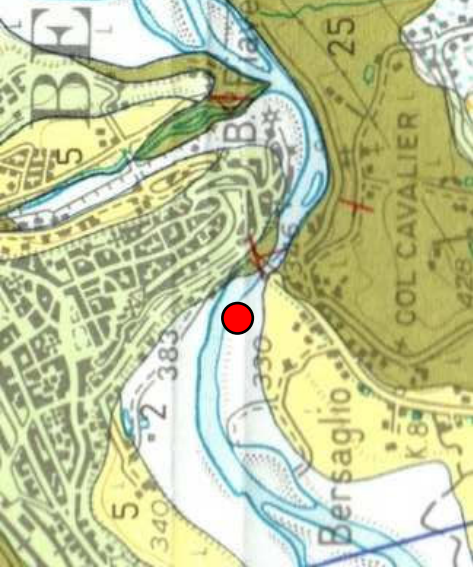
Andamento direzionale del rapporto H/V

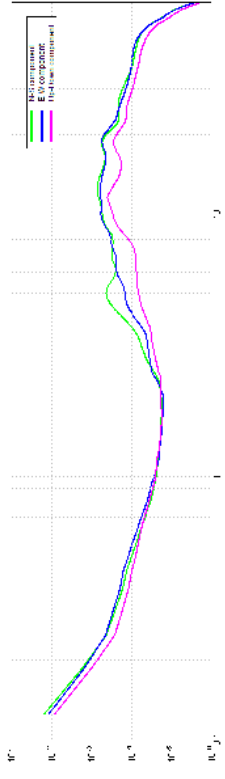
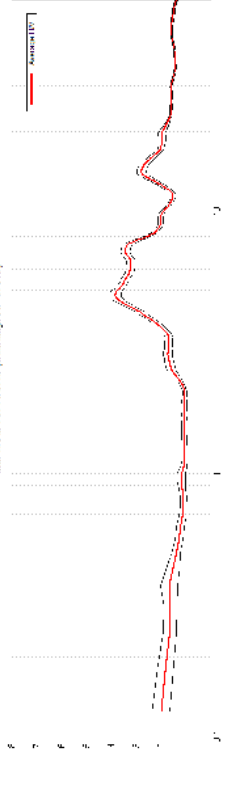
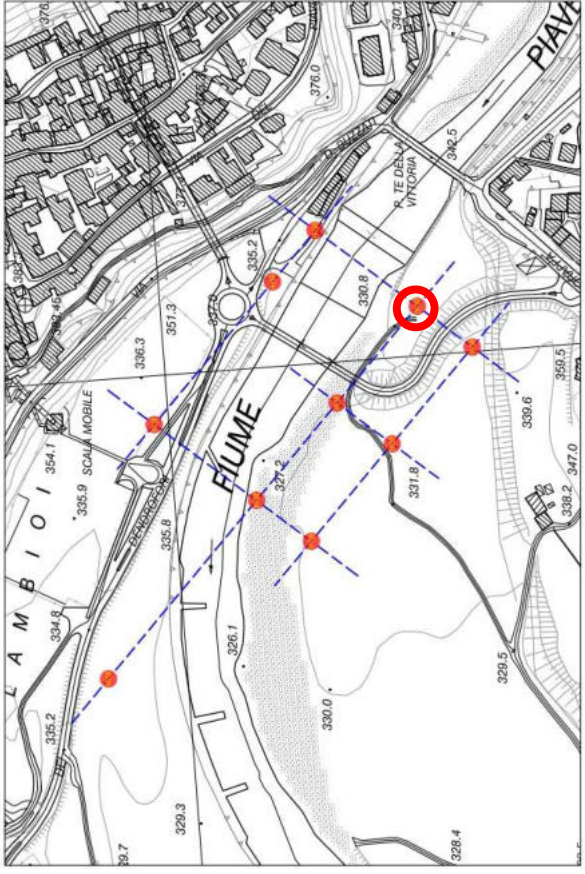


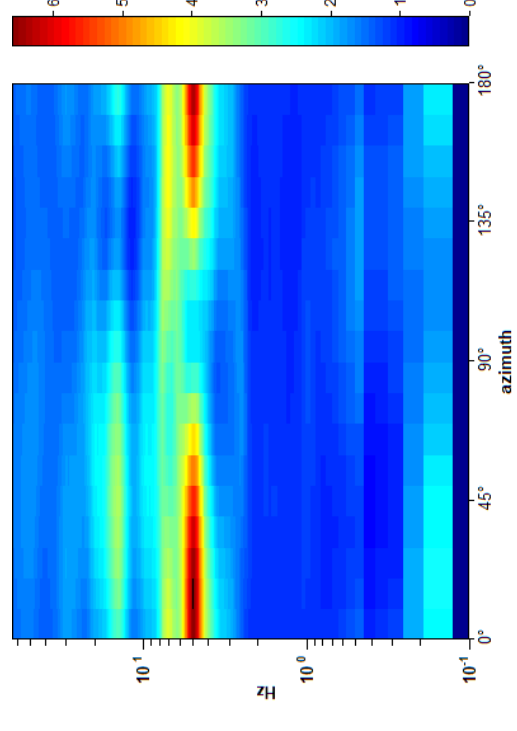

Fotografia del sito di acquisizione

TOPOGRAFICA:	terreno pianeggiante – sub/pianeggiante	
DESCRIZIONE SITO	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)	
GEOLOGICA:	piana alluvionale recente	
GEOMORFOLOGICA:	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E	
NOTE:	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E	
FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:	4,7	H/V FONDAMENTALE: 3,8
FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:	8,4	H/V SECONDARIA: 3,2
NOTE:	se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.	

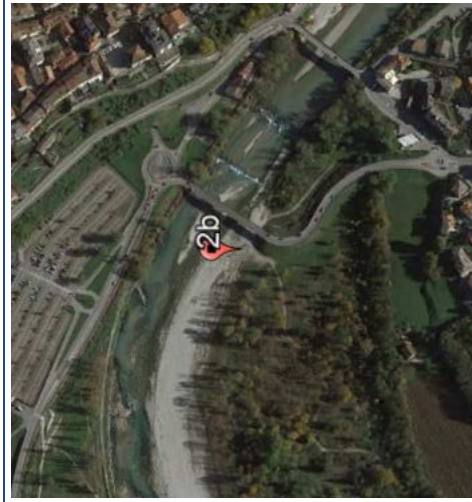


				<p><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></p> <p><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></p> <p><b>QUOTA:</b></p> <p><b>DATA MISURA:</b></p> <p><b>TIPO INDAGINE:</b></p> <p><b>TECNICO RILEVATORE:</b></p>	<p><b>N</b> 5 112 755.262      <b>E</b> 285 039.739</p> <p><b>N</b> 5 114 045.738      <b>E</b> 1 748 528.904</p> <p>332,5 m s.l.m.m.</p> <p>19/03/2021</p> <p>puntuale</p> <p>Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</p>
---	---	---	--	---	--

		
<b>UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH</b>	<b>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</b>	<b>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</b>
<b>Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova</b>	<b>Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova</b>	<b>Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)</b>

	
<b>Andamento direzionale del rapporto H/V</b>	<b>Fotografia del sito di acquisizione</b>
<b>TOPOGRAFICA:</b>	terreno pianeggiante - sub/pianeggiante
<b>DESCRIZIONE SITO</b>	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)
<b>GEOLOGICA:</b>	
<b>GEOMORFOLOGICA:</b>	piana alluvionale recente
<b>NOTE:</b>	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E
<b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b>	4,2 - 7,7
<b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b>	14,2
<b>H/V FONDAMENTALE:</b>	3,8 (a 4,8 Hz)
<b>H/V SECONDARIA:</b>	2,8
<b>NOTE:</b> se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.	





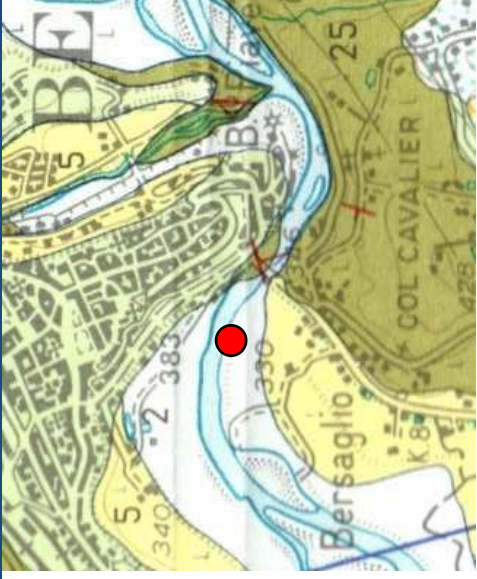
UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH



UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"

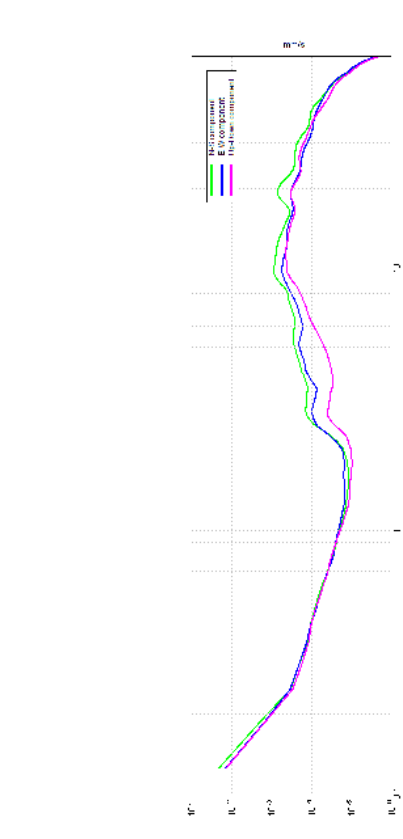


UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA

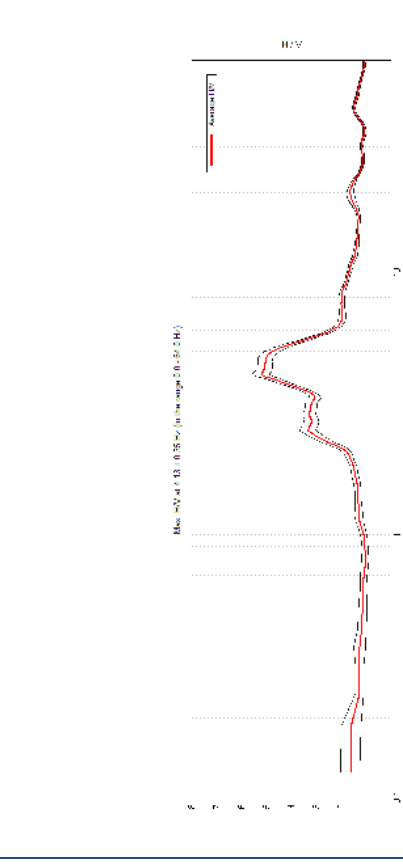


UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA

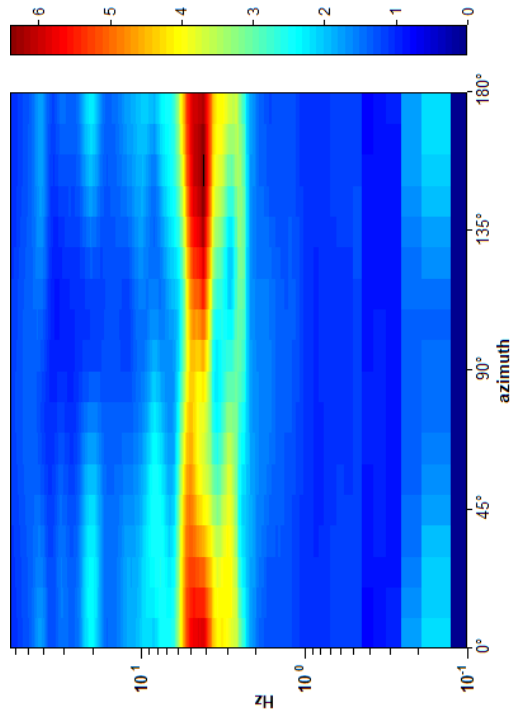
COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33	N 5 112 830.963	E 284 961.295
COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:	N 5 114 115.318	E 1 748 444.952
QUOTA:	328,5 m s.l.m.m.	
DATA MISURA:	19/03/2021	
TIPO INDAGINE:	puntuale	
TECNICO RILEVATORE:	Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten	



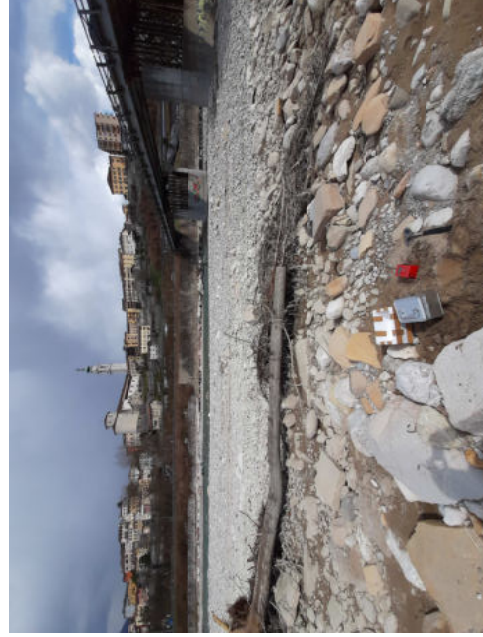
Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova



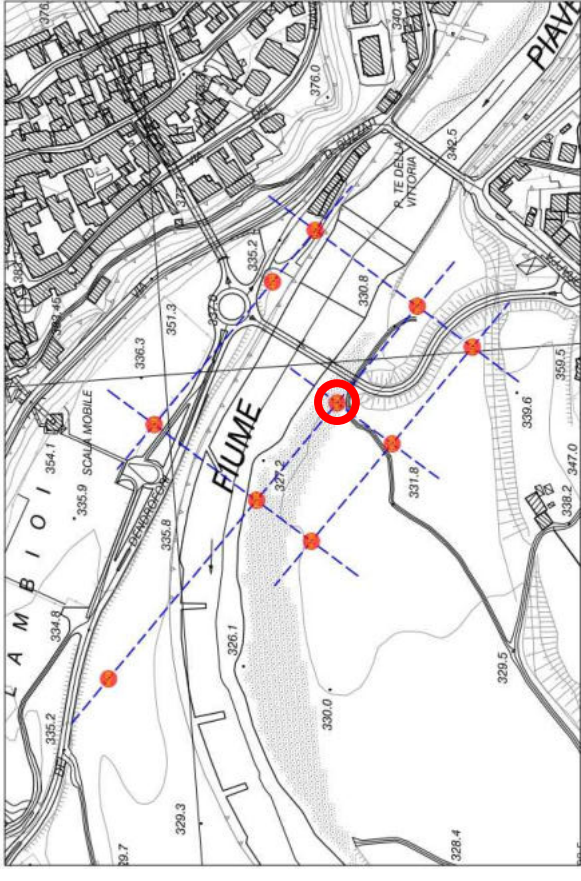
Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova



Andamento direzionale del rapporto H/V



Fotografia del sito di acquisizione

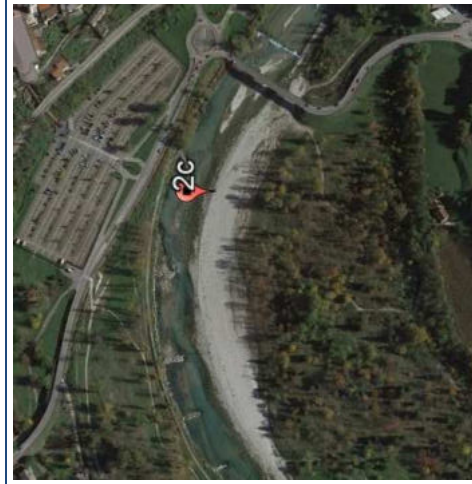


Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)

TOPOGRAFICA:	terreno pianeggiante – sub/pianeggiante		
DESCRIZIONE SITO	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)		
GEOLOGICA:	alveo attivo del f. Piave		
GEOLOGICA:	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E		
FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:	2,4 – 5,7	H/V FONDAMENTALE:	5,1 (a 4,1 Hz)
FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:	-	H/V SECONDARIA:	-

NOTE: se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.

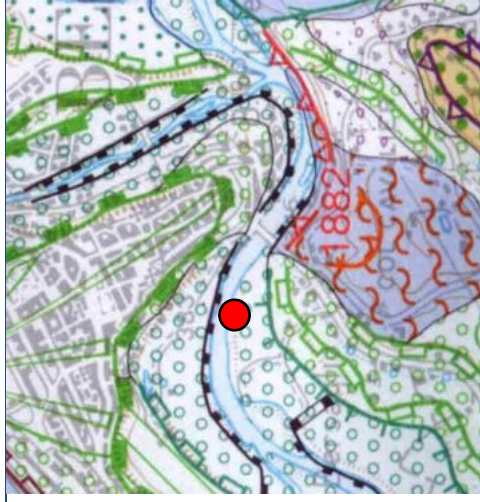




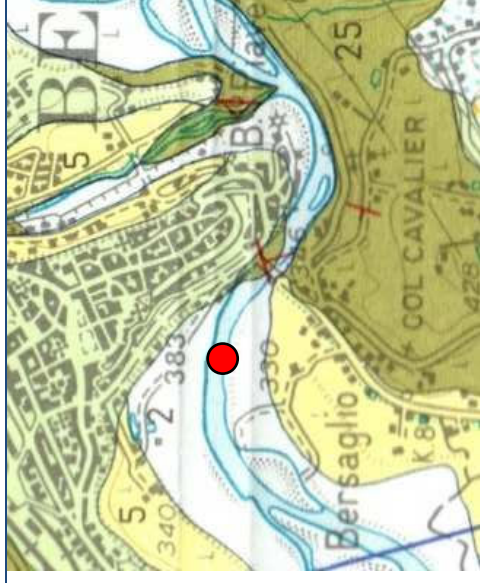
UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH



UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"

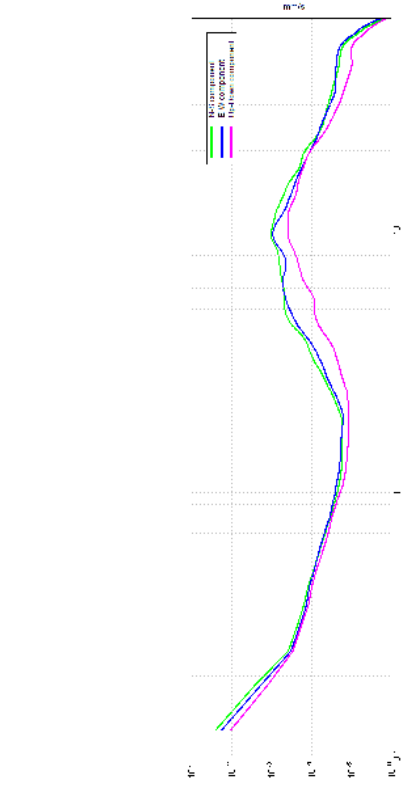


UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA

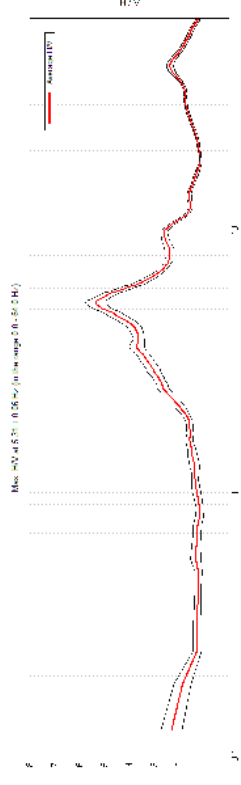


UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA

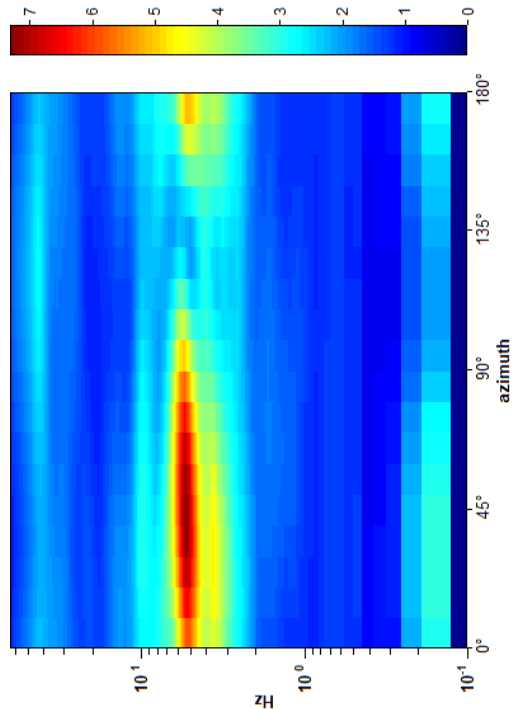
COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33	N 5 112 907.007	E 284 882.475
COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:	N 5 114 185.21	E 1 748 360.60
QUOTA:	327,0 m s.l.m.m.	
DATA MISURA:	19/03/2021	
TIPO INDAGINE:	puntuale	
TECNICO RILEVATORE:	Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten	



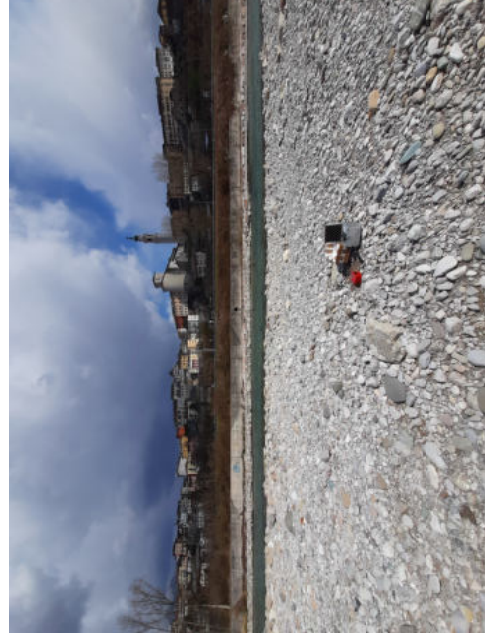
Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova



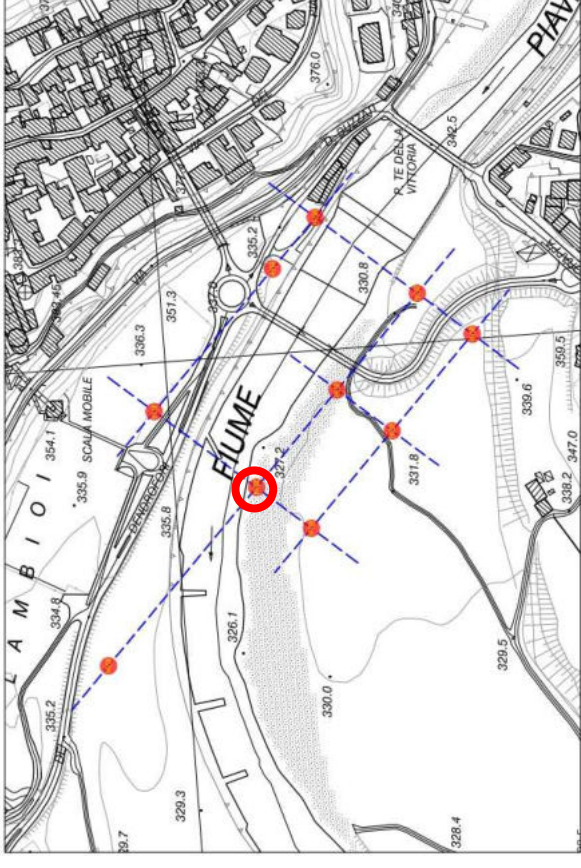
Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova



Andamento direzionale del rapporto H/V



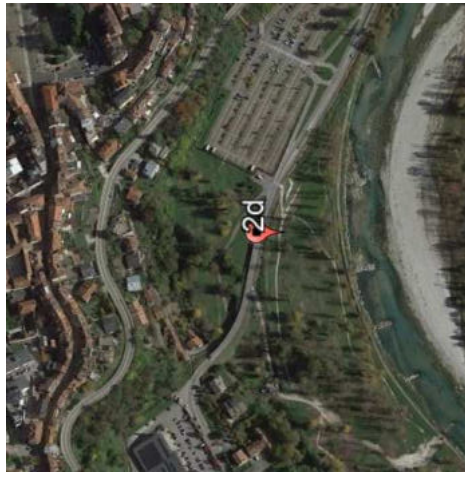
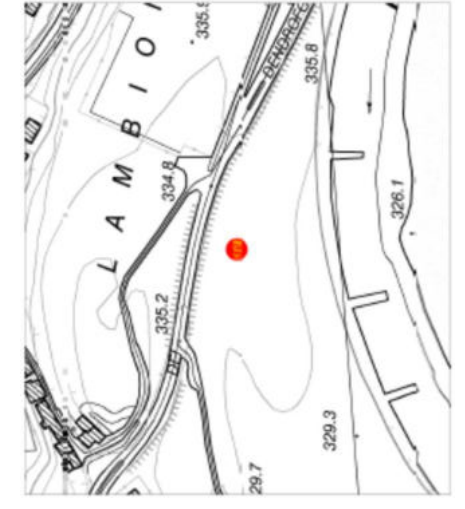
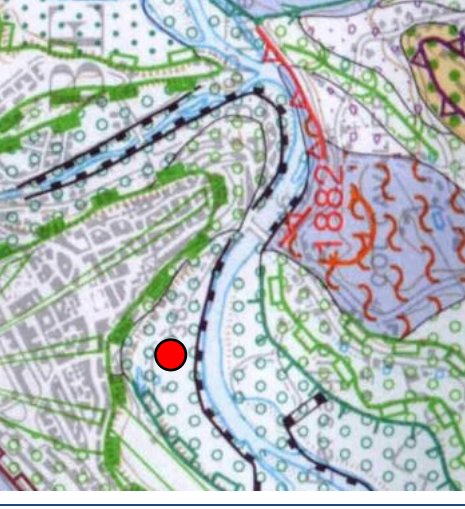
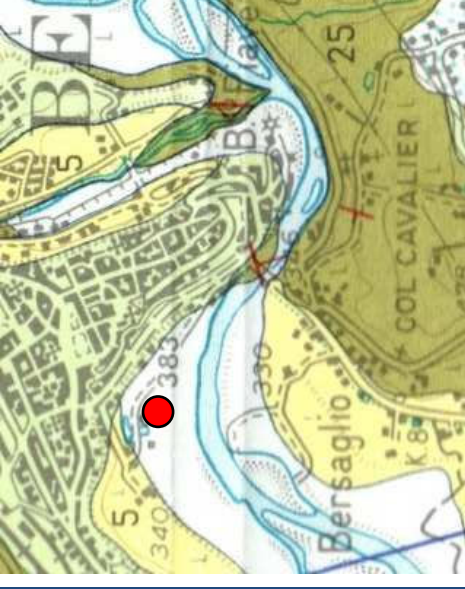
Fotografia del sito di acquisizione

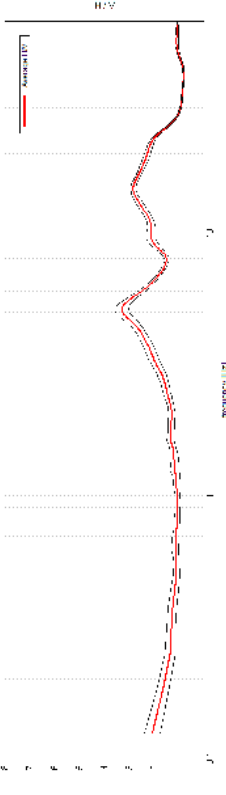
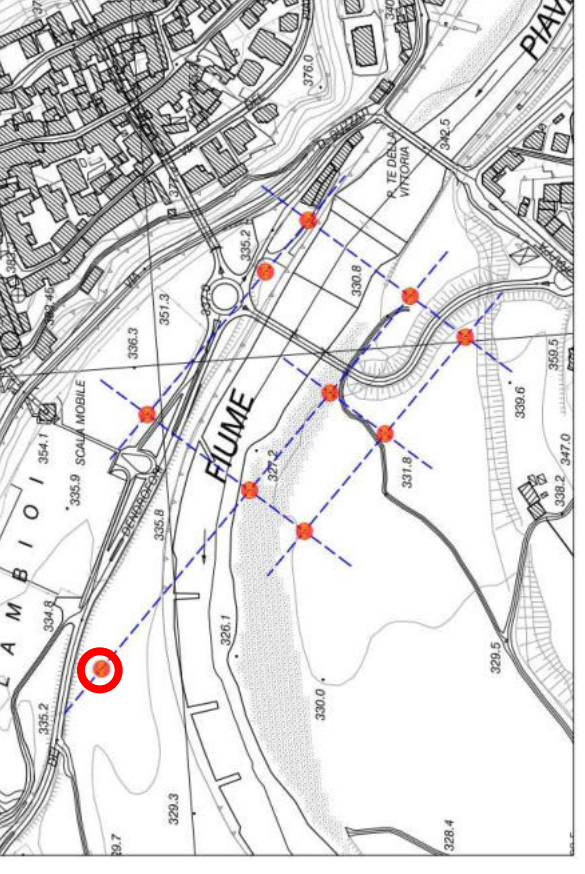


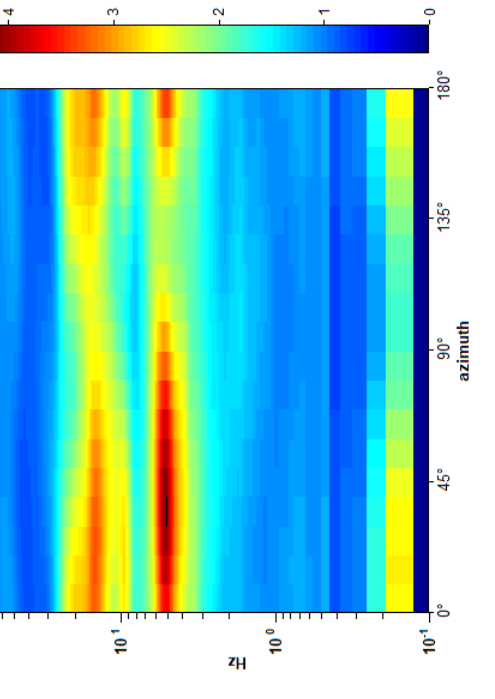

Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)

DESCRIZIONE SITO	TOPOGRAFICA:	terreno pianeggiante – sub/pianeggiante
	GEOLOGICA:	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)
NOTE:	GOMORFOLOGICA:	alveo attivo del f. Piave
	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E	
FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:	2,9 – 6,7	H/V FONDAMENTALE: 5,4 (a 5,3 Hz)
FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:	8,0 – 10,9	H/V SECONDARIA: 2,6 (a 9,8 Hz)
NOTE: se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.		

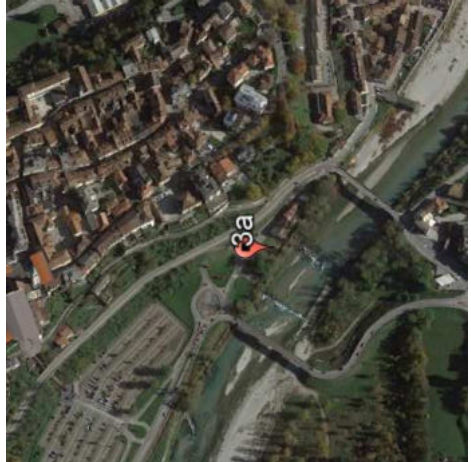

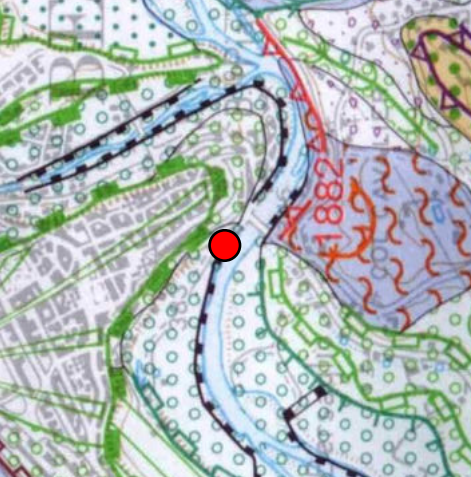
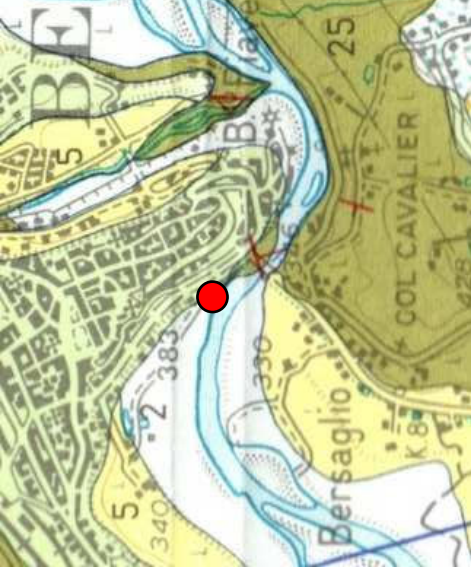


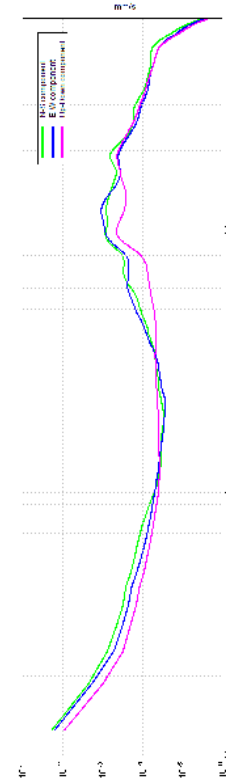
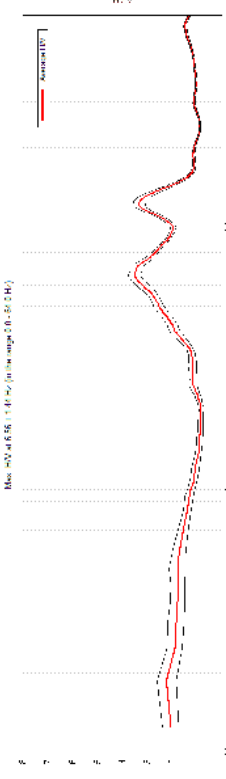
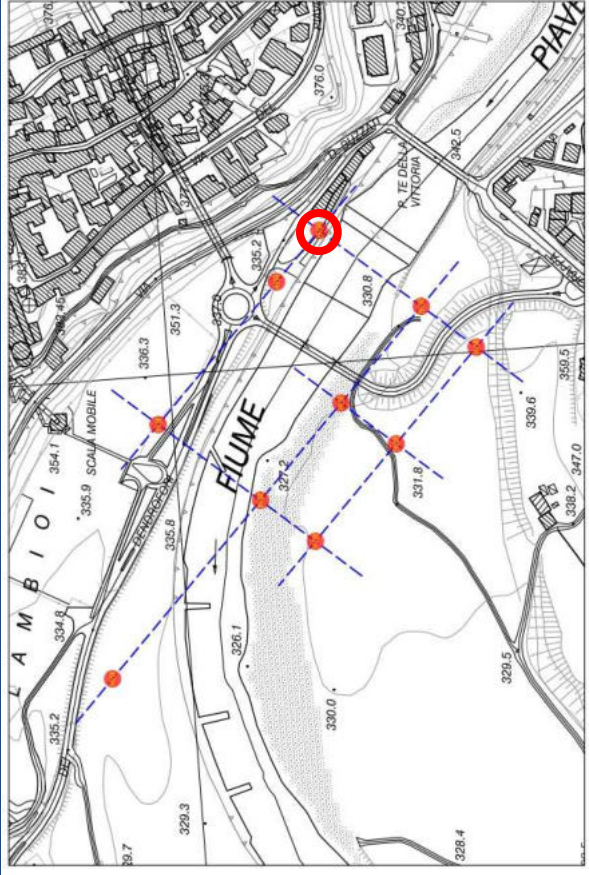
				<p><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></p> <p><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></p> <p><b>QUOTA:</b></p> <p><b>DATA MISURA:</b></p> <p><b>TIPO INDAGINE:</b></p> <p><b>TECNICO RILEVATORE:</b></p>	<p><b>N</b> 5 113 046.78      <b>E</b> 284 737.661</p> <p><b>N</b> 5 114 313.681      <b>E</b> 1 748 205.617</p> <p>332,0 m s.l.m.m.</p> <p>22/03/2021</p> <p>puntuale</p> <p>Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</p>
---	---	---	--	---	---

	
<b>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</b>	<b>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</b>
<b>UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH</b>	<b>UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA</b>
<b>Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)</b>	

	
<b>Andamento direzionale del rapporto H/V</b>	<b>Fotografia del sito di acquisizione</b>
<b>Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova</b>	<b>Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova</b>
<p>terreno pianeggiante – sub/pianeggiante</p> <p>substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)</p> <p>piana alluvionale del f. Piave parzialmente soggetta a rimaneggiamento antropico</p>	<p><b>TOPOGRAFICA:</b></p> <p><b>GEOLOGICA:</b></p> <p><b>GEMORFOLOGICA:</b></p>
<b>DESCRIZIONE SITO</b>	<b>NOTE:</b>
<b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b>	<b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b>
<b>H/V FONDAMENTALE:</b>	<b>H/V SECONDARIA:</b>
<p><b>NOTE:</b> se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.</p>	

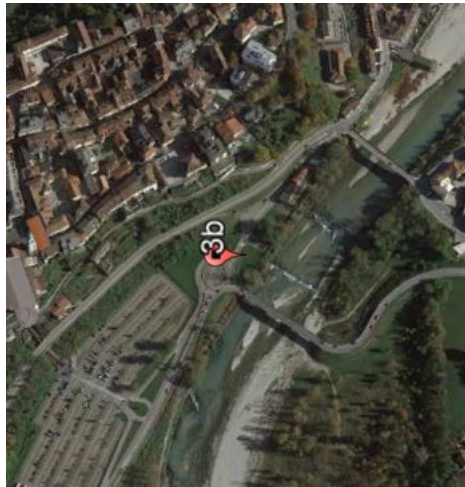





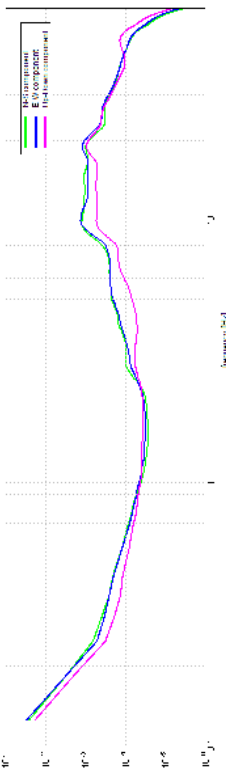
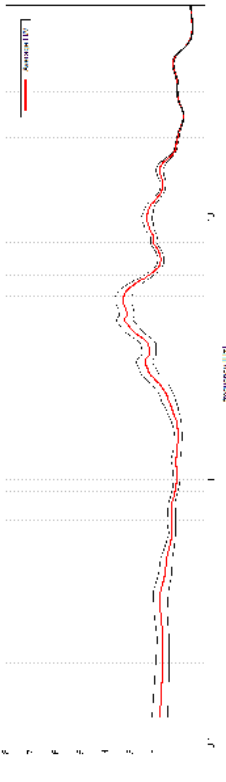
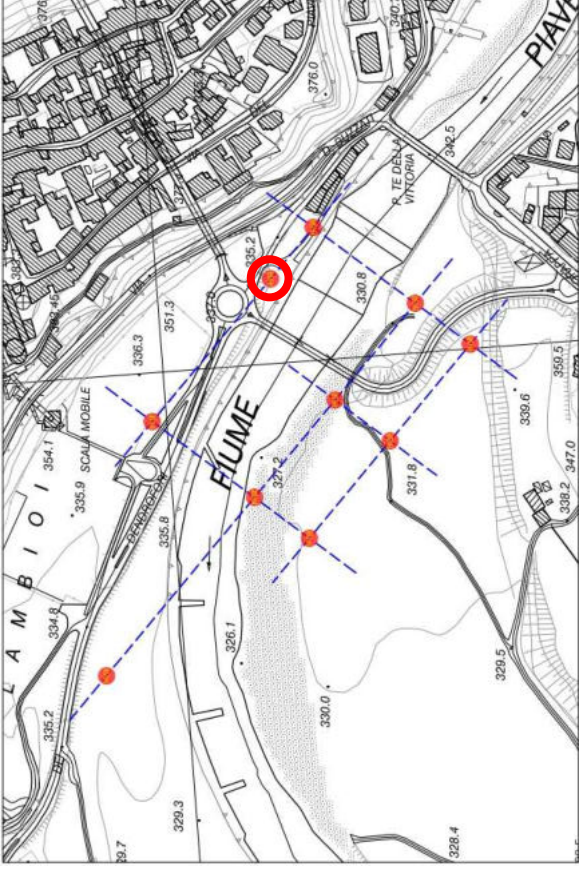
 <p><b>UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH</b></p>	 <p><b>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</b></p>	 <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA</b></p>	 <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</b></p>	<table border="1"> <tr> <td><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></td> <td>N 5 112 838.634</td> <td>E 285 112.019</td> </tr> <tr> <td><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></td> <td>N 5 114 134.34</td> <td>E 1 748 594.699</td> </tr> <tr> <td><b>QUOTA:</b></td> <td colspan="2">333,0 m s.l.m.m.</td> </tr> <tr> <td><b>DATA MISURA:</b></td> <td colspan="2">22/03/2021</td> </tr> <tr> <td><b>TIPO INDAGINE:</b></td> <td colspan="2">puntuale</td> </tr> <tr> <td><b>TECNICO RILEVATORE:</b></td> <td colspan="2">Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</td> </tr> </table>	<b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b>	N 5 112 838.634	E 285 112.019	<b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b>	N 5 114 134.34	E 1 748 594.699	<b>QUOTA:</b>	333,0 m s.l.m.m.		<b>DATA MISURA:</b>	22/03/2021		<b>TIPO INDAGINE:</b>	puntuale		<b>TECNICO RILEVATORE:</b>	Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten	
<b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b>	N 5 112 838.634	E 285 112.019																				
<b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b>	N 5 114 134.34	E 1 748 594.699																				
<b>QUOTA:</b>	333,0 m s.l.m.m.																					
<b>DATA MISURA:</b>	22/03/2021																					
<b>TIPO INDAGINE:</b>	puntuale																					
<b>TECNICO RILEVATORE:</b>	Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten																					

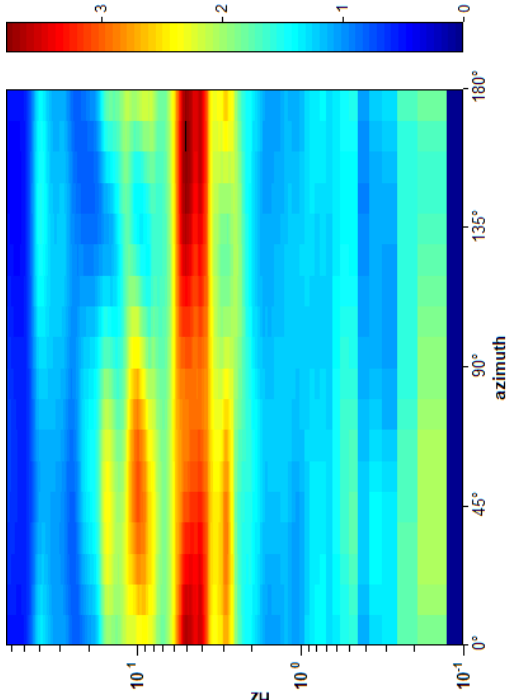

 <p><b>Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova</b></p>	 <p><b>Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova</b></p>	 <p><b>Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)</b></p>
---	---	---

 <p><b>Andamento direzionale del rapporto H/V</b></p>	 <p><b>Fotografia del sito di acquisizione</b></p>	<table border="1"> <tr> <td><b>TOPOGRAFICA:</b></td> <td colspan="2">terreno pianeggiante - sub/pianeggiante</td> </tr> <tr> <td><b>DESCRIZIONE SITO</b></td> <td colspan="2">substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)</td> </tr> <tr> <td><b>GEOLOGICA:</b></td> <td colspan="2">piana alluvionale del f. Piave soggetta a rimaneggiamento e rimodellamento antropico</td> </tr> <tr> <td><b>GEOLOGICA:</b></td> <td colspan="2">Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E</td> </tr> <tr> <td><b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b></td> <td>6,5</td> <td>H/V FONDAMENTALE: 3,5</td> </tr> <tr> <td><b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b></td> <td>12,2</td> <td>H/V SECONDARIA: 3,3</td> </tr> </table> <p><b>NOTE:</b> se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.</p>	<b>TOPOGRAFICA:</b>	terreno pianeggiante - sub/pianeggiante		<b>DESCRIZIONE SITO</b>	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)		<b>GEOLOGICA:</b>	piana alluvionale del f. Piave soggetta a rimaneggiamento e rimodellamento antropico		<b>GEOLOGICA:</b>	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E		<b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b>	6,5	H/V FONDAMENTALE: 3,5	<b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b>	12,2	H/V SECONDARIA: 3,3
<b>TOPOGRAFICA:</b>	terreno pianeggiante - sub/pianeggiante																			
<b>DESCRIZIONE SITO</b>	substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)																			
<b>GEOLOGICA:</b>	piana alluvionale del f. Piave soggetta a rimaneggiamento e rimodellamento antropico																			
<b>GEOLOGICA:</b>	Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E																			
<b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b>	6,5	H/V FONDAMENTALE: 3,5																		
<b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b>	12,2	H/V SECONDARIA: 3,3																		

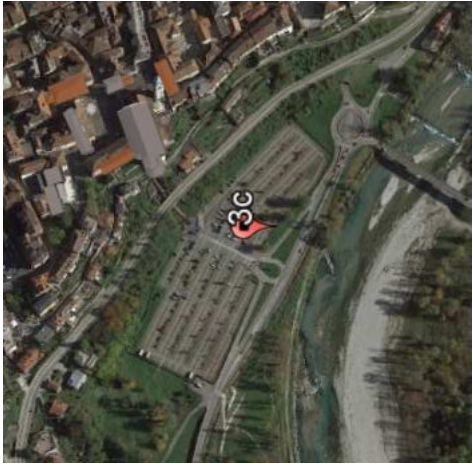
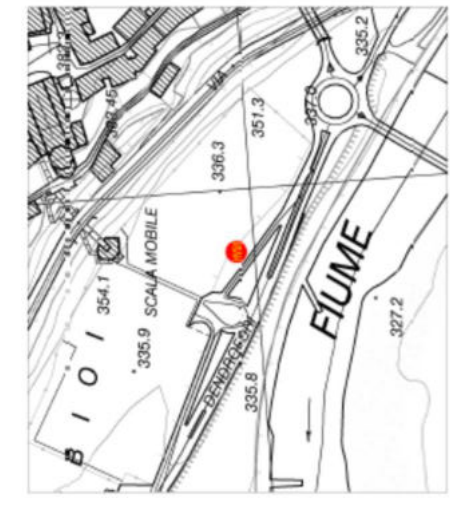
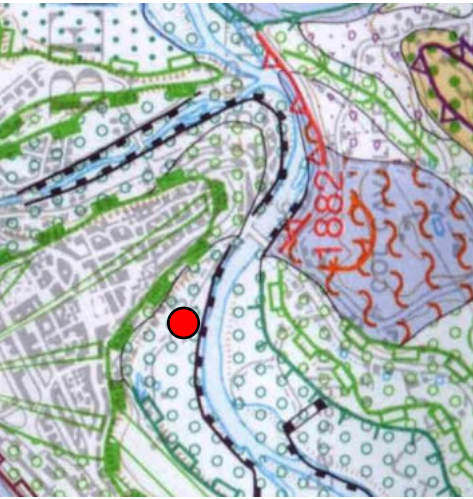
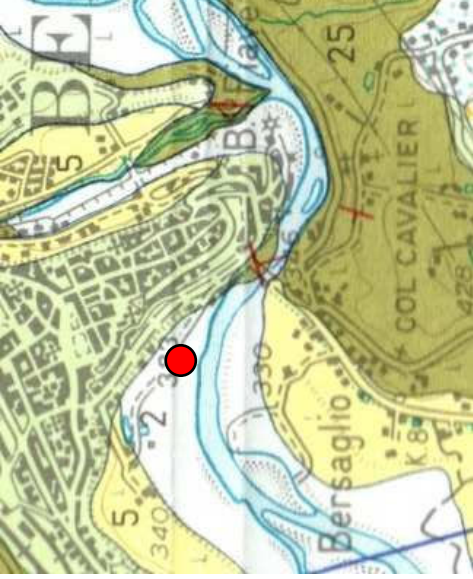


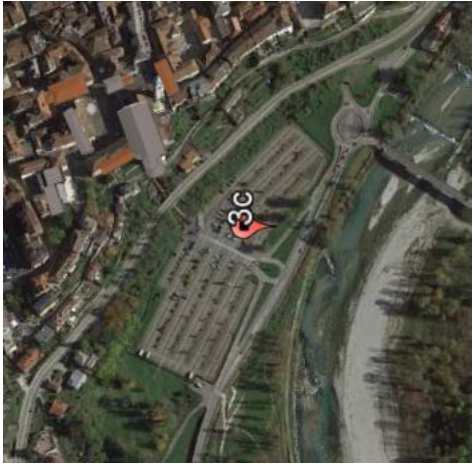
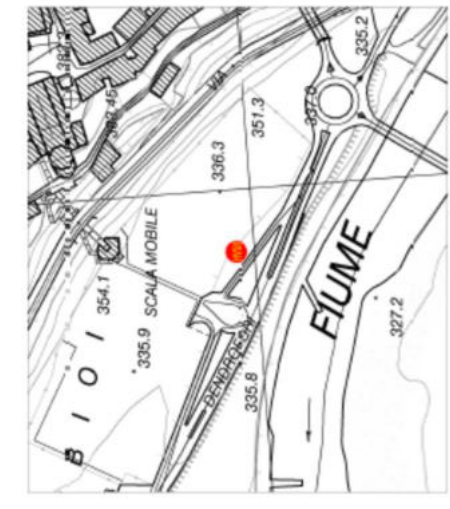
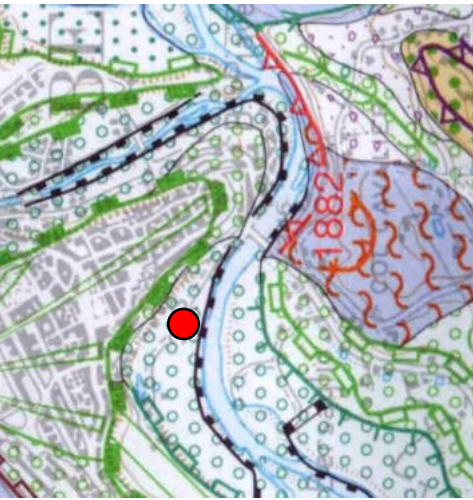
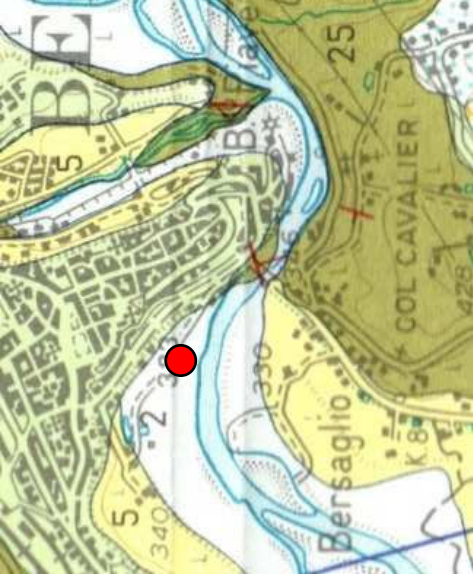
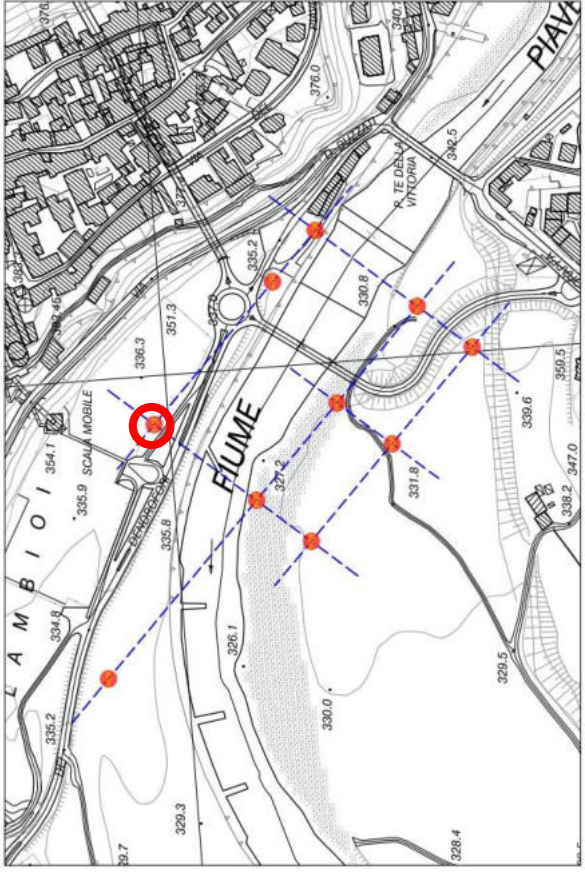
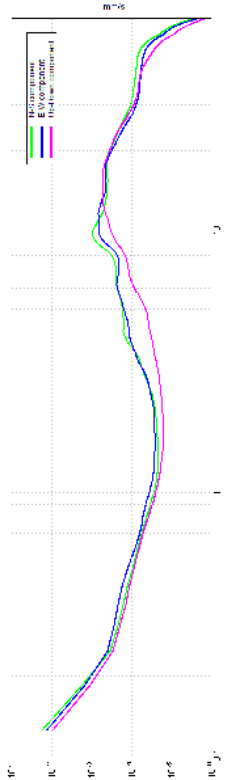
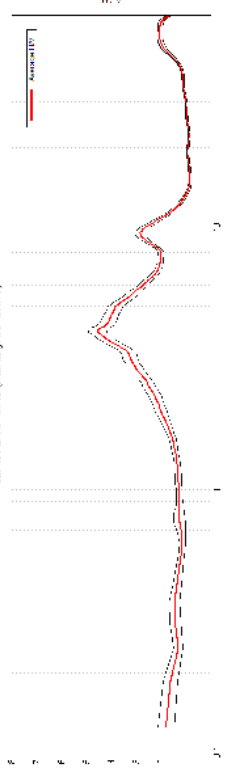
				<p><b>COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33</b></p> <p><b>COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W:</b></p> <p><b>QUOTA:</b></p> <p><b>DATA MISURA:</b></p> <p><b>TIPO INDAGINE:</b></p> <p><b>TECNICO RILEVATORE:</b></p>	<p><b>N</b> 5 112 878.856      <b>E</b> 285 070.339</p> <p><b>N</b> 5 114 171.316      <b>E</b> 1 748 550.093</p> <p>335,0 m s.l.m.m.</p> <p>22/03/2021</p> <p>puntuale</p> <p>Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten</p>
---	---	---	--	---	--

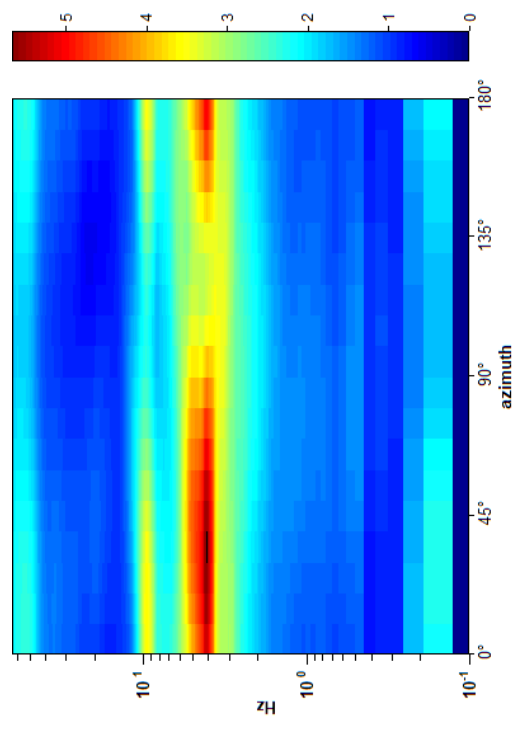

			<p><b>UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH</b></p> <p><b>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</b></p> <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA</b></p> <p><b>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</b></p> <p><b>Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)</b></p>
--	--	---	---

<p><b>Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova</b></p>  <p><b>Andamento direzionale del rapporto H/V</b></p>	<p><b>Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova</b></p>  <p><b>Fotografia del sito di acquisizione</b></p>	<p><b>TOPOGRAFICA:</b></p> <p>terreno pianeggiante - sub/pianeggiante</p>	<p><b>DESCRIZIONE SITO</b></p> <p><b>GEOLOGICA:</b></p> <p>substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)</p>	<p><b>GOMORFOLOGICA:</b></p> <p>piana alluvionale del f. Piave soggetta a rimaneggiamento e rimodellamento antropico</p>	<p><b>NOTE:</b></p> <p>Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E</p>	<p><b>FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE:</b></p> <p>3,7 - 5,4</p> <p><b>H/V FONDAMENTALE:</b></p> <p>3,3 (a 5,0 Hz)</p>
					<p><b>FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA:</b></p> <p>8,0 - 11,5</p> <p><b>H/V SECONDARIA:</b></p> <p>2,4 (a 9,8 Hz)</p>	<p><b>NOTE:</b> se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.</p>



				COORDINATE UTM/ETRF89 FUSO 33 N 5 112 990.565 E 284 954.585
				COORDINATE GAUSS-BOAGA FUSO W: N 5 114 273.991 E 1 748 426.211
				QUOTA: 337,0 m s.l.m.m.
				DATA MISURA: 22/03/2021
				TIPO INDAGINE: puntuale
				TECNICO RILEVATORE: Per. Ind. Geotecnico Minerario Tiziano Matten

 <p>UBICAZIONE SU GOOGLE EARTH</p>	 <p>UBICAZIONE SU CTR N. 063071 "Belluno"</p>	 <p>UBICAZIONE SU CARTA GEOMORFOLOGICA</p>	 <p>UBICAZIONE SU CARTA GEOLOGICA</p>	 <p>Ubicazione misura su reticolo allineamenti HVSR (base C.T.R.N.)</p>
 <p>Andamento delle componenti delle velocità (x,y,z) in funzione della frequenza nel punto di prova</p>	 <p>Rapporto spettrale H/V registrato nel punto di prova</p>			

 <p>Andamento direzionale del rapporto H/V</p>	 <p>Fotografia del sito di acquisizione</p>	TOPOGRAFICA: terreno pianeggiante - sub/pianeggiante	DESCRIZIONE SITO substrato roccioso in Flysch di Belluno (25 della carta geologica)	GEOMORFOLOGICA: piana alluvionale del f. Piave soggetta a rimaneggiamento e rimodellamento antropico
NOTE: Tromometro orientato con asse N-S in direzione N50E				
FREQUENZA DI RISONANZA FONDAMENTALE: 4,0	FREQUENZA DI RISONANZA SECONDARIA: 9,4	H/V FONDAMENTALE: 4,6		
NOTE: se le frequenze di risonanza sono indicate come range di valori significa che non si è in presenza di una forma a "picco" ma di una forma a "plateau"; il corrispondente H/V indicato è il valore max relativo al plateau in oggetto.				





REGIONE DEL VENETO



## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

# ALLEGATO 4

## Relazione indagini sismiche attive (Indagine sismica a rifrazione - Down Hole)

**Committente**

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores

Madrid - ESPAÑA



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)

**SOGGETTI REALIZZATORI**

Dott. Geol. Danilo BELLI

Per. Ind. Geotecnico-Minerario  
Tiziano MATTEN

Dott. Arch. Francesca PIVETTA

**Data:** APRILE 2021

**Versione:** V.01/2021





Via Muro, 16 – 35030 Baone (PD) – info@geodelta.it – Cell 347.8631217

**RELAZIONE TECNICA GEOFISICA**  
**INDAGINE SISMICA A RIFRAZIONE E DOWN-HOLE**  
**PER LA DETERMINAZIONE DELLA SISMOSTRATIGRAFIA IN ONDE P E ONDE S.**  
**CANTIERE: PROGETTAZIONE NUOVO PONTE SUL PIAVE**  
**BELLUNO (BL)**

Dott. Geol. Pier Giorgio Spadon

Baone, Aprile 2021



Committente:

Geol. Danilo Belli  
Cesiomaggiore (BL)

## Indice

1 Premessa .....	3
2 Cenni sulle tecniche geofisiche utilizzate: Rifrazione - Down-Hole .....	3
3 Lavoro di campagna .....	6
4 Interpretazione geofisica sismica Down-Hole per le onde Vp-Vs .....	8
5 Interpretazione geofisica sismica attiva a Rifrazione in onde P e S .....	15
6 Conclusioni .....	38
7 Documentazione Fotografica .....	39



## 1 Premessa

Lo scrivente, su incarico dello studio geologico sopra citato, ha eseguito uno studio geofisico atto alla definizione delle caratteristiche sismo-stratigrafiche dei terreni per il progetto del nuovo ponte sul Fiume Piave nel comune di Belluno (BL).

Lo studio ha come scopo l'elaborazione di un modello geofisico per il corpo investigato, con la ricostruzione di un profilo Vs 30 conforme al **D.M. 11/03/88** riguardante le indagini sui terreni, **Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003** "Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica", la norma **UNI-ENV 1997-1 (Eurocodice 7)** riguardante la progettazione geotecnica e **NTC 2008 e 2018** testi unici sulle costruzioni.

## 2 Cenni sulle tecniche geofisiche utilizzate: Rifrazione - Down-Hole

Questi metodi di esplorazione geofisica consistono nella determinazione delle velocità sismiche dei vari strati del sottosuolo, caratterizzati da diverse caratteristiche fisico - meccaniche.

### Sismica Attiva Rifrazione:

Alla determinazione di tali velocità si risale mediante la misura dei tempi necessari ad un impulso sismico (a prevalente deformazione di volume, cioè onda di compressione) per percorrere lo spazio che separa il punto di origine dai vari punti di posizionamento dei sensori. La propagazione dell'onda sismica di volume avviene seguendo le leggi della fisica fondamentale ed in particolare le leggi della Rifrazione e della Riflessione. Questo fenomeno si verifica – come evidente in fig. 1 per la rifrazione allorquando un'onda attraversa una discontinuità tra materiali caratterizzati da diverse velocità di propagazione.

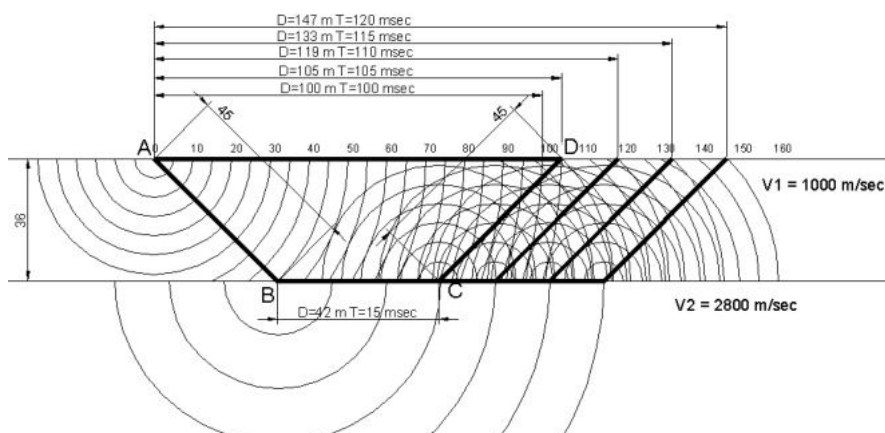


Fig. 1 - Propagazione dei fronti d'onda in un semispazio a due strati.

Si può dimostrare, infatti, che un'onda sismica generata nel punto A si propaga come onde di compressione (e decompressione) in tutte le direzioni con velocità dipendenti dalle caratteristiche di compattezza ed elasticità del mezzo che attraversa. Tralasciando gli aspetti propriamente matematici della teoria della propagazione delle onde, si può dire che se tale onda attraversa un mezzo omogeneo e isotropo i fronti d'onda sono superfici sferiche in quanto l'impulso di compressione che eccita un elemento infinitesimo del sottosuolo, fa sì che questo elemento diventi a sua volta punto sorgente di vibrazione.

Se la velocità è costante ( $V$ ), tutti gli elementi infinitesimi che si trovano ad una distanza  $X$  dal punto sorgente iniziale (A) riceveranno la sollecitazione nello stesso istante ( $T = X/V$ ) e daranno luogo ad altri infiniti fronti d'onda infinitesimi.

L'involuppo di questi nuovi fronti d'onda darà, ad un tempo  $T_1$  ( $T_1 = T + \Delta T$ ), un nuovo fronte d'onda ad una distanza  $X_1 = X + \Delta X$  dove  $\Delta X = V \cdot \Delta T$ . Nella Figura 2 è stata disegnata la posizione di un ipotetico fronte d'onda in istanti successivi (distanziati di 5 millesimi di secondo – msec - che si propaga in un mezzo con velocità costante di 1.000 metri al secondo – m/s-, pertanto la loro distanza  $\Delta X = 1.000 \text{ (m/s)} \cdot 0.005 \text{ (sec)} = 5 \text{ m}$ .

Quando il fronte d'onda raggiunge la discontinuità con un mezzo a velocità diversa nello stesso intervallo di tempo i nuovi fronti d'onda avanzano di una quantità diversa.

Gli elementi infinitesimi che si trovano immediatamente al di sotto della discontinuità, pertanto, daranno luogo a nuovi fronti d'onda che, propagandosi in tutte le direzioni, quindi anche verso l'alto, ecciteranno altri elementi infinitesimi del primo strato in un istante precedente alla eccitazione proveniente dagli elementi appartenenti al primo strato stesso. Quindi, lungo la discontinuità la velocità di propagazione dell'onda sarà quella del mezzo più veloce, cioè del secondo strato in questo caso.

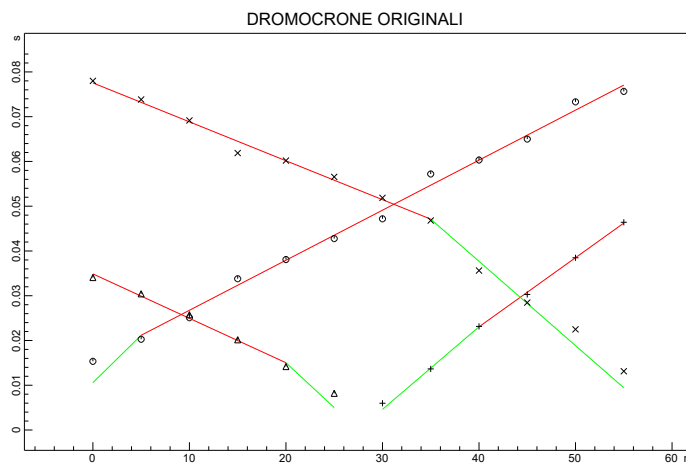


Fig. 2 – Dromocrona



Quindi se si costruisce il diagramma dello Spazio Percorso (*Dromos*) in funzione del Tempo di transito (*Cronos*), la linea che unisce i punti sperimentali (Dromocrona, vedi Fig.2), sarà una linea spezzata caratterizzata da pendenze legate a velocità dei vari strati. Esempio di acquisizione sismica a rifrazione:

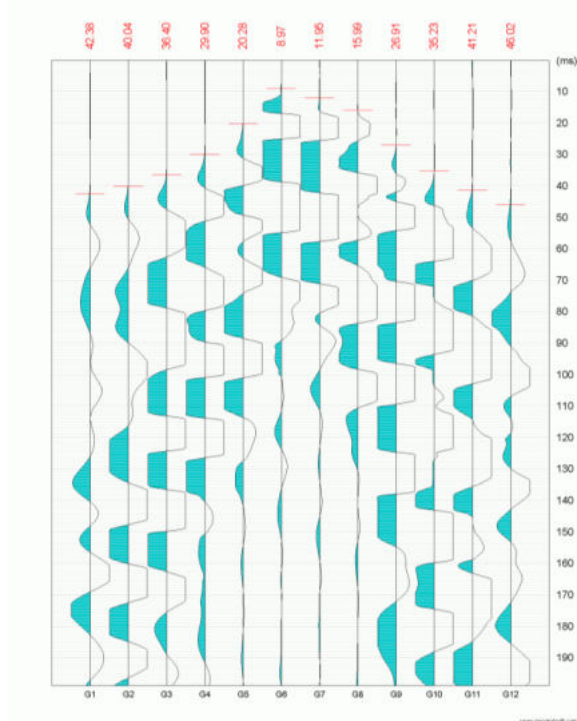


Fig. 3 - Esempio di Sismogramma.

Nella prospezione sismica a rifrazione, quindi, si sfrutta la diversa velocità di propagazione delle onde longitudinali (onde P o "di compressione") o trasversali (onde SH o "di taglio") per determinare spessori ed andamento dei livelli presenti.

### Down - Hole:

Il metodo sismico del down-hole (DH), invece, si riferisce alla misurazione del tempo di percorrenza delle onde P e S nel tragitto tra la sorgente sismica, in superficie (Figura 4), e i ricevitori, posti all'interno del foro di sondaggio opportunamente predisposto.

Il Down-Hole viene eseguito inserendo nel foro di sondaggio, allestito opportunamente, il geofono 3D, e ad intervalli prestabiliti dal basso verso l'alto o viceversa e nel nostro caso ogni metro, vengono generate con una sorgente artificiale le seguenti onde:

- Onde P con una sorgente verticale;
- Onde SH mediante la tecnica dell'inversione di fase che consiste nel colpire lateralmente e nei due sensi la piastra (una trave di legno ortogonale al foro e aderente al terreno, grazie al peso di un automezzo che la sovrasta).



Fig. 4 - Sistema di energizzazione DH per onde S.

L'equipaggiamento strumentale per entrambe le indagini effettuate in situ è costituito da:

- Una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche SH e onde P, ricche di energia e direzionabili, in questo sito sono state utilizzate sorgenti differenti per ciascun tipo di indagine sismica;
- Un geofono 3D con una risposta in frequenza di 14 Hz, dotato di ancoraggio pneumatico al foro di sondaggio.

### 3 Lavoro di campagna

Le misure di campagna sono state eseguite nel mese di Marzo 2021.

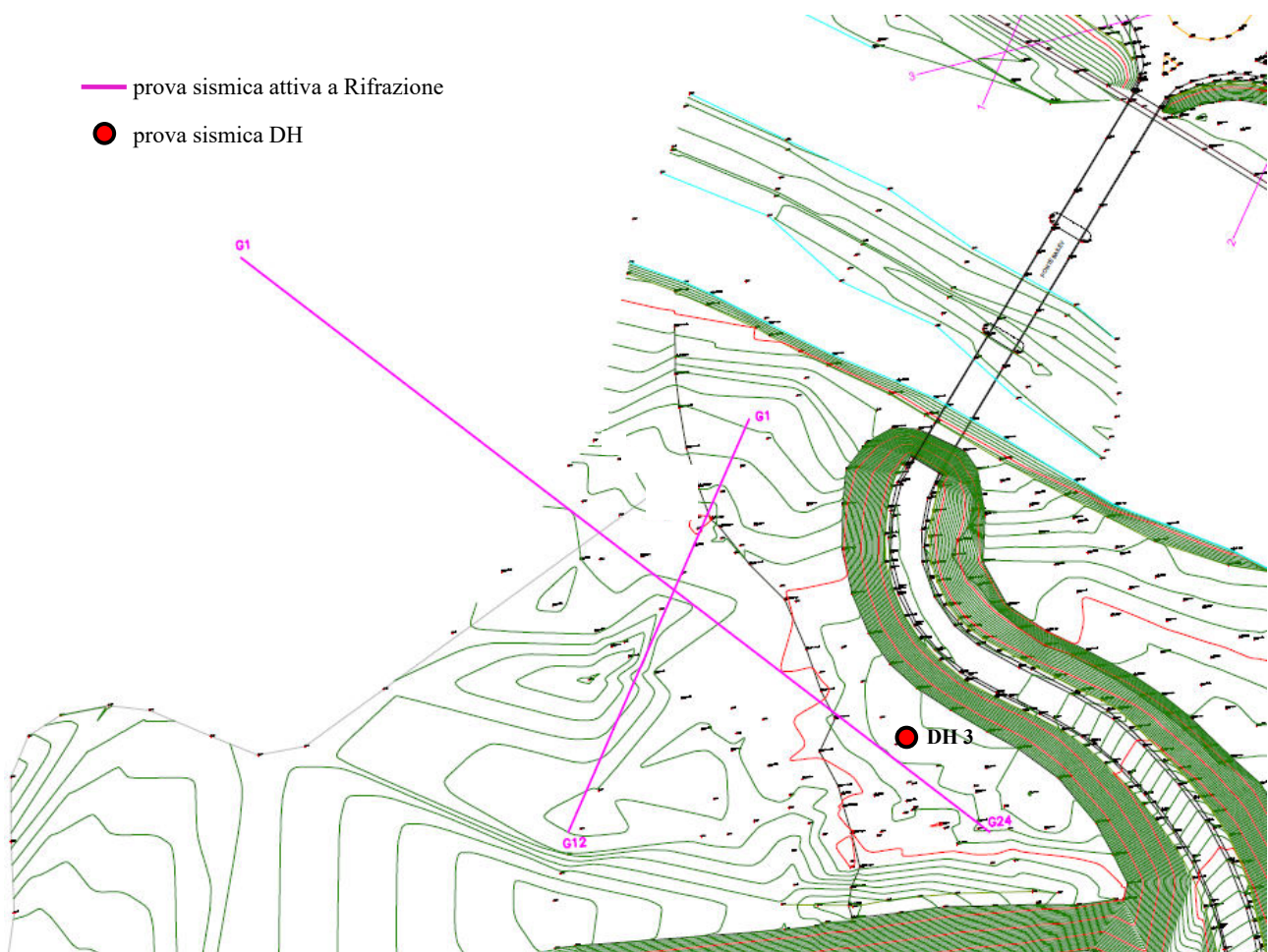
Sono state eseguite tali indagini: **n. 2** sismiche attive a **RIFRAZIONE** con elaborazione Tomografica in onde P e S e **n. 1 DH** in onde P e S (vedi Allegato 1).

Nel caso del Down-Hole (DH), è stato spinto sino alla profondità massima di 35 metri p.c. per un totale di 105 acquisizioni a foro (35 acquisizioni onde P, 35 geofono SHx e 35 geofono SHy). La tecnica ha previsto una acquisizione ogni metro con tiri (scoppi) a 3.0 metri dal foro.

*Strumentazione utilizzata nelle indagini sismiche:*

- **Sismografo utilizzato:** sismografo digitale ECHO 24-48 2010 della AMBROGEO srl caratterizzato da 24-48 canali di acquisizione digitale con dinamica a 24 bit e campionamento del segnale ad intervalli compresi tra 64-956 millisecondi e filtro analogico Low Pass a 50 Hz.

- 24 geofoni verticali ed orizzontali con frequenza 12 Hz (Hueihai Sunfull).
- 1 cavo di collegamento per geofoni 24 take-out con passo intergeofonico 10 metri.
- 1 geofono 3D con  $V_p1$ ,  $V_Sx$  e  $V_Sy$  con frequenza propria 14 Hz.
- 1 massa battente del peso di 8 kg con linea trigger (dispositivo hammer-switch).
- 1 massa battente con pendolo del peso di 15 kg per energizzazione in onde SH, con linea trigger (dispositivo hammer-switch), che consiste nel colpire lateralmente una piastra (nella fattispecie, una trave di legno posta ortogonale al profilo sismico).
- 1 cannoncino (fucile) sismico della AMBROGEO srl con cartucce "a salve", per energizzazioni ricche di energia e direzionabili, ove è richiesta massima profondità di indagine e soprattutto in stendimenti di lunghezza considerevole.



**Allegato 1:** Ubicazione indagini geofisiche.

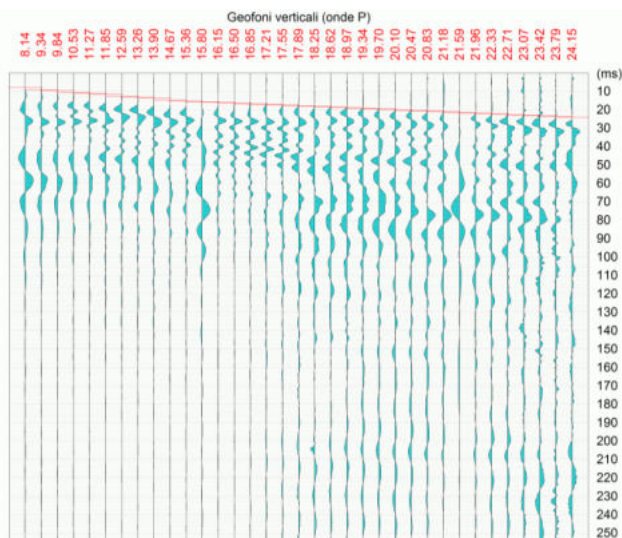


#### 4 Interpretazione geofisica sismica Down-Hole per le onde Vp-Vs

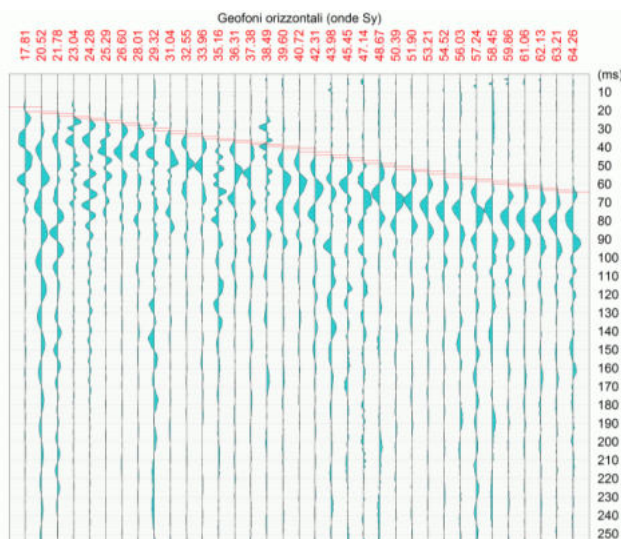
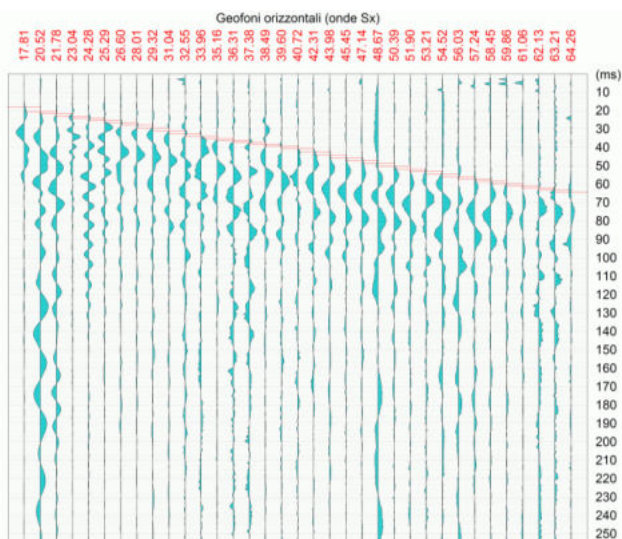
L'analisi dei dati sismici per il **DH** è stata eseguita con le seguenti metodologie:

1. Il metodo a velocità intervallari che consiste nel diagrammare le velocità di ciascun metro in funzione della profondità z. Dopo aver verificato l'andamento dei tempi in funzione della profondità, si sono diagrammate le velocità sia in modalità puntuale che intervallari, le quali tengono conto dei tempi di tragitto dell'onda sismica misurati fra i ricevitori.

L'elaborazione ha previsto un picking delle onde P e S, come da immagini allegate qui.



Picking onde P



Picking onde Sx e Sy



Interpretazione DH 3 con metodo a velocità intervallari e  $V_s$  EQ

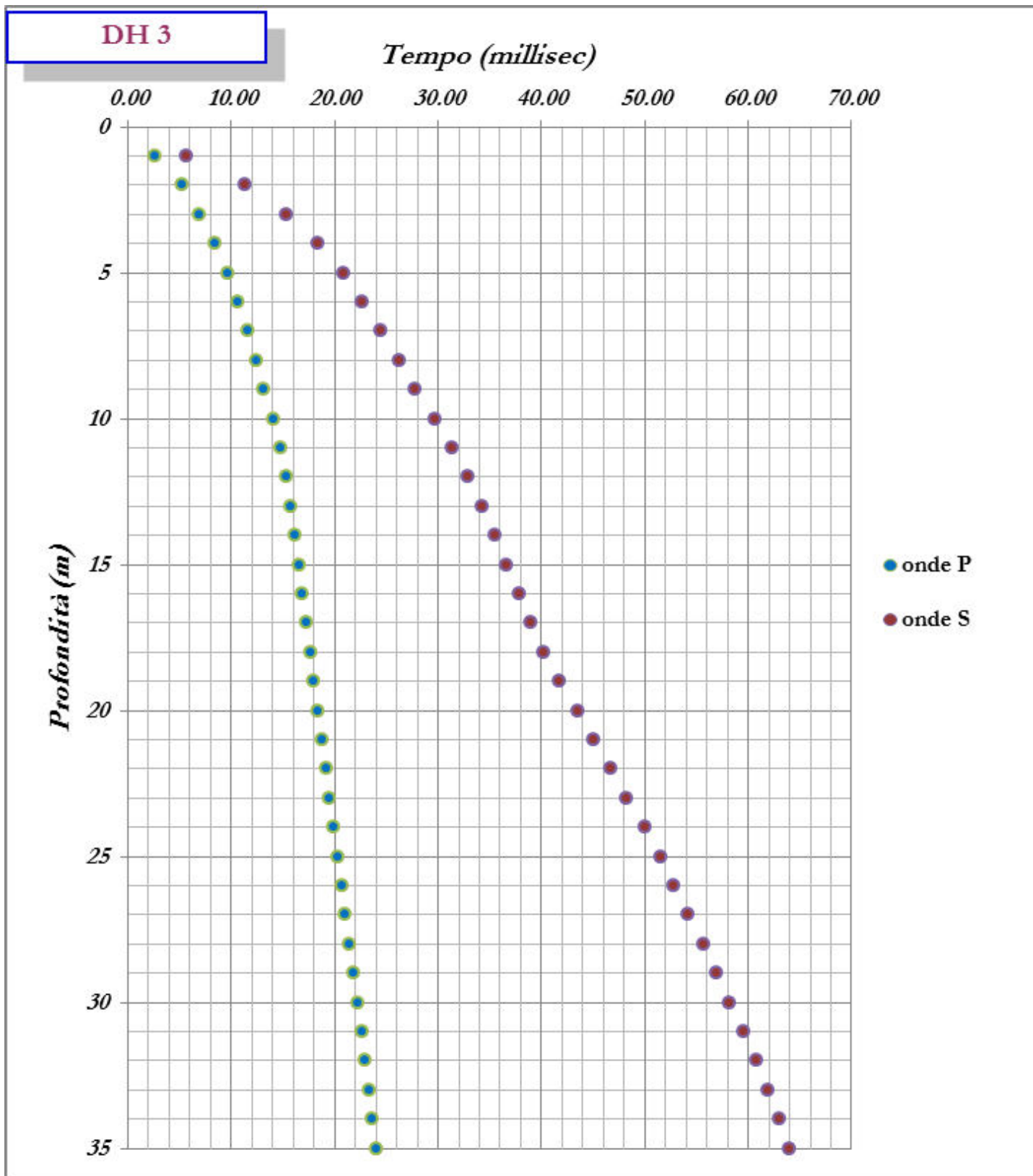


Fig. 1: Andamento “tempi-profondità” metro per metro (Dromocrone).

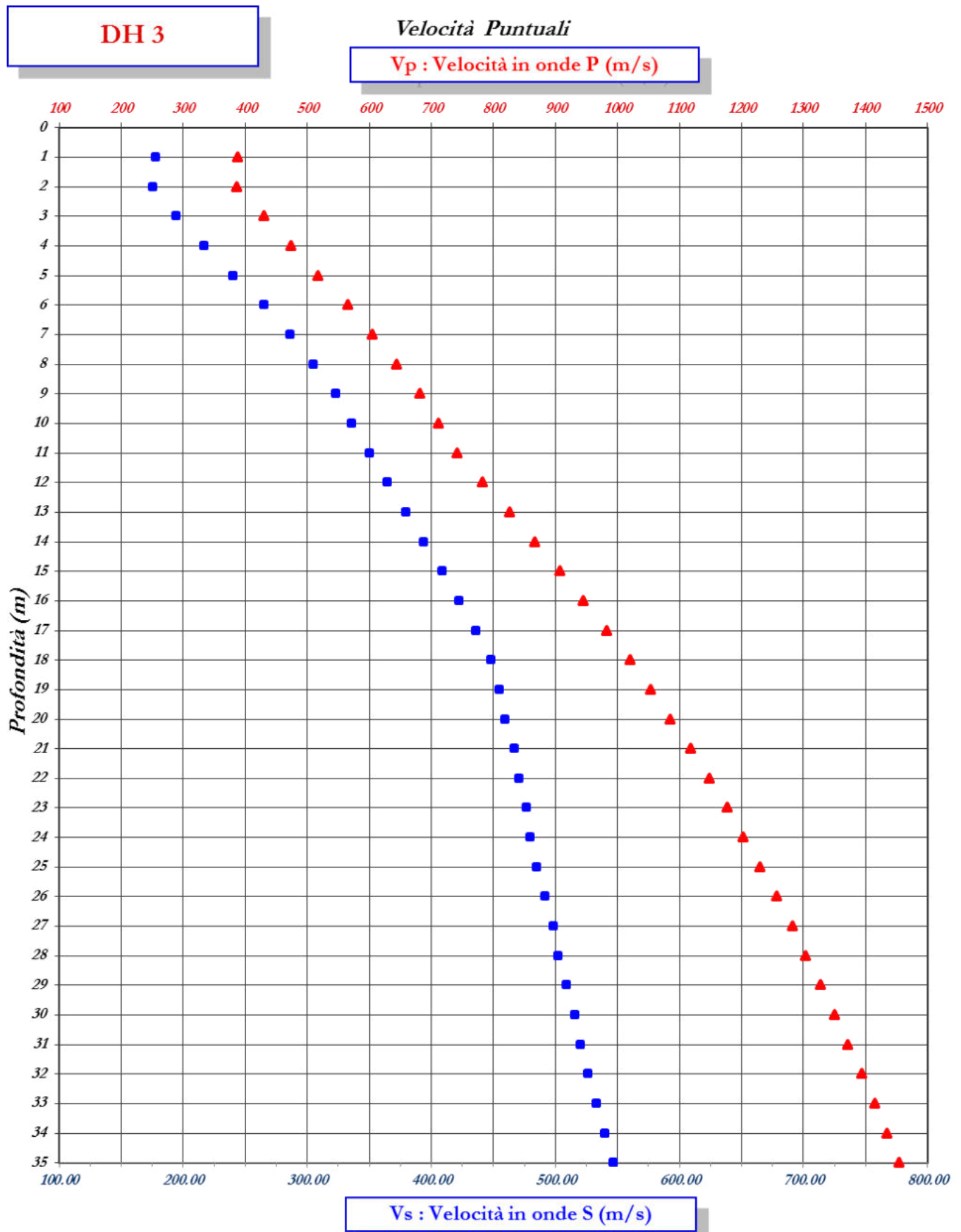


Fig. 2: Andamento delle Vp e Vs, rappresentanti le velocità puntuali metro per metro.



**DH 3**

*Velocità Intervallari*

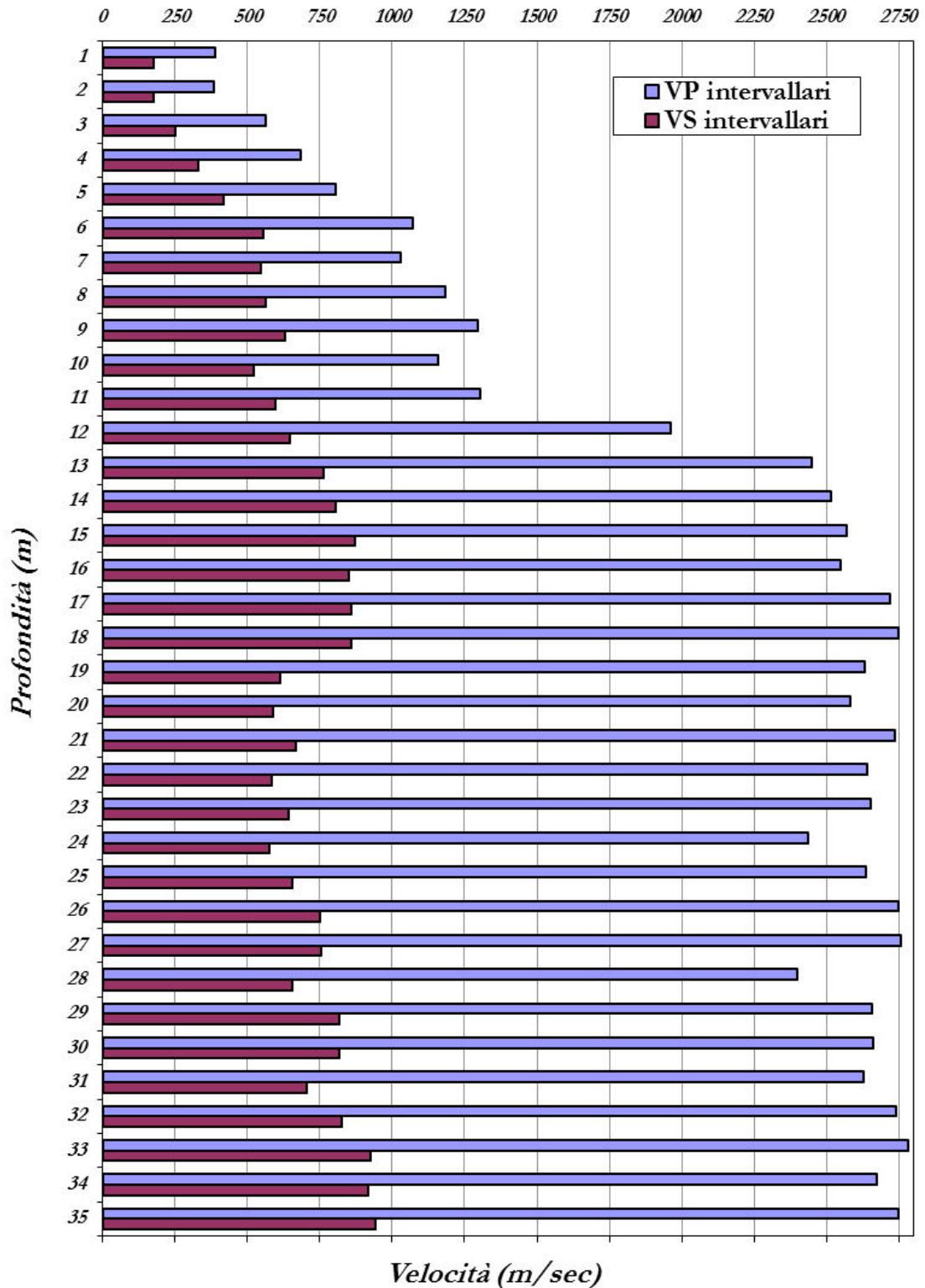


Fig. 3: Andamento delle Vp e Vs, rappresentanti le velocità intervallari metro per metro.



**ANALISI SISMICA: ELABORAZIONE PRIMI ARRIVI**  
**DISTANZA DELLO SPARO DA BOCCA FORO = 3.00 [m]**

N° Geof.	Profondità [m]	Onde P [ms]	Onde S (X) [ms]	Onde S (Y) [ms]	Onde P (corretti)[ms]	Onde S (X) (corretti)[ms]	Onde S (Y) (corretti)[ms]
1	1.00	8.14	17.81	17.81	2.57	5.63	5.63
2	2.00	9.34	20.52	20.52	5.18	11.38	11.38
3	3.00	9.84	21.78	21.78	6.96	15.40	15.40
4	4.00	10.53	23.04	23.04	8.42	18.43	18.43
5	5.00	11.27	24.28	24.28	9.66	20.82	20.82
6	6.00	11.85	25.29	25.29	10.60	22.62	22.62
7	7.00	12.59	26.60	26.60	11.57	24.45	24.45
8	8.00	13.26	28.01	28.01	12.42	26.23	26.23
9	9.00	13.90	29.32	29.32	13.19	27.82	27.82
10	10.00	14.67	31.04	31.04	14.05	29.73	29.73
11	11.00	15.36	32.55	32.55	14.82	31.40	31.40
12	12.00	15.80	33.96	33.96	15.33	32.95	32.95
13	13.00	16.15	35.16	35.16	15.74	34.26	34.26
14	14.00	16.50	36.31	36.31	16.13	35.50	35.50
15	15.00	16.85	37.38	37.38	16.52	36.65	36.65
16	16.00	17.21	38.49	38.49	16.92	37.83	37.83
17	17.00	17.55	39.60	39.60	17.28	39.00	39.00
18	18.00	17.89	40.72	40.72	17.65	40.17	40.17
19	19.00	18.25	42.31	42.31	18.03	41.79	41.79
20	20.00	18.62	43.98	43.98	18.41	43.49	43.49
21	21.00	18.97	45.45	45.45	18.78	44.99	44.99
22	22.00	19.34	47.14	47.14	19.16	46.71	46.71
23	23.00	19.70	48.67	48.67	19.53	48.26	48.26
24	24.00	20.10	50.39	50.39	19.94	50.00	50.00
25	25.00	20.47	51.90	51.90	20.32	51.53	51.53
26	26.00	20.83	53.21	53.21	20.69	52.86	52.86
27	27.00	21.18	54.52	54.52	21.05	54.19	54.19
28	28.00	21.59	56.03	56.03	21.47	55.71	55.71
29	29.00	21.96	57.24	57.24	21.84	56.94	56.94
30	30.00	22.33	58.45	58.45	22.22	58.16	58.16
31	31.00	22.71	59.86	59.86	22.60	59.58	59.58
32	32.00	23.07	61.06	61.06	22.97	60.79	60.79
33	33.00	23.42	62.13	62.13	23.32	61.87	61.87
34	34.00	23.79	63.21	63.21	23.70	62.97	62.97
35	35.00	24.15	64.26	64.26	24.06	64.03	64.03

**VELOCITA' ONDE P - Sx - Sy**

Strato	Velocità Vp [m/s] puntuali	Velocità Vp [m/s] intervallari	Velocità Vs [m/s] puntuali	Velocità Vs [m/s] intervallari
1	388.49	388.49	177.56	177.56
2	386.03	383.61	175.71	173.90
3	431.16	562.74	194.80	248.86
4	474.83	682.10	217.01	329.90
5	517.39	806.49	240.15	418.77
6	566.09	1069.50	265.25	555.51
7	604.91	1027.67	286.31	546.69
8	644.34	1185.27	305.03	562.64
9	682.51	1297.06	323.56	629.40
10	711.68	1156.59	336.35	522.05
11	742.30	1303.00	350.28	598.04
12	782.87	1962.79	364.23	648.10





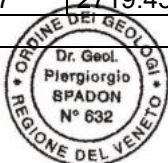
13	826.11	2449.98	379.46	761.29
14	867.75	2516.85	394.32	803.59
15	907.84	2570.40	409.23	869.49
16	945.89	2548.12	422.94	849.87
17	983.63	2719.45	435.93	857.13
18	1020.03	2750.00	448.17	857.95
19	1053.99	2630.98	454.63	613.78
20	1086.13	2581.84	459.84	587.83
21	1118.25	2737.12	466.74	666.76
22	1148.36	2642.99	471.01	583.25
23	1177.40	2653.74	476.57	643.73
24	1203.32	2437.50	479.99	574.81
25	1230.06	2635.72	485.15	653.84
26	1256.78	2750.64	491.87	752.46
27	1282.63	2756.97	498.28	753.44
28	1304.32	2399.94	502.59	655.91
29	1327.63	2657.47	509.34	816.32
30	1350.18	2661.35	515.82	817.15
31	1371.72	2629.91	520.29	703.37
32	1393.47	2740.62	526.37	825.24
33	1414.86	2781.52	533.33	924.71
34	1434.72	2673.01	539.98	916.99
35	1454.59	2748.44	546.66	943.51

VELOCITA' MEDIE  $VS_{EQ}$  (intervallari metro per metro)

Geofono	$VS_{30}$ [m/s]	$VS_{EQ}$ [m/s]	$VS_{35}$ [m/s]
orizzontale Sx/Sy	<b>515.82</b>	<b>502.59</b>	<b>546.66</b>

PARAMETRI DINAMICI  $VS_{EQ}$ 

Profondità (m p.c.)	VP (m/s)	VS (m/s)	$\gamma$ (t/mc)	Poisson	Mod. di taglio $G_0$ (MPa)	Mod. di elasticità $E_d$ (MPa)	Mod. di Lamè $\lambda$ (MPa)	Mod. di Bulk $k$ (MPa)
1	388.49	177.56	1.58	0.37	49.86	136.42	138.98	172.22
2	383.61	173.90	1.58	0.37	47.72	130.81	136.76	168.57
3	562.74	248.86	1.70	0.38	105.10	289.74	327.20	397.27
4	682.10	329.90	1.76	0.35	191.57	516.21	435.80	563.51
5	806.49	418.77	1.82	0.32	318.67	838.36	544.55	757.00
6	1069.50	555.51	1.92	0.32	591.64	1556.34	1009.68	1404.11
7	1027.67	546.69	1.90	0.30	568.67	1481.57	872.16	1251.27
8	1185.27	562.64	1.96	0.35	618.90	1676.67	1508.75	1921.35
9	1297.06	629.40	1.99	0.35	787.85	2120.90	1770.19	2295.42
10	1156.59	522.05	1.95	0.37	530.34	1455.32	1542.40	1895.96
11	1303.00	598.04	1.99	0.37	711.91	1945.74	1955.70	2430.30
12	1962.79	648.10	2.15	0.44	903.76	2600.70	6481.82	7084.33
13	2449.98	761.29	2.25	0.45	1300.68	3763.04	10869.45	11736.57
14	2516.85	803.59	2.26	0.44	1456.67	4204.67	11375.75	12346.87
15	2570.40	869.49	2.27	0.44	1712.21	4915.38	11538.93	12680.40
16	2548.12	849.87	2.26	0.44	1633.12	4694.95	11414.55	12503.29
17	2719.45	857.13	2.29	0.44	1681.81	4859.92	13565.78	14686.99



18	2750.00	857.95	2.30	0.45	1688.58	4883.67	13971.55	15097.27
19	2630.98	613.78	2.28	0.47	856.99	2521.64	14032.52	14603.85
20	2581.84	587.83	2.27	0.47	783.25	2306.92	13543.08	14065.25
21	2737.12	666.76	2.29	0.47	1018.96	2992.59	15133.34	15812.65
22	2642.99	583.25	2.28	0.47	774.52	2283.93	14355.31	14871.66
23	2653.74	643.73	2.28	0.47	944.19	2773.55	14157.98	14787.44
24	2437.50	574.81	2.24	0.47	740.80	2178.79	11839.31	12333.18
25	2635.72	653.84	2.28	0.47	972.84	2854.73	13862.99	14511.54
26	2750.64	752.46	2.30	0.46	1298.92	3791.69	14759.62	15625.56
27	2756.97	753.44	2.30	0.46	1302.88	3803.47	14839.41	15708.00
28	2399.94	655.91	2.24	0.46	961.73	2807.55	10952.10	11593.25
29	2657.47	816.32	2.28	0.45	1518.77	4398.08	13058.33	14070.84
30	2661.35	817.15	2.28	0.45	1522.30	4408.45	13102.77	14117.64
31	2629.91	703.37	2.28	0.46	1125.34	3289.32	13481.79	14232.01
32	2740.62	825.24	2.29	0.45	1561.26	4528.11	14096.76	15137.60
33	2781.52	924.71	2.30	0.44	1965.86	5653.32	13855.40	15165.98
34	2673.01	916.99	2.28	0.43	1918.61	5499.93	12465.42	13744.49
35	2748.44	943.51	2.30	0.43	2041.97	5853.13	13243.20	14604.51



## 5 Interpretazione geofisica sismica attiva a Rifrazione in onde P e S

Per gli stendimenti effettuati nella presente campagna di indagini (SRT1 – SRT2), sono state eseguite energizzazioni in onde P, utilizzando un "fucile sismico" (cannoncino) caricato con cartucce "a salve", posizionato lungo la stesa in punti prefissati, ed energizzazioni in onde S, colpendo lateralmente con un sistema a pendolo su una trave di legno posizionata nelle stesse posizioni, su cui erano state eseguite precedentemente le energizzazioni in onde P.

I punti di energizzazione sono stati 7, di cui 3 interni allo stendimento stesso, e 4 posizionati all'esterno di essi (solo 2 per SRT2), ad una distanza dal primo e dall'ultimo geofono pari alla distanza intergeofonica adottata ed alla metà della distanza intergeofonica. La lunghezza totale del profilo SRT 1 è pari a 250m mentre quella del profilo SRT 2 è pari a 120m, compresi gli scoppi esterni allo stendimento.

L'analisi dei sismogrammi e la successiva rappresentazione grafica dei primi arrivi (onde P e S) registrati dai geofoni (*dromocrone*), permettono l'interpretazione dei dati ottenuti grazie all'ausilio di un software dedicato.

Nell'ambito del lavoro, è stata utilizzata un'analisi tomografica, la quale, determina un modello a gradiente uniforme di velocità mediante l'analisi dei tempi di percorso e ottimizza i risultati attraverso la *Simultaneous Iterative Reconstruction Technique (SIRT)*.

Il software "SmartTomo" (Fig. 8) utilizza un'implementazione ottimizzata del metodo di Moser T.J. ("Shortest path calculation of seismic rays." Geophysics 56.1, 1991).

In particolare, fornisce la stima delle velocità delle onde P e S, nonché la forma e la profondità delle interfacce, tramite il metodo del reciproco generalizzato GRM e, poi, nell'ottimizzazione del risultato finale, ricerca i percorsi dei raggi sismici basandosi su un algoritmo che tiene conto della distribuzione delle velocità stesse nel modello.

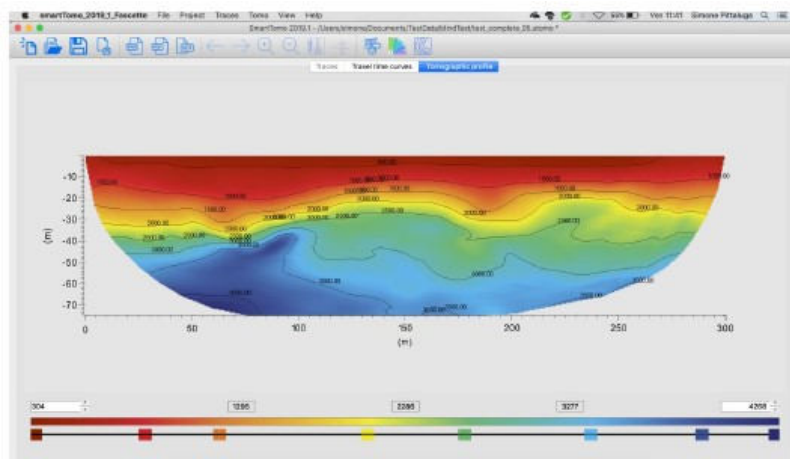


Fig. 8: Esempio di elaborazione tomografica con il software SmartTomo (schermata SW).

### ENERGIZZAZIONI IN ONDE P – SRT 1

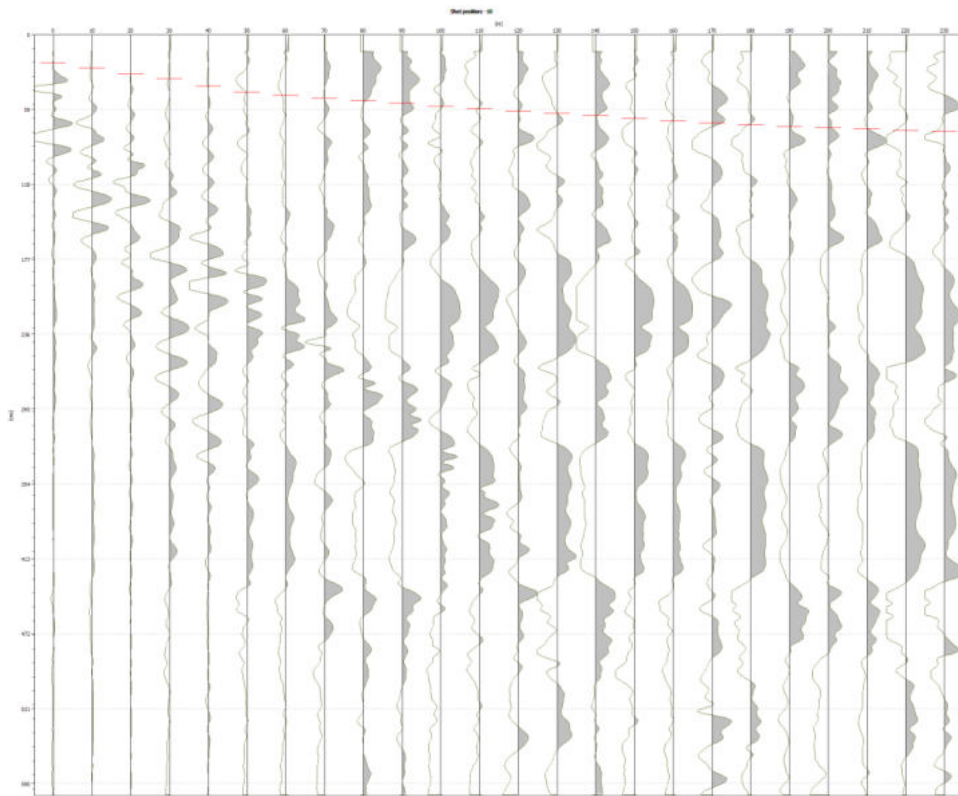


Fig. 9: Acquisizione dati sismici - SHOT 1 (-10 m da G1) con picking onde P.

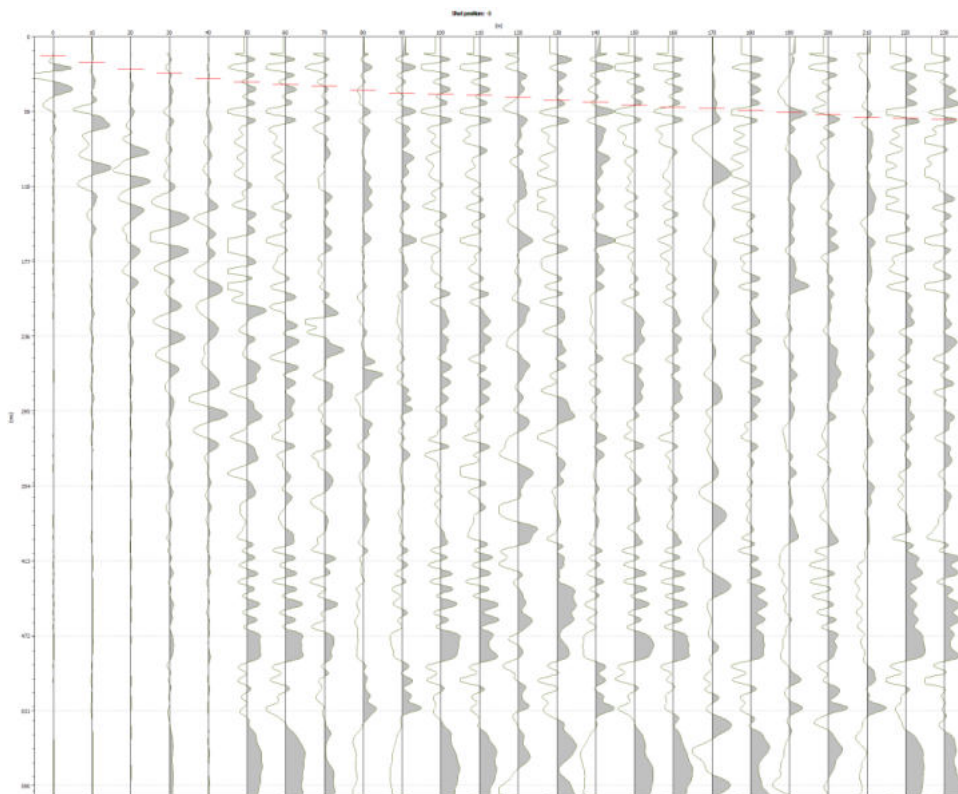


Fig. 10: Acquisizione dati sismici - SHOT 2 (-5 m da G1) con picking onde P.



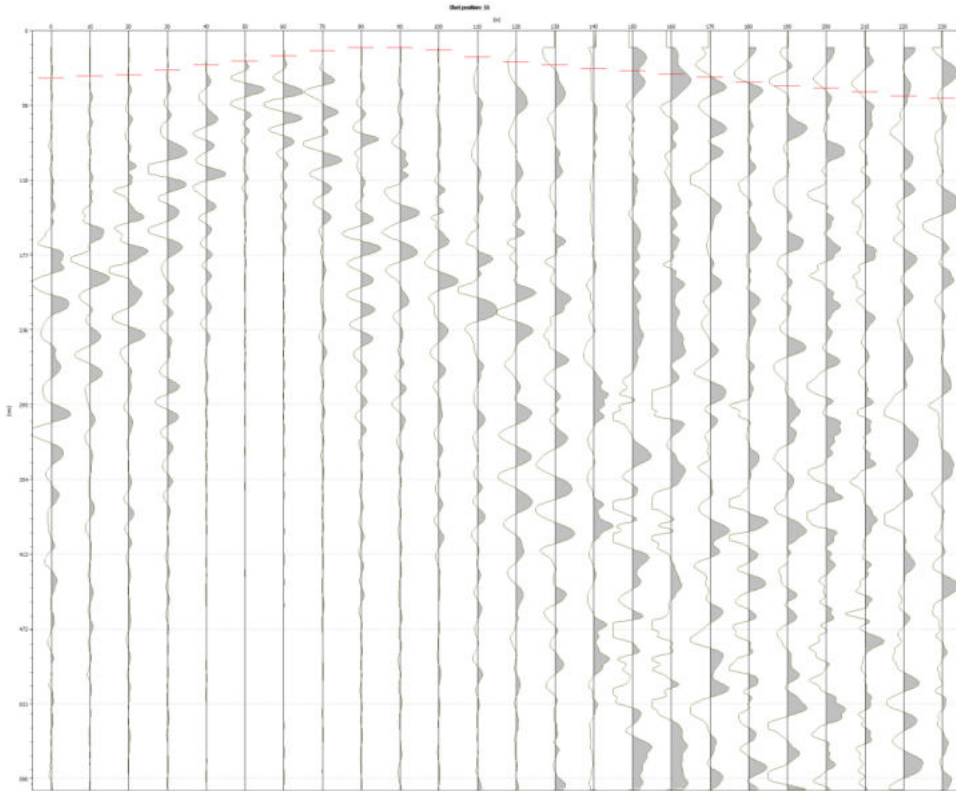


Fig. 11: Acquisizione dati sismici - SHOT 3 (55 m tra G6 e G7) con picking onde P.

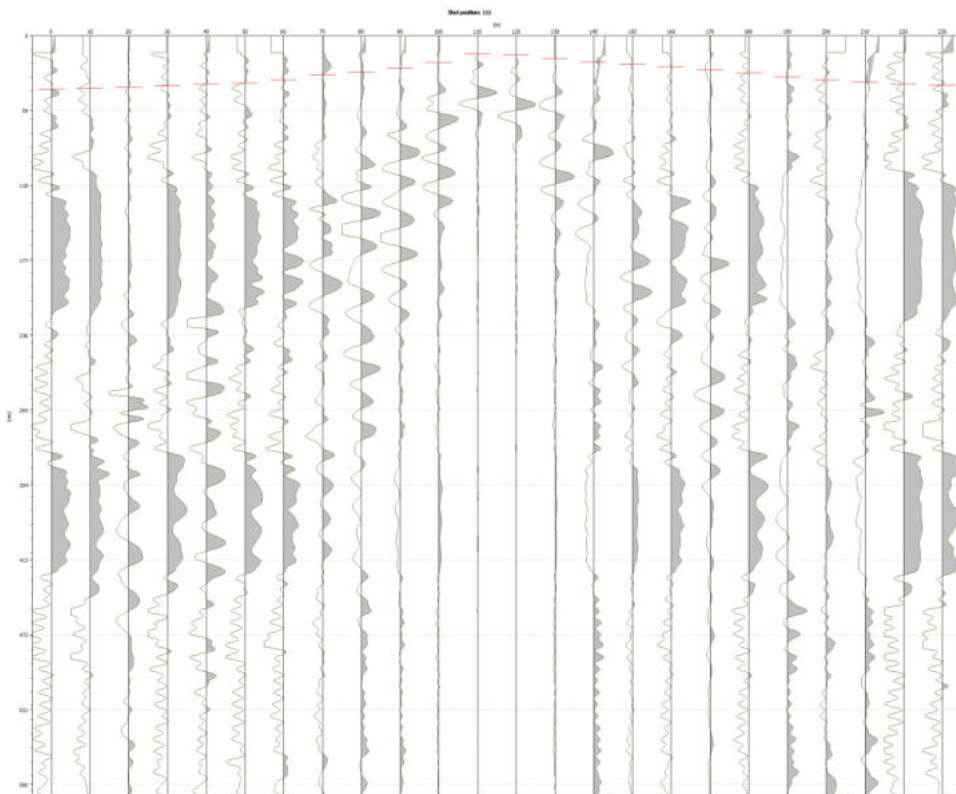


Fig. 12: Acquisizione dati sismici - SHOT 4 (115 m tra G12 e G13) con picking onde P.

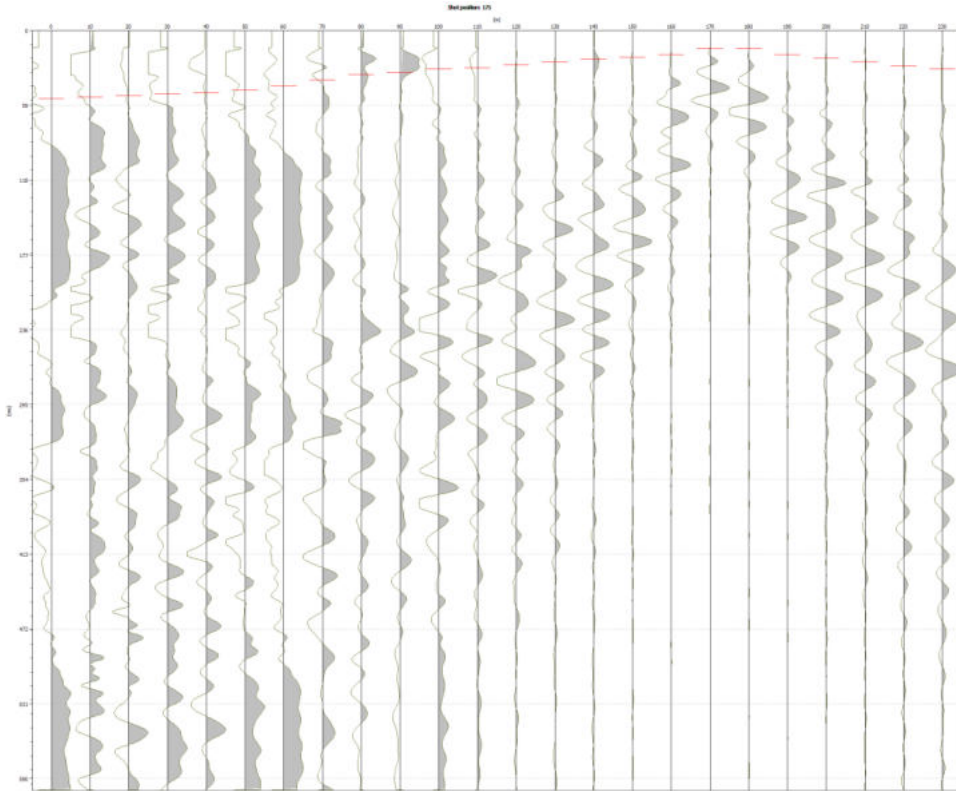


Fig. 13: Acquisizione dati sismici - SHOT 5 (175 m tra G18 e G19) con picking onde P.

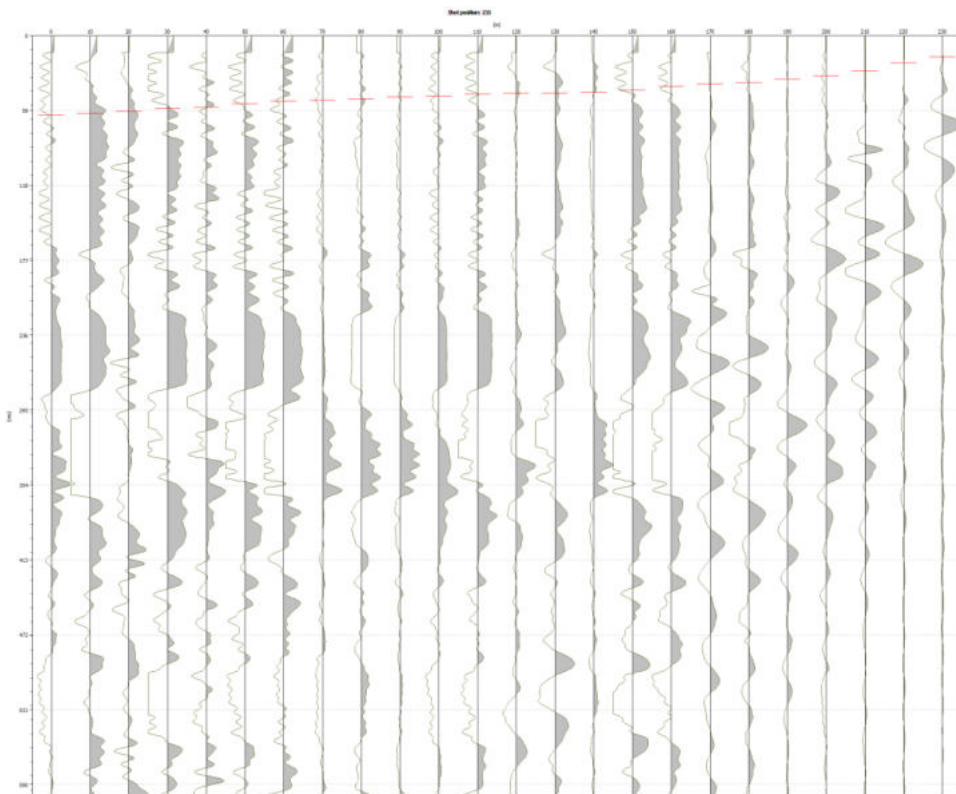


Fig. 14: Acquisizione dati sismici - SHOT 6 (+5 m da G24) con picking onde P.

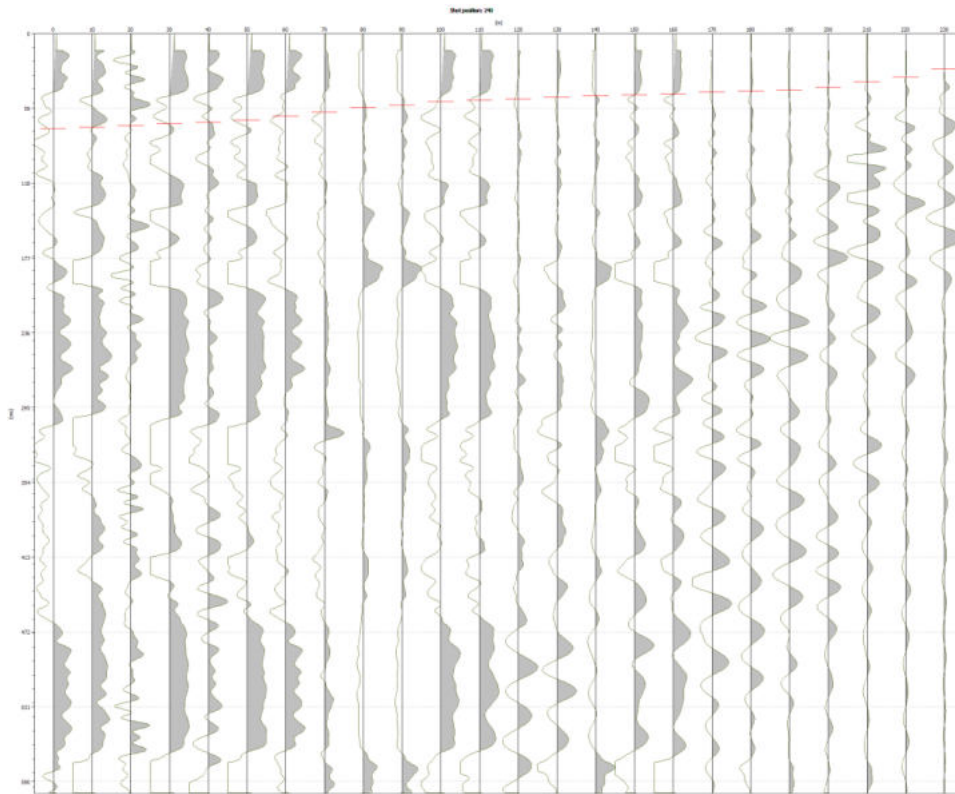
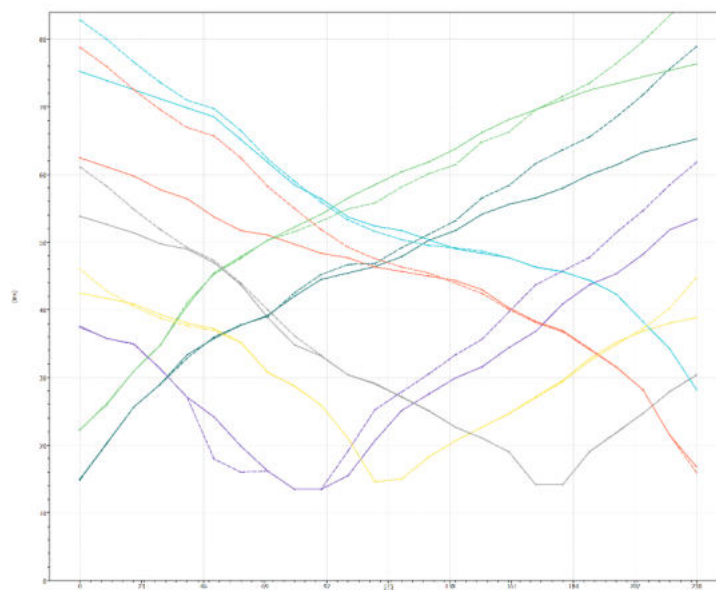


Fig. 15: Acquisizione dati sismici - SHOT 7 (+10 m da G24) con picking onde P.

### ELABORAZIONE IN ONDE P – SRT 1 CON I TEMPI DI ARRIVO (DROMOCRONE) ED OTTIMIZZAZIONE CON ALGORITMO SIRT

L'elaborazione con software SmarTomo restituisce una rappresentazione grafica dei primi arrivi (onde P), registrati dai geofoni (dromocrone), permettendo l'interpretazione dei dati ottenuti tramite ottimizzazione con algoritmo SIRT.



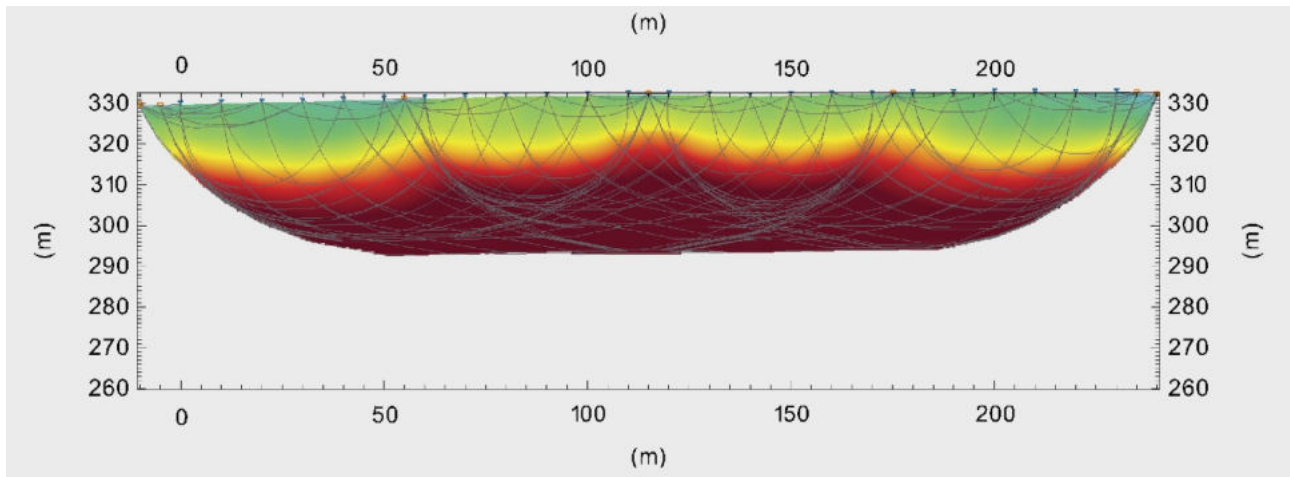


Fig. 16: Elaborazione con tempi di arrivo in onde P (dromocrone, figura in pagina precedente) ed ottimizzazione finale con percorsi dei raggi sismici, basandosi su algoritmo SIRT (figura sopra).

Di seguito verrà fornita un'interpretazione sismo-stratigrafica in onde P.



## ELABORAZIONE TOMOGRAFICA IN ONDE P – SRT 1

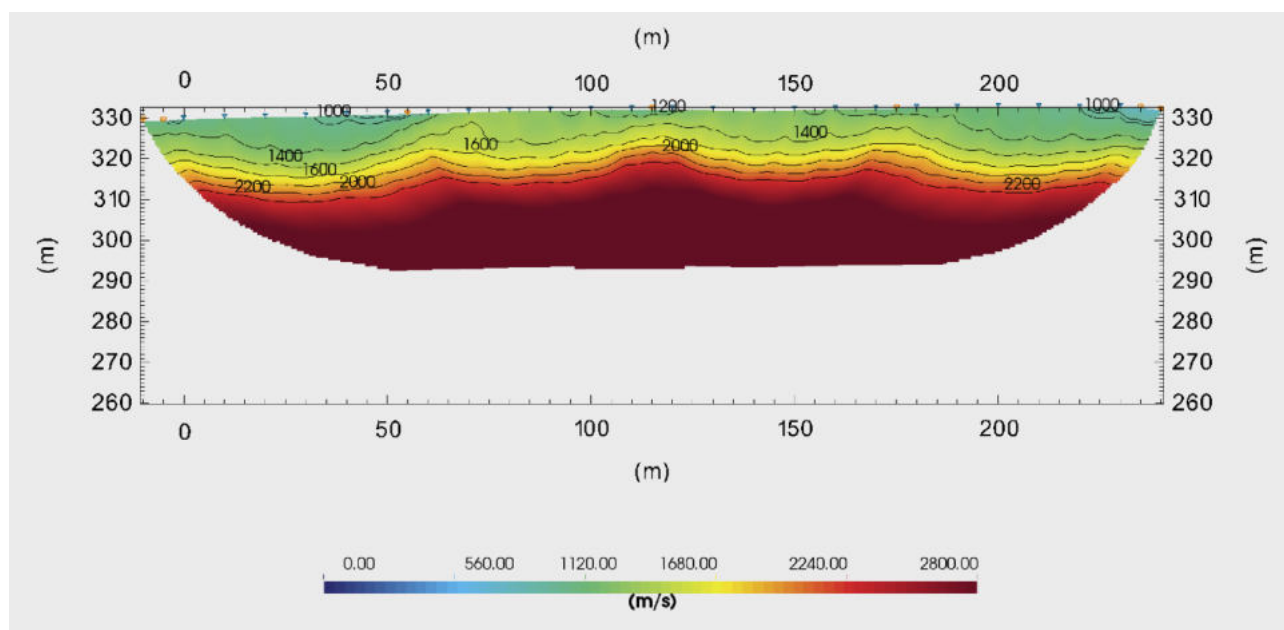


Fig. 17: Elaborazione tomografica in onde P con isolinee di velocità.

Nell'ambito del lavoro, si individuano 3 sismostrati:

- Strato di riporto superficiale e terreni limoso-sabbiosi con ghiaia, caratterizzato da velocità  $V_p$  inferiori a 1200 m/s e con spessori mediamente di circa 7 m.
- Strato saturo (presenza di falda acquifera) con ghiaia (da fine a grossolana) e matrice limoso-sabbiosa, il quale si individua mediamente fino alla profondità di circa 15 m p.c., caratterizzato da velocità  $V_p$  inferiori a 2200 m/s.

Questo strato subisce un ulteriore aumento di densità e velocità ( $V_s$  comprese tra 2200 m/s e 2800 m/s) fino ad incontrare l'interfaccia inferiore che lo contraddistingue dal bedrock sismico.

- Substrato (bedrock sismico), il quale si individua mediamente alla profondità di circa 25-28 m p.c. ed è caratterizzato da velocità di  $V_p$  superiori a 2700-2800 m/s.

### ENERGIZZAZIONI IN ONDE S – SRT 1

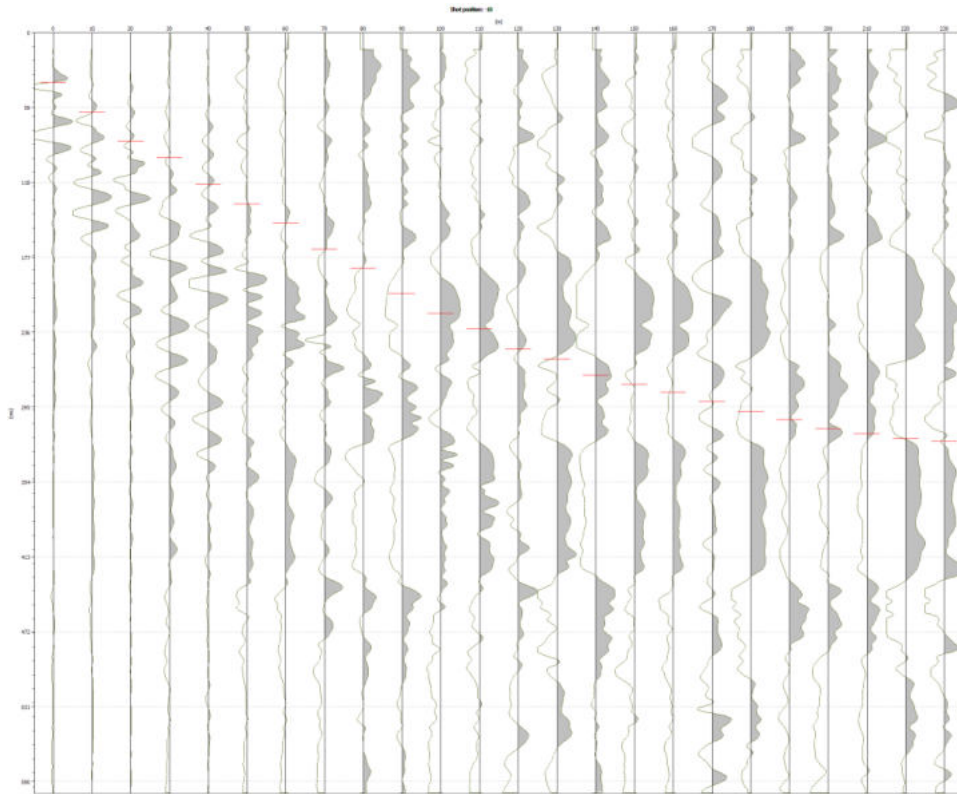


Fig. 18: Acquisizione dati sismici - SHOT 1 (-10 m da G1) con picking onde S.

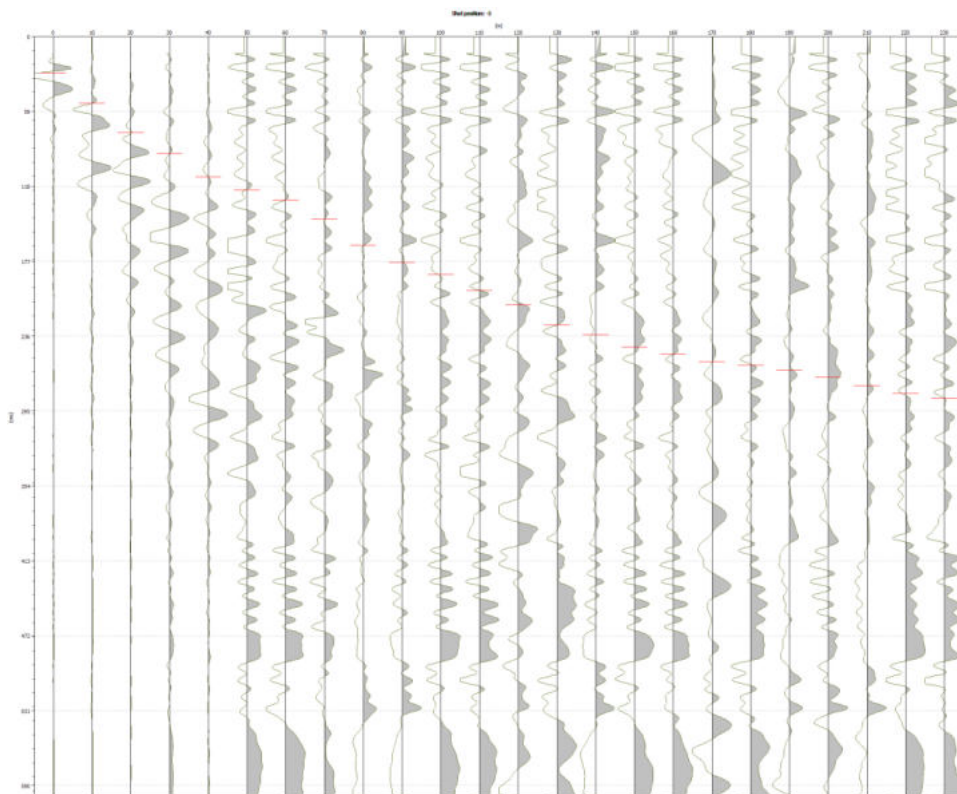


Fig. 19: Acquisizione dati sismici - SHOT 2 (-5 m da G1) con picking onde S.

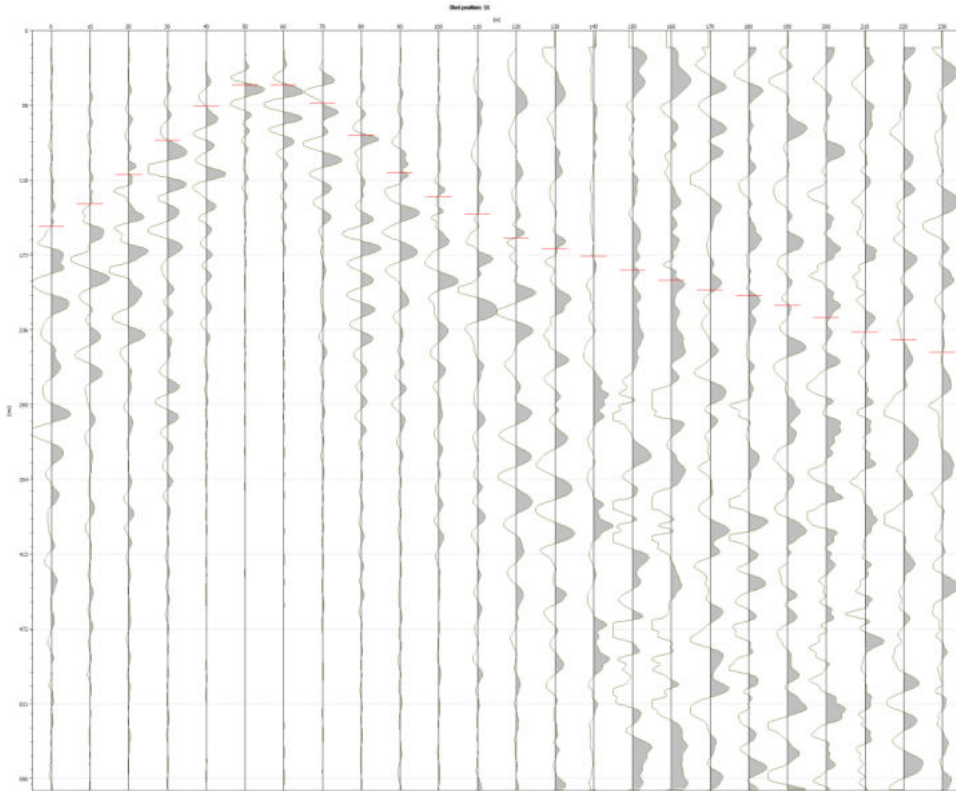


Fig. 20: Acquisizione dati sismici - SHOT 3 (55 m tra G6 e G7) con picking onde S.

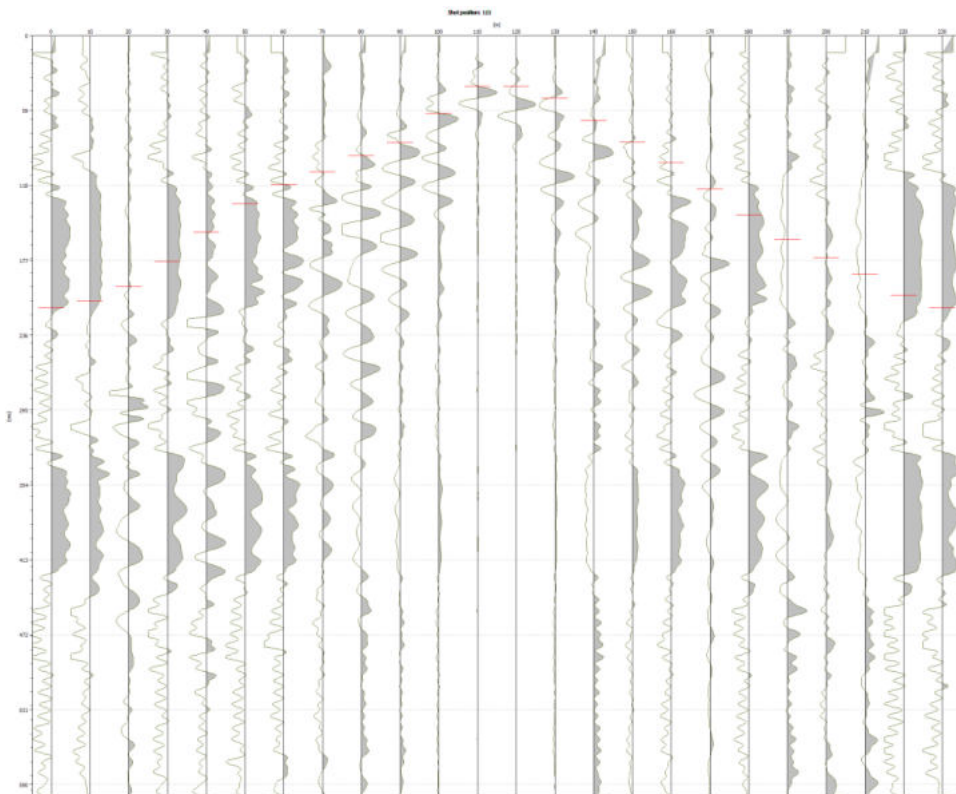


Fig. 21: Acquisizione dati sismici - SHOT 4 (115 m tra G12 e G13) con picking onde S.



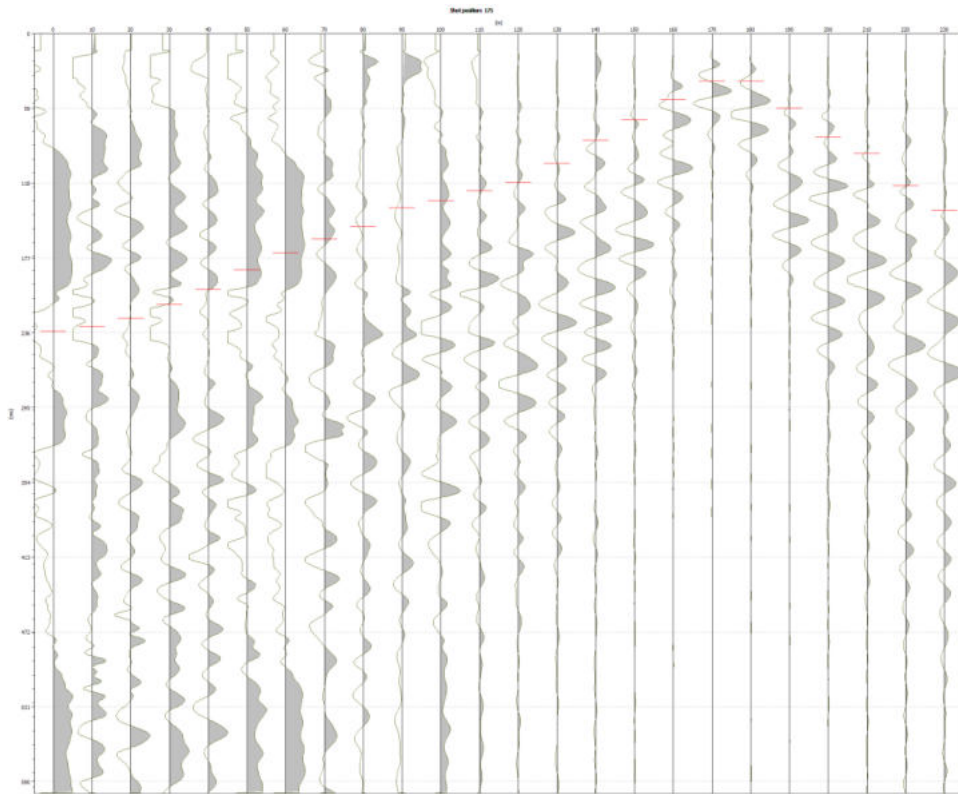


Fig. 22: Acquisizione dati sismici - SHOT 5 (175 m tra G18 e G19) con picking onde S.

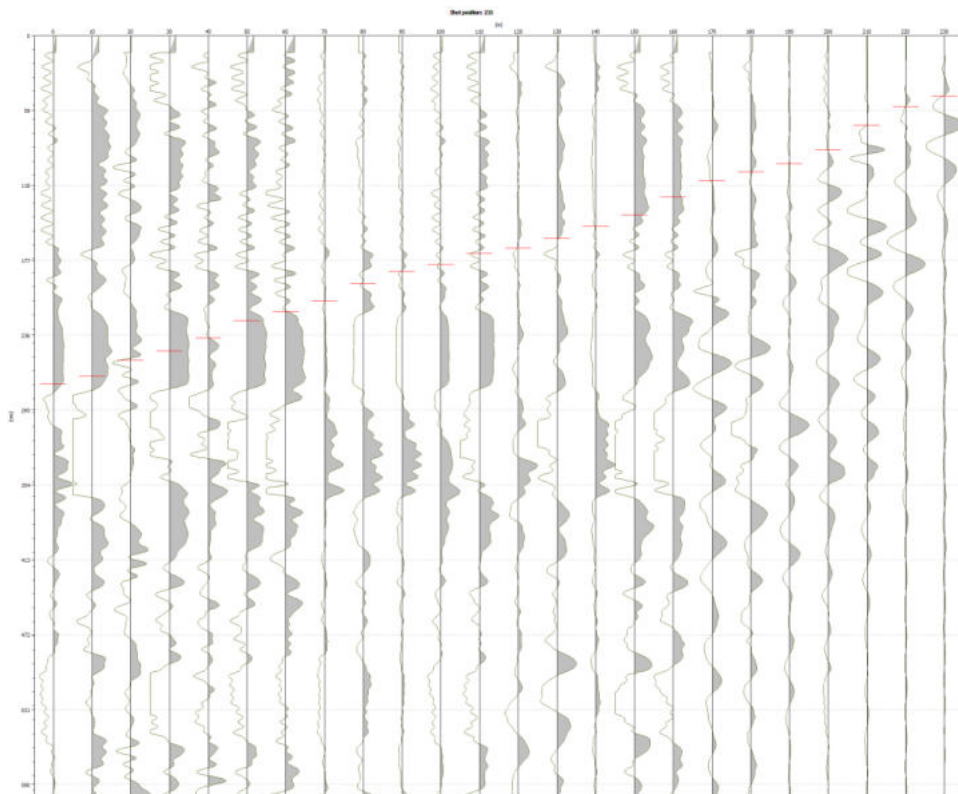


Fig. 23: Acquisizione dati sismici - SHOT 6 (+5 m da G24) con picking onde S.



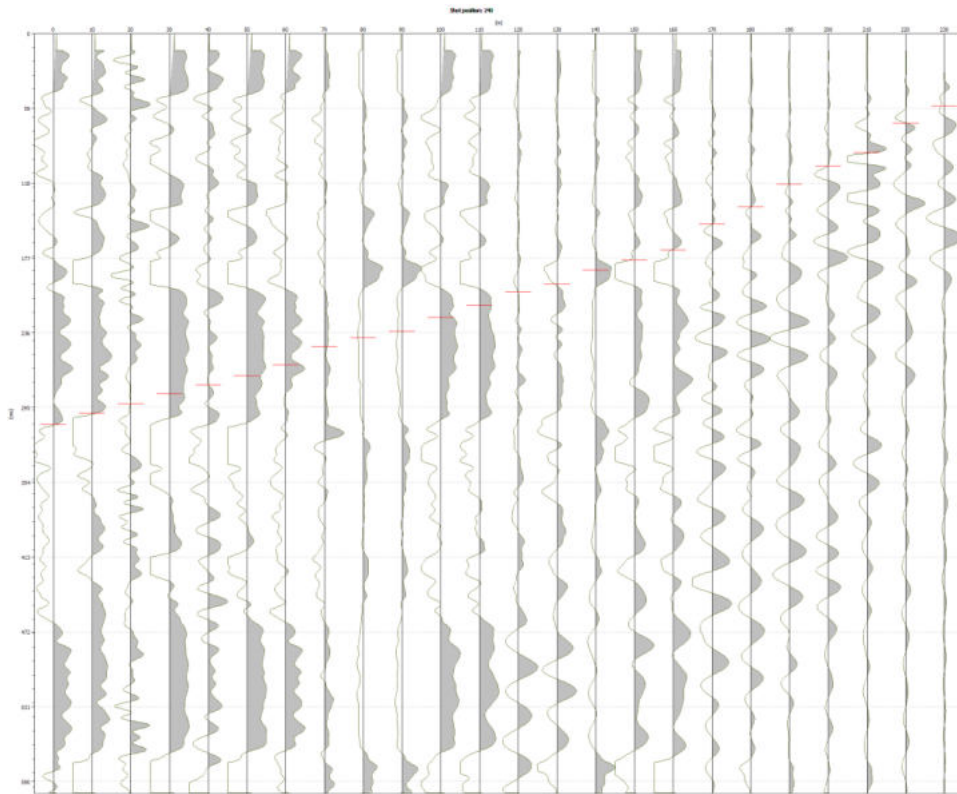
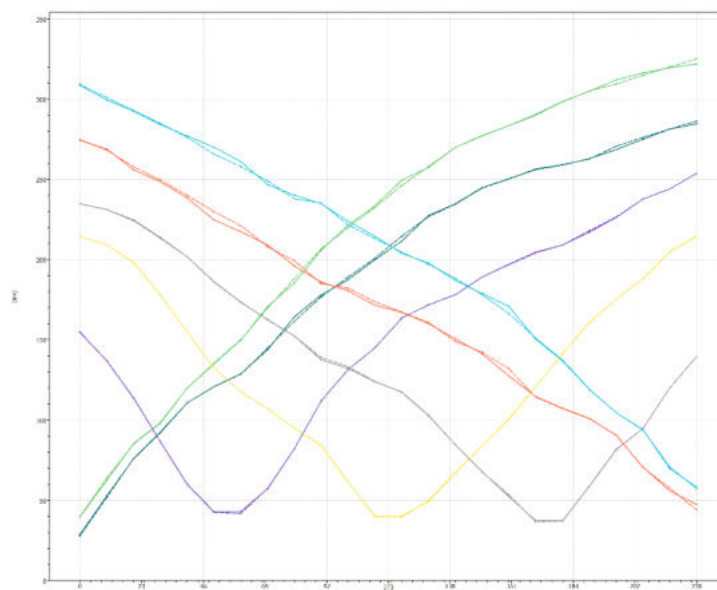


Fig. 24: Acquisizione dati sismici - SHOT 7 (+10 m da G24) con picking onde S.

### ELABORAZIONE IN ONDE S – SRT 1 CON I TEMPI DI ARRIVO (DROMOCRONE) ED OTTIMIZZAZIONE CON ALGORITMO SIRT

L'elaborazione con software SmarTomo restituisce una rappresentazione grafica dei primi arrivi (onde S), registrati dai geofoni (dromocrone), permettendo l'interpretazione dei dati ottenuti tramite ottimizzazione con algoritmo SIRT.



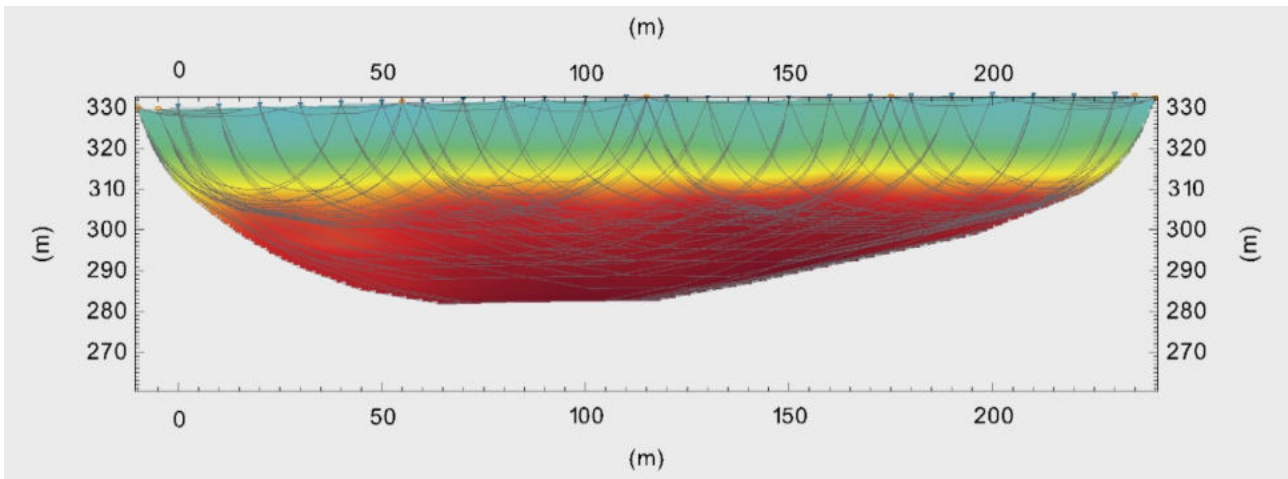


Fig. 25: Elaborazione con tempi di arrivo in onde S (dromocrone, figura in pagina precedente) ed ottimizzazione finale con percorsi dei raggi sismici, basandosi su algoritmo SIRT (figura sopra).

Di seguito verrà fornita un'interpretazione sismo-stratigrafica in onde S.

## ELABORAZIONE TOMOGRAFICA IN ONDE S – SRT 1

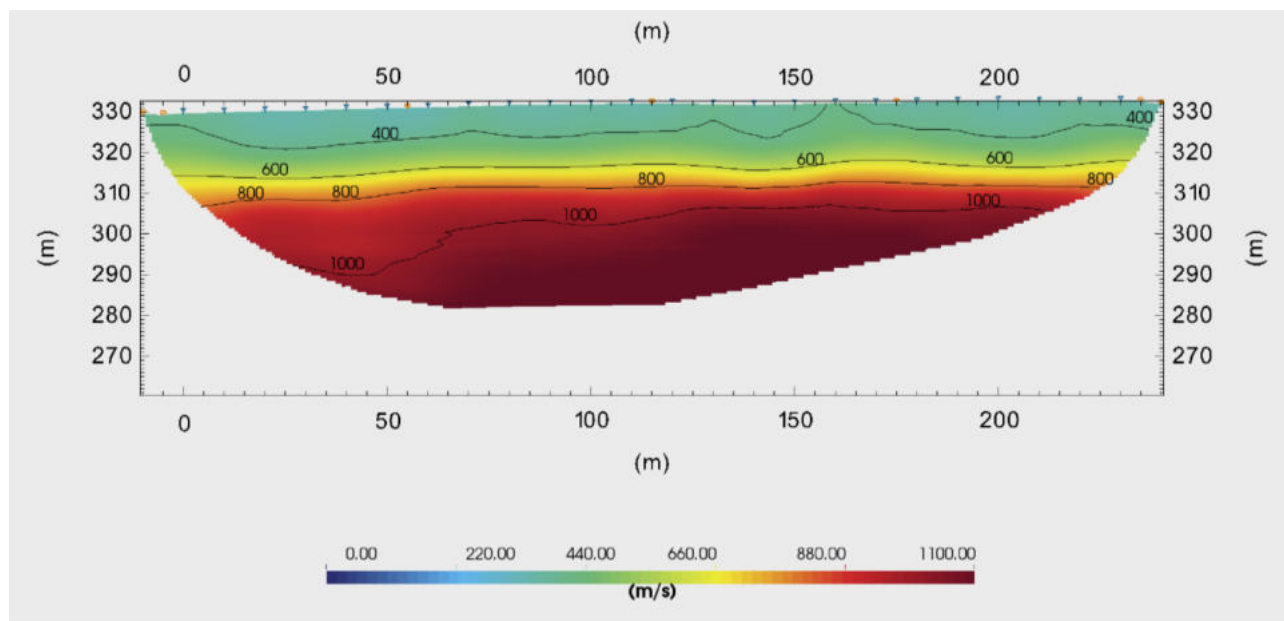


Fig. 26: Elaborazione tomografica in onde S con isolinee di velocità.

Nell'ambito del lavoro, si individuano 4 sismostrati:

- Strato di riporto superficiale e terreni limoso-sabbiosi con ghiaia, caratterizzato da velocità  $V_s$  inferiori a 400 m/s e con spessori mediamente di circa 7 m.
- Strato con presenza di ghiaia (da fine a grossolana) e matrice limoso-sabbiosa, il quale si individua mediamente fino alla profondità di circa 15 m p.c., caratterizzato da velocità  $V_s$  inferiori a 600 m/s.
- Strato con presenza di ghiaia più grossolana ed addensata, alternata con intercalazioni di sabbiose più fini, il quale si individua fino alla profondità di circa 25-28 m p.c., caratterizzato da velocità  $V_s$  comprese tra 600 e 800 m/s.

Questo strato, quindi, subisce un aumento di densità e velocità fino ad incontrare l'interfaccia inferiore che lo contraddistingue dal bedrock sismico.

- Substrato (bedrock sismico), il quale si individua alla profondità di circa 25-28 m p.c. ed è caratterizzato da velocità di  $V_s$  superiori a 800 m/s fino a circa 1000 m/s, tetto superiore della formazione flyschoidale.

### ENERGIZZAZIONI IN ONDE P – SRT 2

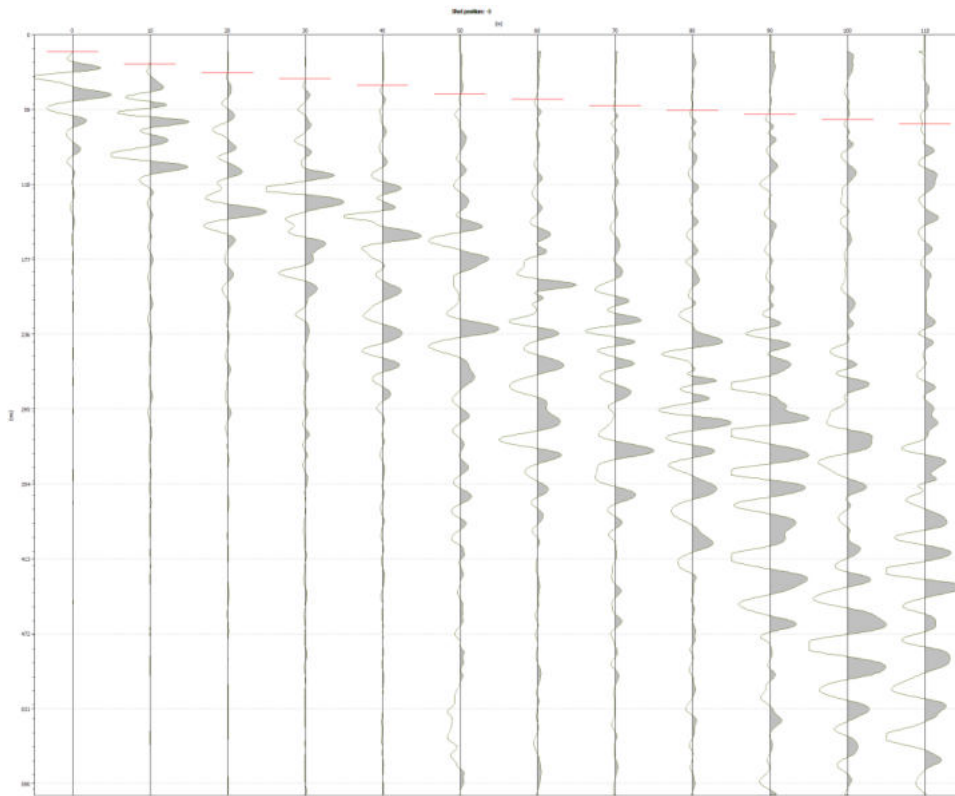


Fig. 27: Acquisizione dati sismici - SHOT 1 (-5 m da G1) con picking onde P.

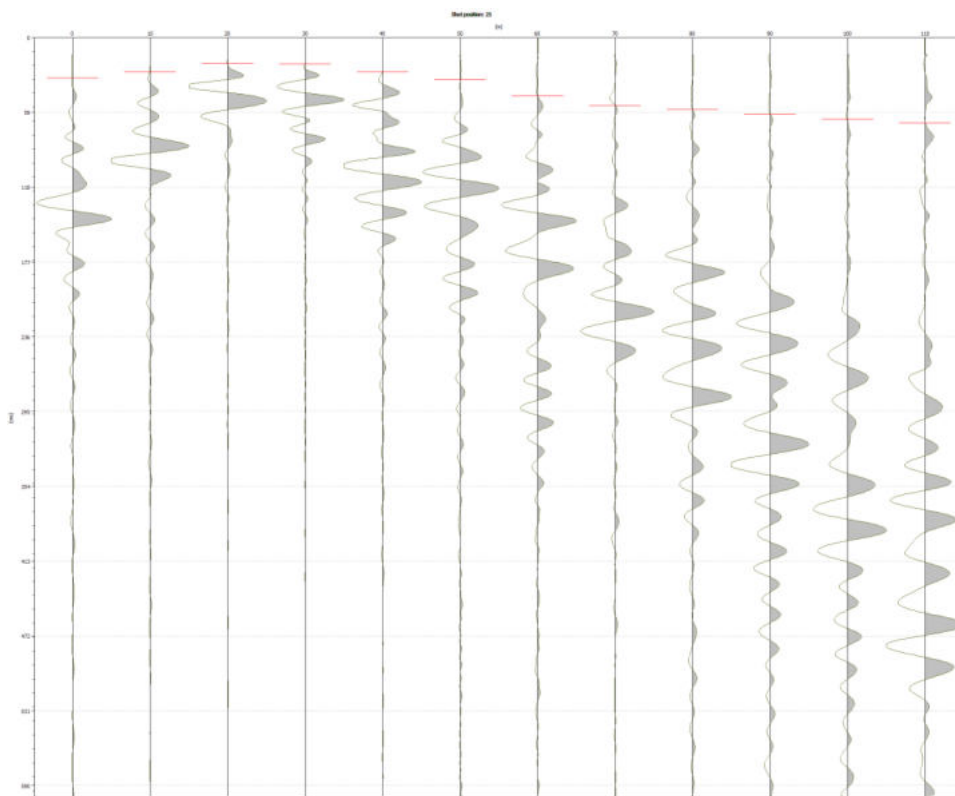


Fig. 28: Acquisizione dati sismici - SHOT 2 (25 m tra G3 e G4) con picking onde P.





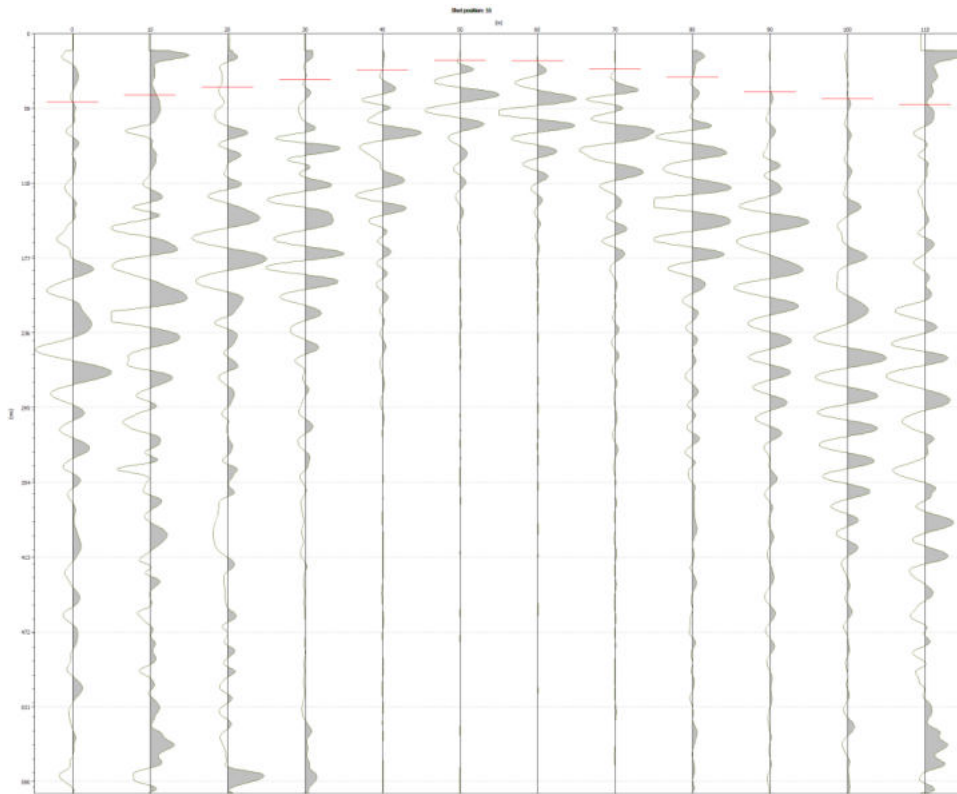


Fig. 29: Acquisizione dati sismici - SHOT 3 (55 m tra G6 e G7) con picking onde P.

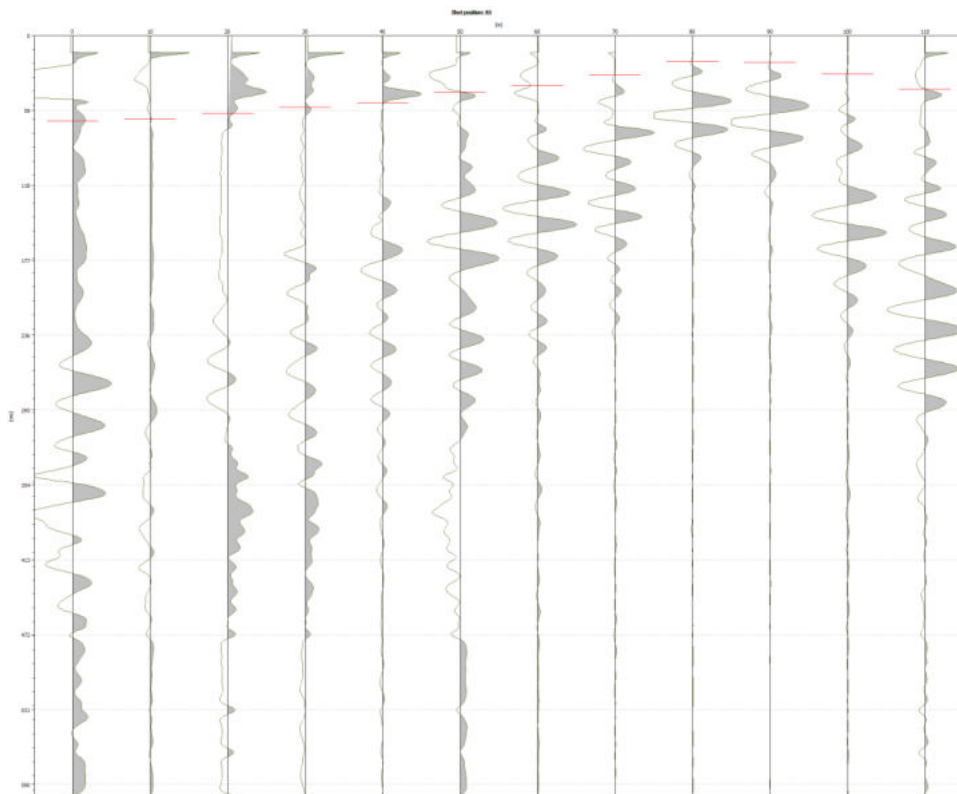


Fig. 30: Acquisizione dati sismici - SHOT 4 (85 m tra G9 e G10) con picking onde P.

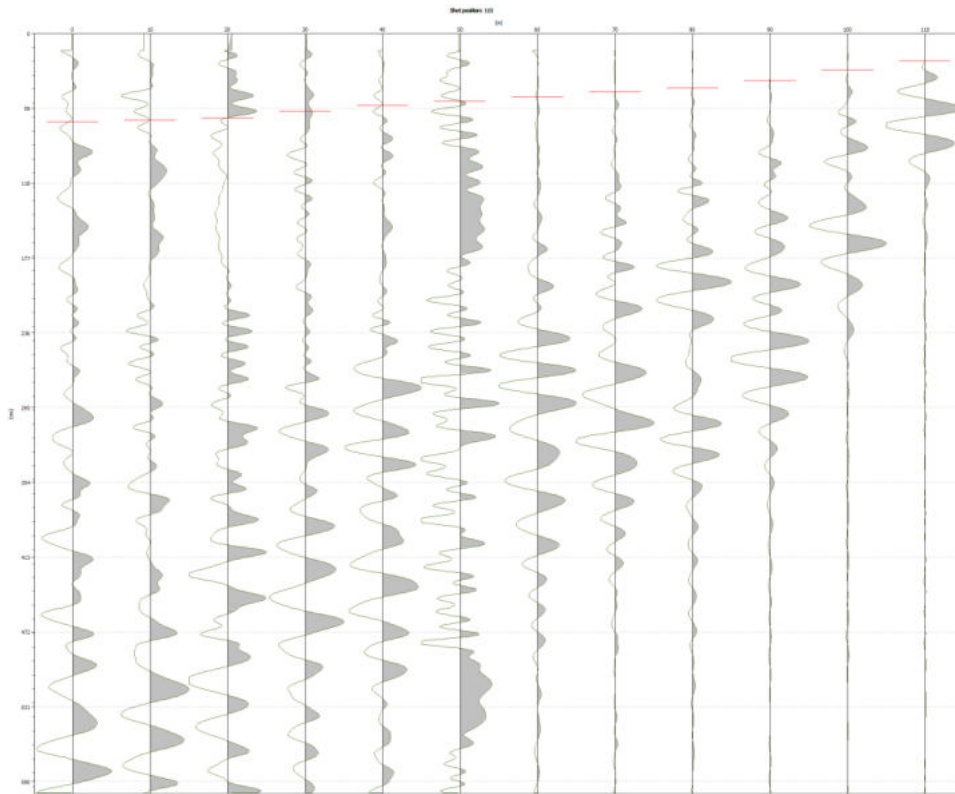
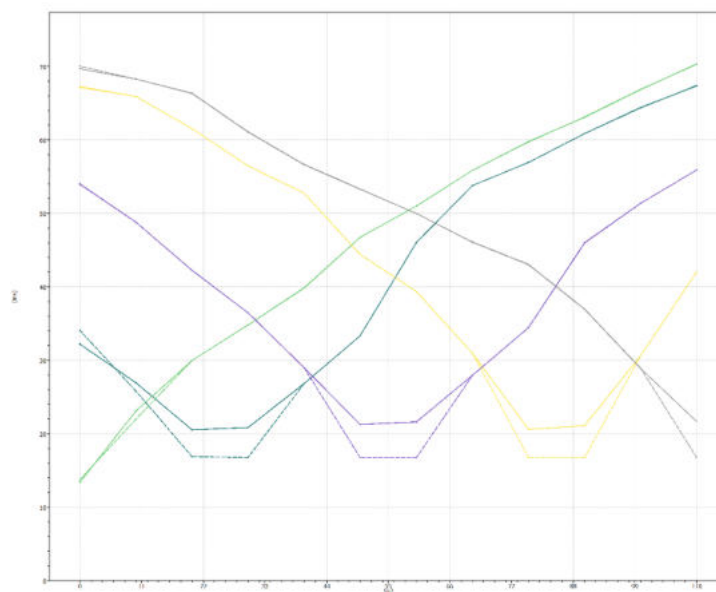


Fig. 31: Acquisizione dati sismici - SHOT 5 (+5 m da G12) con picking onde P.

### ELABORAZIONE IN ONDE P – SRT 2 CON I TEMPI DI ARRIVO (DROMOCRONE) ED OTTIMIZZAZIONE CON ALGORITMO SIRT

L'elaborazione con software SmarTomo restituisce una rappresentazione grafica dei primi arrivi (onde P), registrati dai geofoni (dromocrone), permettendo l'interpretazione dei dati ottenuti tramite ottimizzazione con algoritmo SIRT.



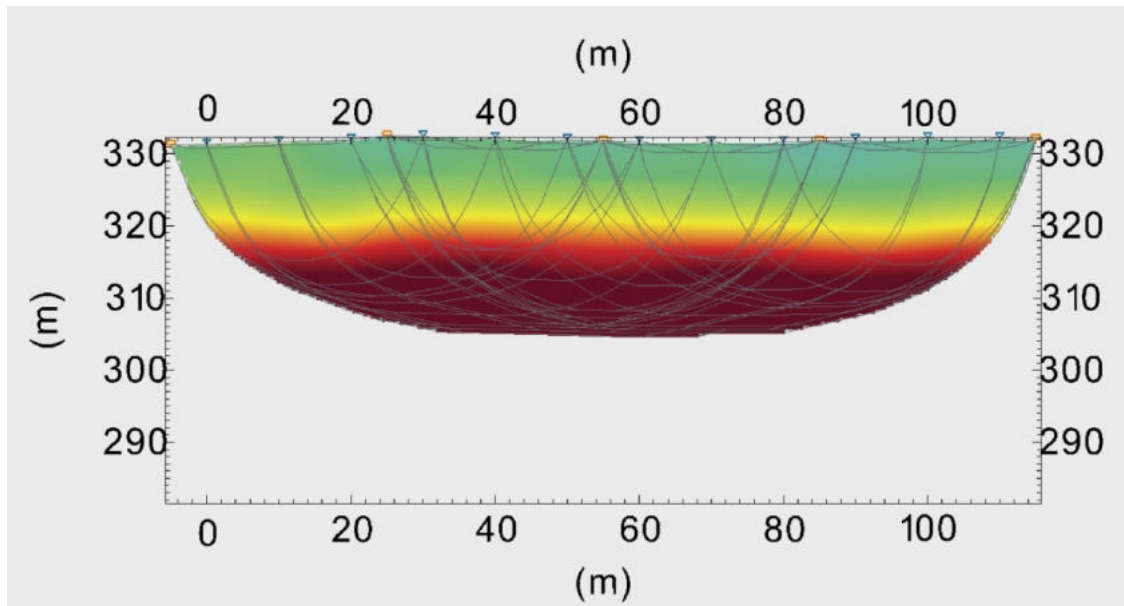


Fig. 32: Elaborazione con tempi di arrivo in onde P (dromocrone, figura in pagina precedente) ed ottimizzazione finale con percorsi dei raggi sismici, basandosi su algoritmo SIRT (figura sopra).

Di seguito verrà fornita un'interpretazione sismo-stratigrafica in onde P.

## ELABORAZIONE TOMOGRAFICA IN ONDE P – SRT 2

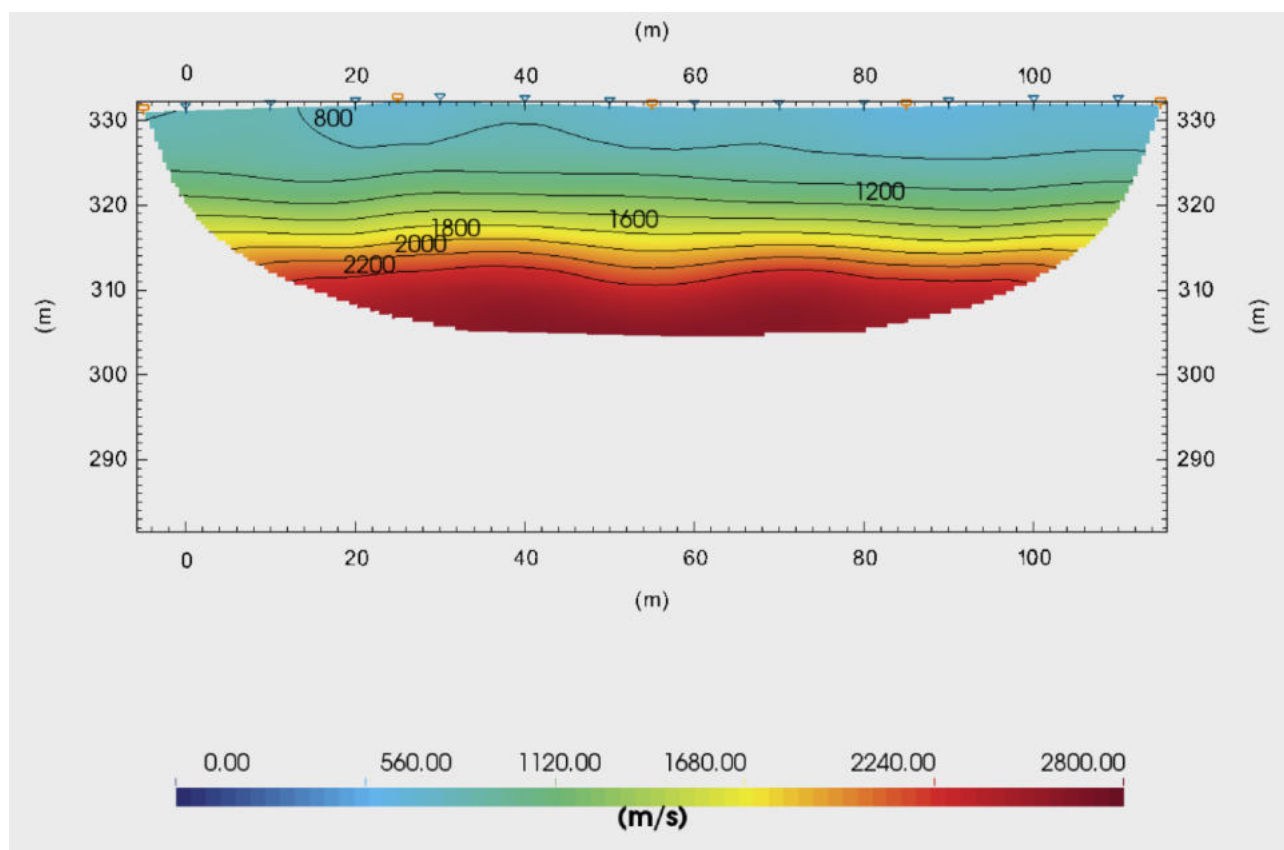


Fig. 33: Elaborazione tomografica in onde P con isolinee di velocità.

Nell'ambito del lavoro, si individuano 3 sismostrati:

- Strato di riporto superficiale e terreni limoso-sabbiosi con ghiaia, caratterizzato da velocità  $V_p$  inferiori a 1200 m/s e con spessori mediamente di circa 7 m.
- Strato saturo (presenza di falda acquifera) con ghiaia (da fine a grossolana) e matrice limoso-sabbiosa, il quale si individua mediamente fino alla profondità di circa 15 m p.c., caratterizzato da velocità  $V_p$  inferiori a 2200 m/s.

Questo strato subisce un ulteriore aumento di densità e velocità ( $V_s$  comprese tra 2200 m/s e 2800 m/s) fino ad incontrare l'interfaccia inferiore che lo contraddistingue dal bedrock sismico, il quale come interpretato dall'indagine sismica SRT 1 si individua circa alla profondità di circa 25-28 m p.c.



### ENERGIZZAZIONI IN ONDE S – SRT 2

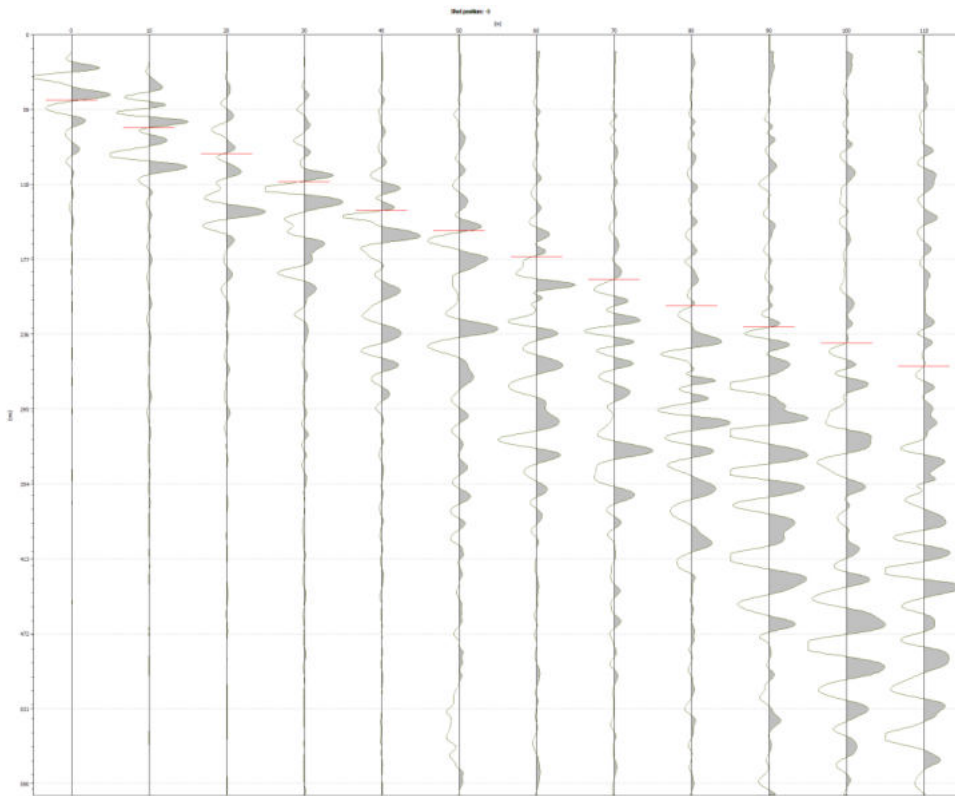


Fig. 34: Acquisizione dati sismici - SHOT 1 (-5 m da G1) con picking onde S.

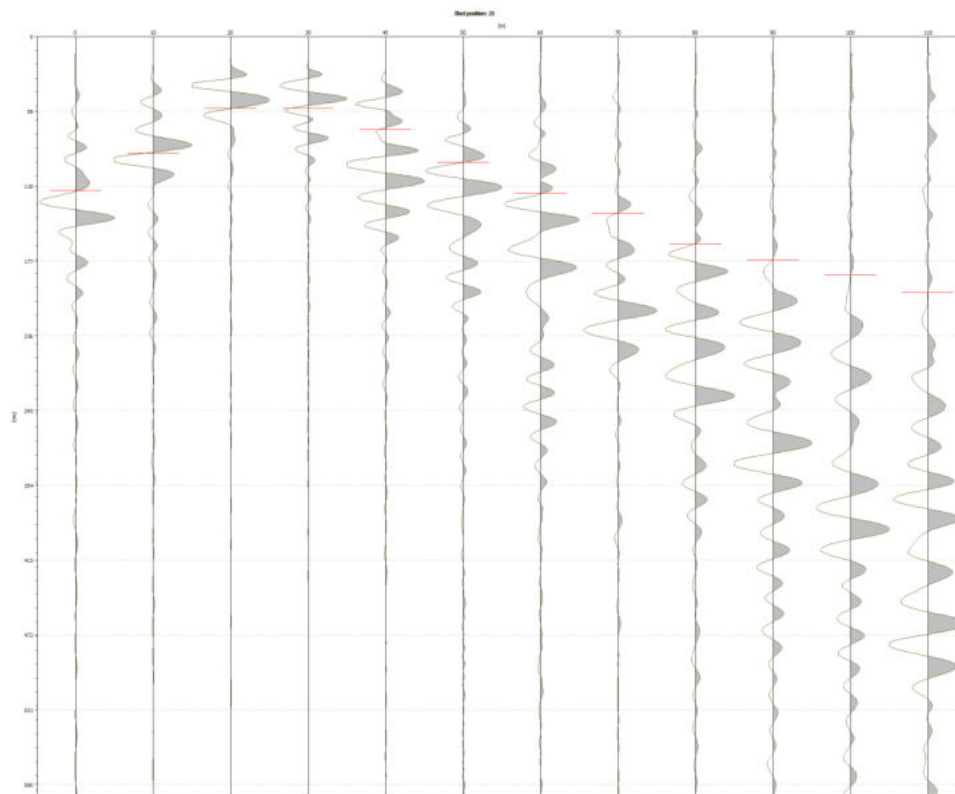


Fig. 35: Acquisizione dati sismici - SHOT 2 (25 m tra G3 e G4) con picking onde S.

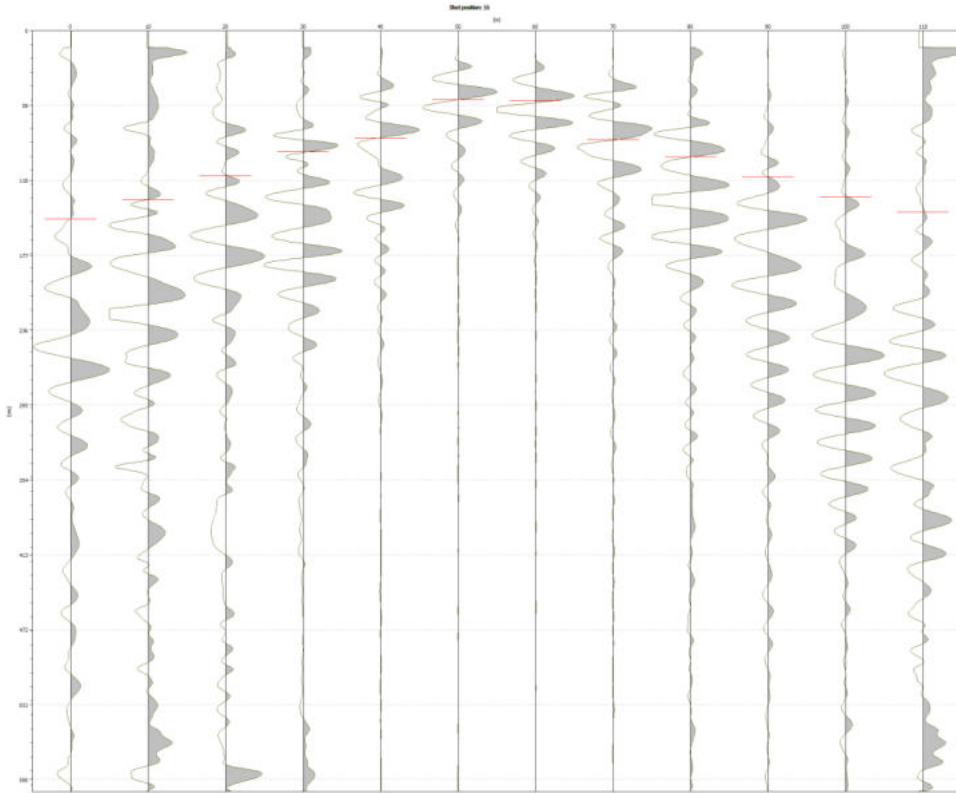


Fig. 36: Acquisizione dati sismici - SHOT 3 (55 m tra G6 e G7) con picking onde S.

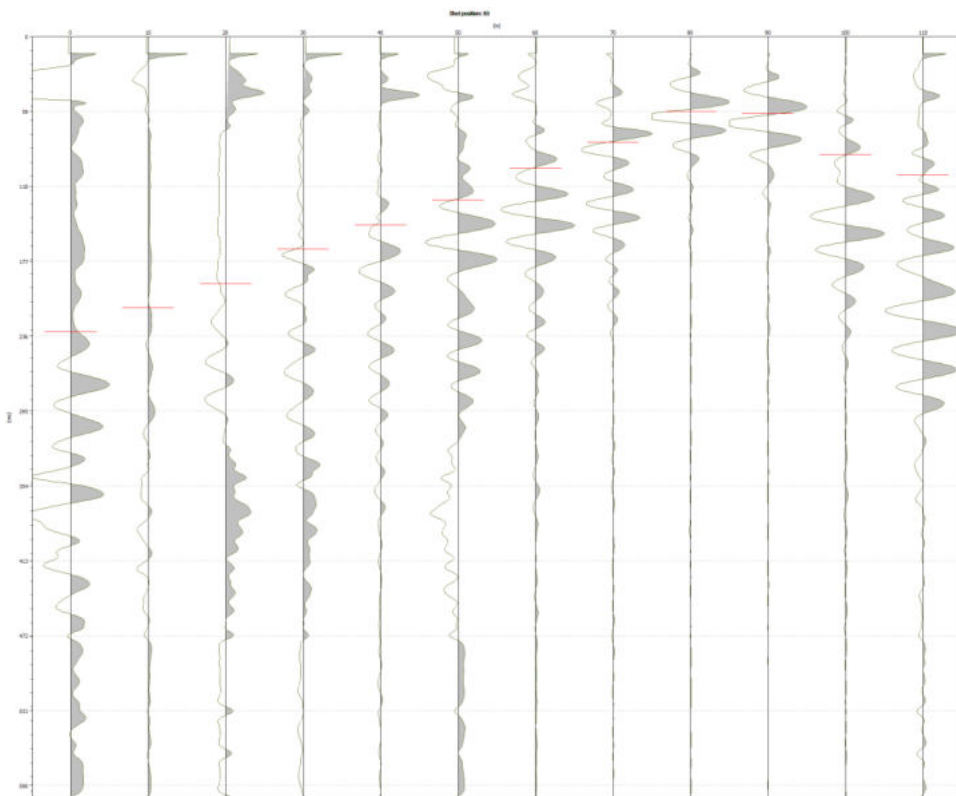


Fig. 37: Acquisizione dati sismici - SHOT 4 (85 m tra G9 e G10) con picking onde S.

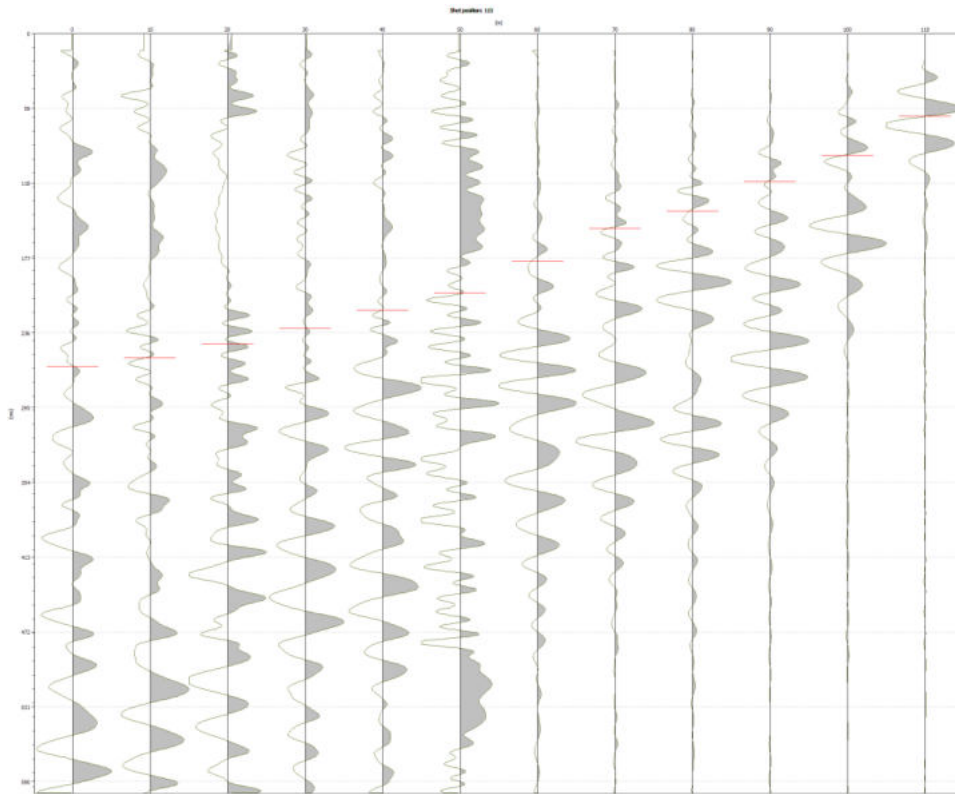
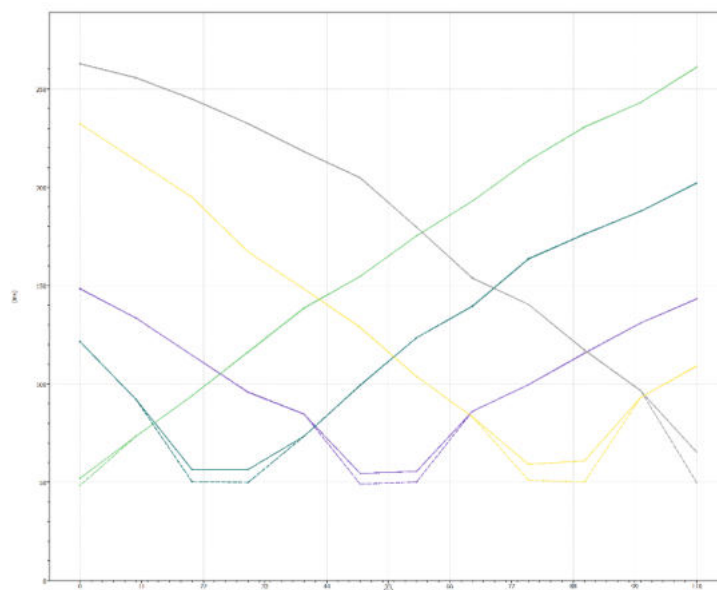


Fig. 38: Acquisizione dati sismici - SHOT 5 (+5 m da G12) con picking onde S.

### ELABORAZIONE IN ONDE S – SRT 2 CON I TEMPI DI ARRIVO (DROMOCRONE) ED OTTIMIZZAZIONE CON ALGORITMO SIRT

L'elaborazione con software SmarTomo restituisce una rappresentazione grafica dei primi arrivi (onde S), registrati dai geofoni (dromocrone), permettendo l'interpretazione dei dati ottenuti tramite ottimizzazione con algoritmo SIRT.



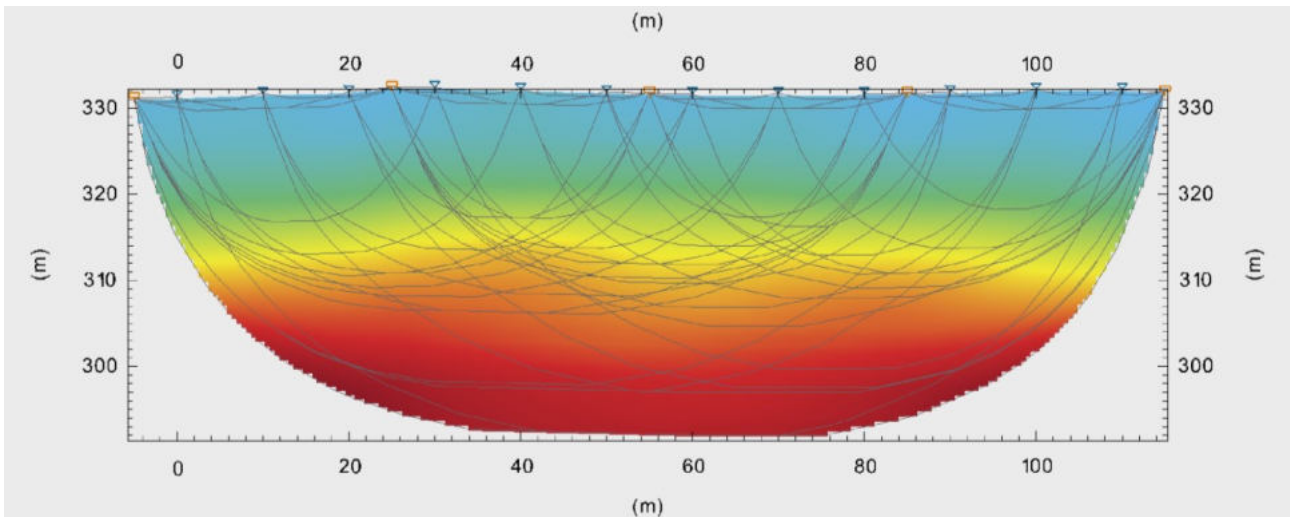


Fig. 39: Elaborazione con tempi di arrivo in onde S (dromocrone, figura in pagina precedente) ed ottimizzazione finale con percorsi dei raggi sismici, basandosi su algoritmo SIRT (figura sopra).

Di seguito verrà fornita un'interpretazione sismo-stratigrafica in onde S.



## ELABORAZIONE TOMOGRAFICA IN ONDE S – SRT 1

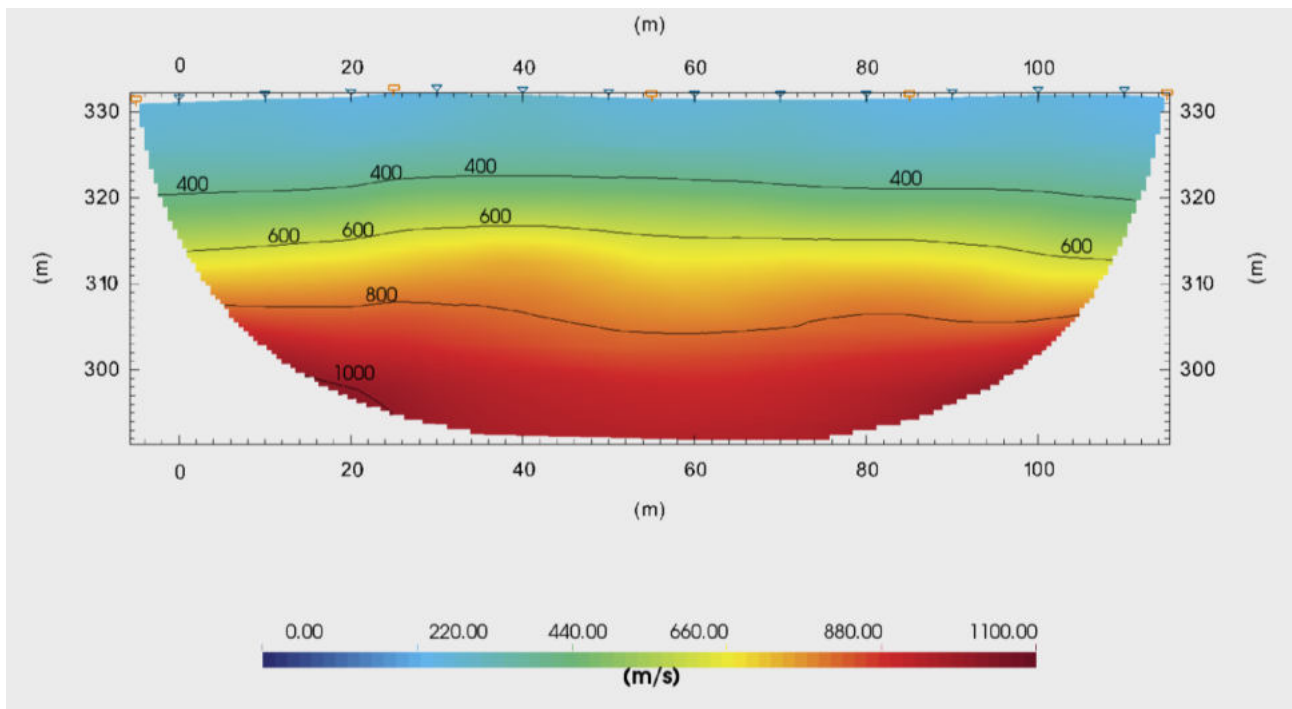


Fig. 40: Elaborazione tomografica in onde S con isolinee di velocità.

Nell'ambito del lavoro, si individuano 4 sismostrati:

- Strato di riporto superficiale e terreni limoso-sabbiosi con ghiaia, caratterizzato da velocità  $V_s$  inferiori a 400 m/s e con spessori mediamente di circa 7-10 m.
- Strato con presenza di ghiaia (da fine a grossolana) e matrice limoso-sabbiosa, il quale si individua mediamente fino alla profondità di circa 15 m p.c., caratterizzato da velocità  $V_s$  inferiori a 600 m/s.
- Strato con presenza di ghiaia più grossolana ed addensata, alternata con intercalazioni di sabbiose più fini, il quale si individua fino alla profondità di circa 25-28 m p.c., caratterizzato da velocità  $V_s$  comprese tra 600 e 800 m/s.

Questo strato, quindi, subisce un aumento di densità e velocità fino ad incontrare l'interfaccia inferiore che lo contraddistingue dal bedrock sismico.

- Substrato (bedrock sismico), il quale si individua alla profondità di circa 25-28 m p.c. ed è caratterizzato da velocità di  $V_s$  superiori a 800 m/s fino a circa 1000 m/s. A quest'ultima velocità, si colloca il tetto superiore della formazione flyschoidale come interpretato dall'indagine sismica SRT 1.

## 6 Conclusioni

Le tecniche geofisiche utilizzate durante questo lavoro hanno permesso di ottenere i seguenti risultati di seguito brevemente riassunti:

- Sono state valutate le velocità  $V_p$  e  $V_s$  per la definizione delle caratteristiche sismo-stratigrafiche dei terreni nell'area di lavoro.
- È stata classificata la zona di studio in suolo di tipo B, in modo conforme a NTC 2018.
- Sono stati calcolati i parametri dinamici del sito per la progettazione in zona sismica secondo normativa vigente.

Baone, Aprile 2021

Dott. Geol. Pier Giorgio Spadon



## 7 Documentazione Fotografica



**DH 3**



**Scoppio con cannoncino (fucile sismico) - SRT 1 in onde P e S**





**Sismica a Rifrazione - SRT 1 in onde P e S**



**Sismica a Rifrazione - SRT 2 in onde P e S**





REGIONE DEL VENETO



## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

# ELABORATI STUDIO DI MZS

**ELABORATO 1:** Carta delle indagini

**ELABORATO 2:** Sezioni geologiche significative e rappresentative del modello di sottosuolo

**ELABORATO 3:** Carta della pericolosità sismica

**ELABORATO 4:** Carta delle frequenze fondamentali e dei rapporti H/V

**ELABORATO 5:** Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (MOPS)

**ELABORATO 6:** Carta di microzonazione sismica

**Committente**

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores

Madrid - ESPAÑA



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)

**SOGGETTI REALIZZATORI**

Dott. Geol. Danilo BELLI

Per. Ind. Geotecnico-Minerario  
Tiziano MATTEN

Dott. Arch. Francesca PIVETTA

**Data:** APRILE 2021

**Versione:** V.01/2021



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI BELLUNO

**NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia**

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

## LEGENDA CARTA DELLE INDAGINI



Sondaggio a carotaggio continuo



Sondaggio da cui sono stati prelevati campioni



Sondaggio con piezometro



Prova penetrometrica in foro (SPT)



Trincea o pozzetto esplorativo



Profilo sismico a rifrazione



Prova sismica in foro tipo Down-Hole



Stazione microtremore a stazione singola

ALTRO



Perimetro area di studio





STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

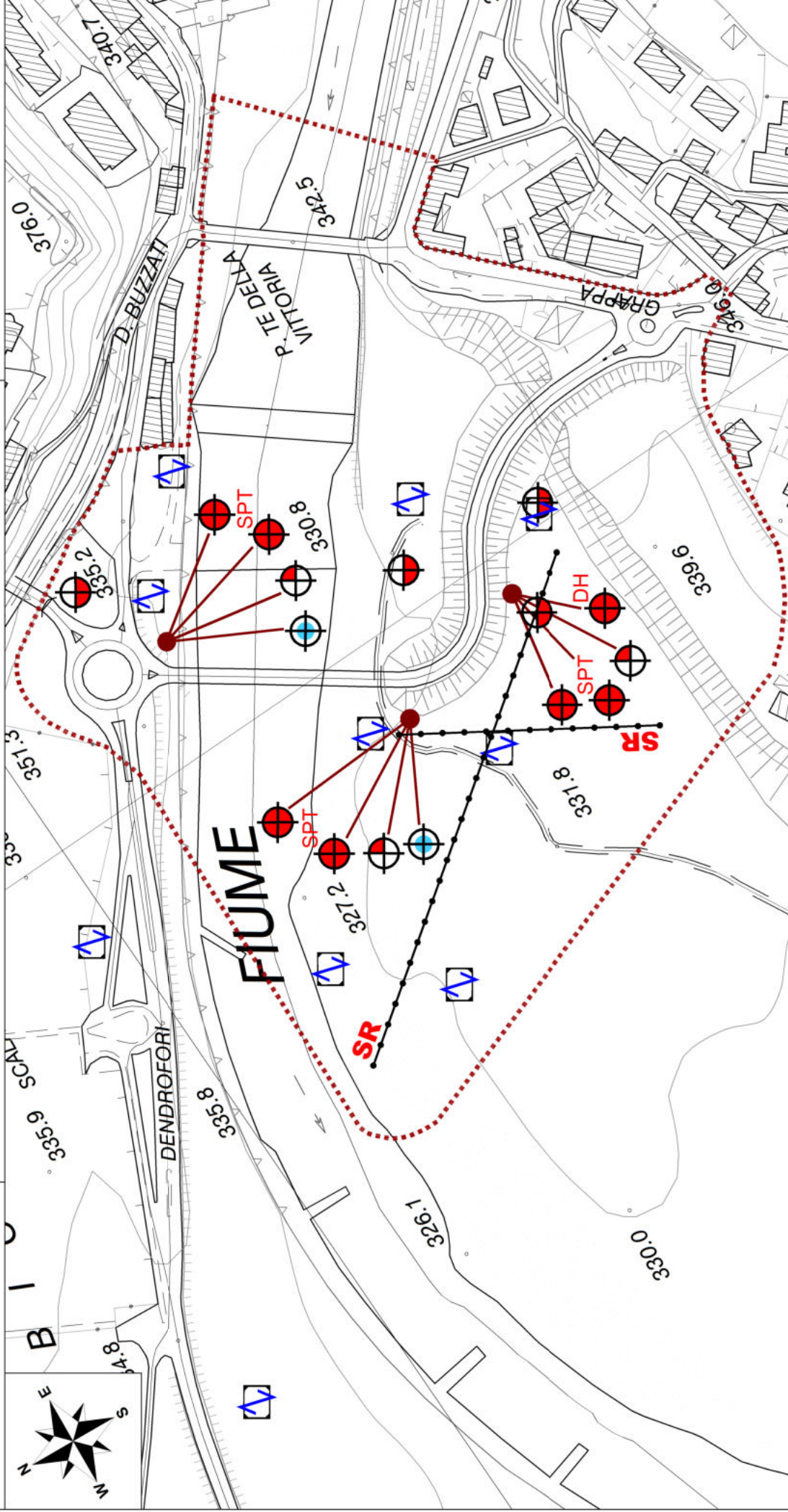
COMUNE DI BELLUNO

## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

**F H E C O R**  Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA



ELABORATO 1

Pag. 2/2

CARTA DELLE INDAGINI

SCALA

1:2.500

DATA

Aprile 2021

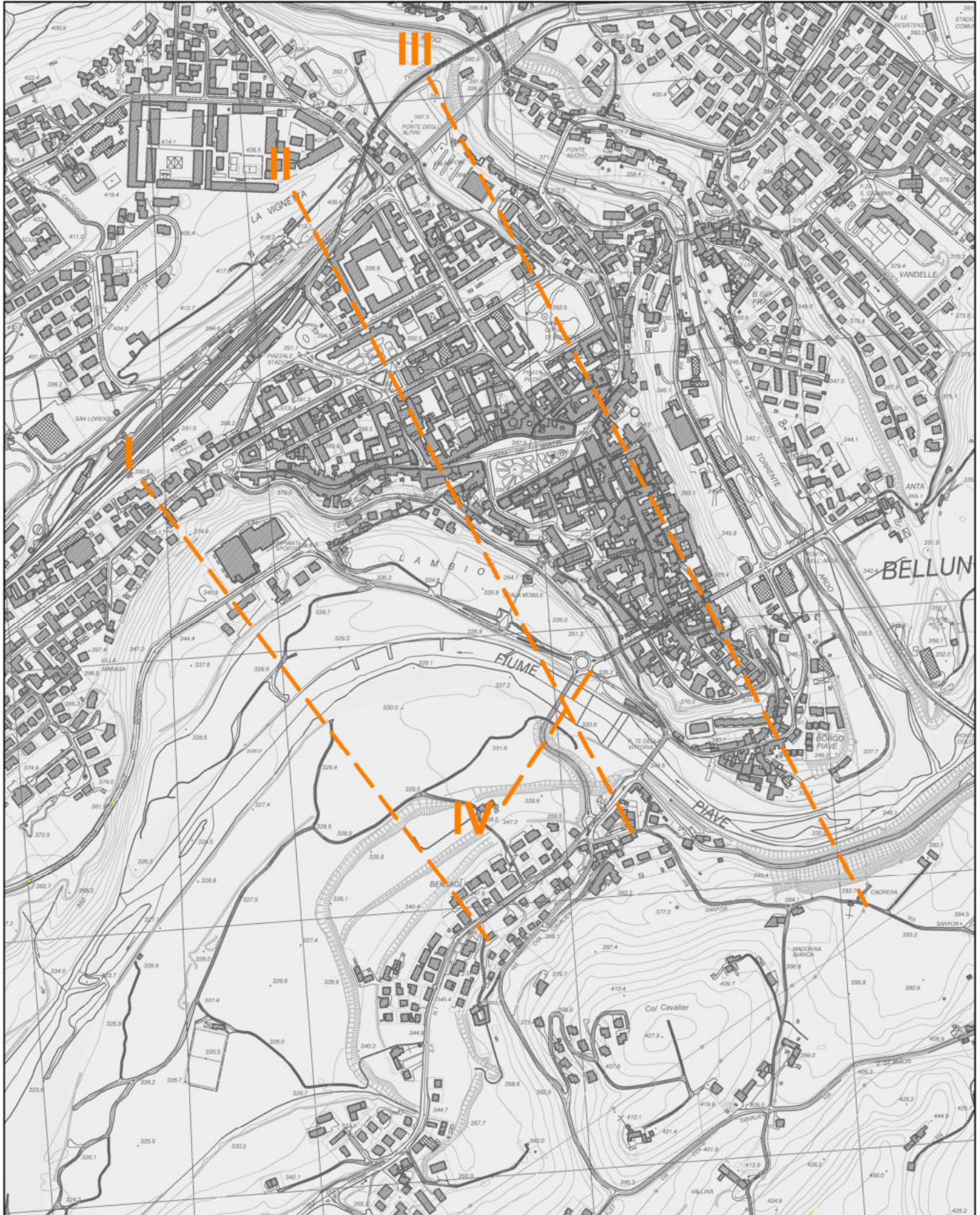
Base cartografica:

- C.T.R.N. Regione del Veneto n.063071 "Belluno"  
Sistema di Riferimento: Monte Mario/Italy Zone 1 (EPSG 3003)

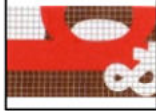




**ESTRATTO C.T.R.N. CON TRACCE DELLE SEZIONI  
GEOLOGICHE SIGNIFICATIVE E RAPPRESENTATIVE  
DEL MODELLO DI SOTTOSUOLO**







STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

COMUNE DI BELLUNO

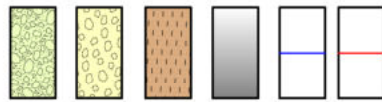
PROVINCIA DI BELLUNO

COMMITTENTE

**Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**  
*Studio di microzonazione sismica di II e III livello*

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

**Legenda**



**Depositi di conoide alluvionale del t. Ardo**

**Depositi alluvionali del f. Piave**

(Spesso interdigitati con i depositi di conoide del t. Ardo; sul fondo depositi fluvioglaciali)

**Depositi fluvioglaciali**

**Substrato litoide - Flysch di Belluno**

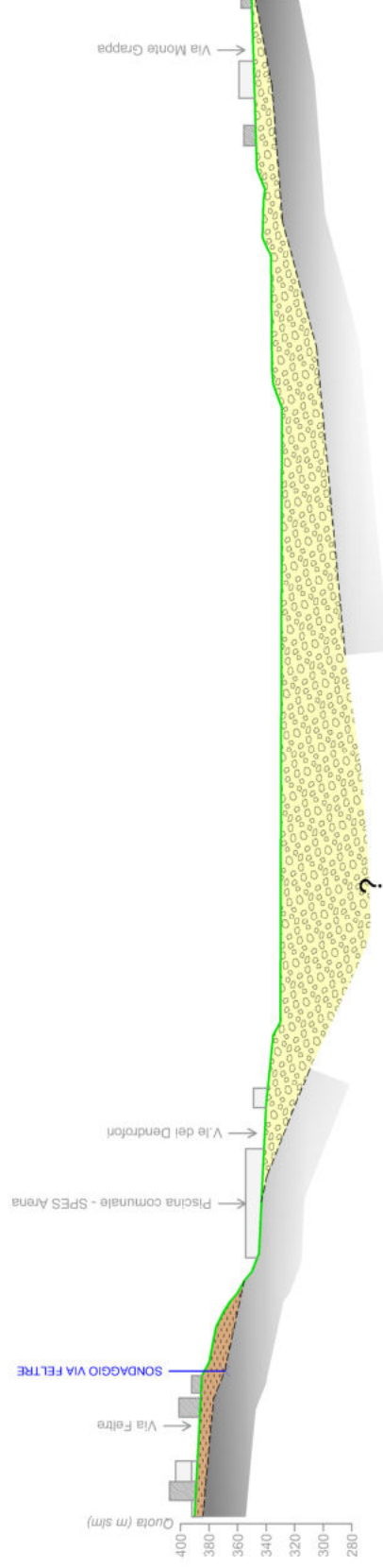
(Riempimento sfumato per andamento incerto)

**Sondaggi che hanno intercettato il substrato o substrato affiorante**

**Sondaggi che non hanno intercettato il substrato**

**Note**

Il contatto fra substrato roccioso e terreni presenta tratto continuo se certo, tratteggiato se derivante da interpretazione dei dati





**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

COMUNE DI BELLUNO








PROVINCIA DI BELLUNO

**Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**  
*Studio di microzonazione sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

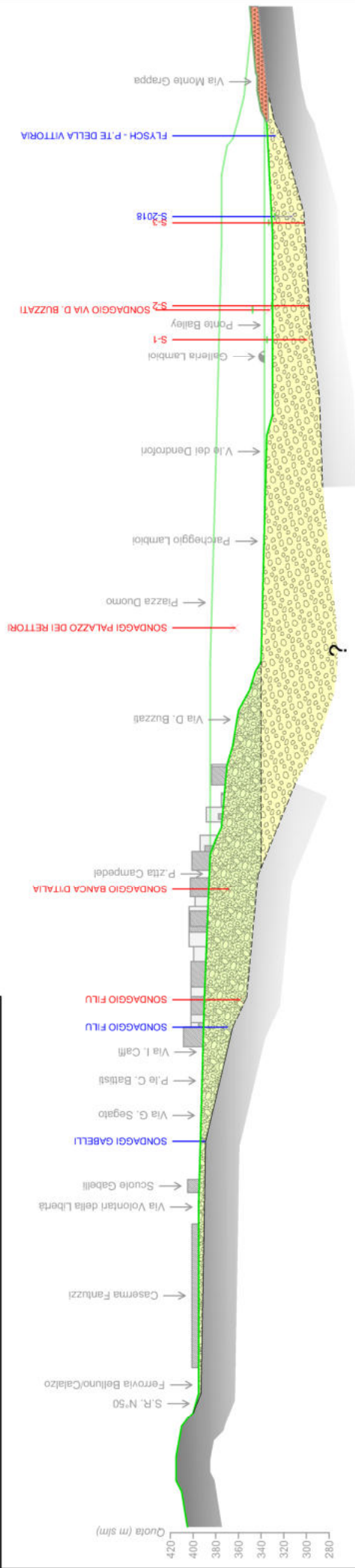
**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

**Legenda**

-  **Depositi di conoide alluvionale del t. Ardo**
-  **Depositi alluvionali del f. Piave**  
(Spesso interdigitati con i depositi di conoide del t. Ardo, sul fondo depositi fluvio-glaciali)
-  **Depositi di frana in roccia (frana del Col Cavalier)**
-  **Substrato litoide - Flysch di Belluno**  
(Riempimento sfumato per andamento incerto)
-  **Vista prospettica del profilo topografico della conoide alluvionale del t. Ardo**
-  **Sondaggi che hanno intercettato il substrato o substrato affiorante**
-  **Sondaggi che non hanno intercettato il substrato**

**Note**

Il contatto fra substrato roccioso e terreni presenta tratto continuo se certo, tratteggiato se derivante da interpretazione dei dati







**STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE**  
Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesimaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

COMUNE DI BELLUNO







PROVINCIA DI BELLUNO

COMMITTENTE

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

**Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**  
*Studio di microzonazione sismica di II e III livello*

**Legenda**

-  **Depositi di conoide alluvionale del t. Ardo**
-  **Depositi alluvionali del f. Piave**  
(Spesso interdigitati con i depositi di conoide del t. Ardo; sul fondo depositi fluvio-glaciali)
-  **Depositi alluvionali del t. Ardo**
-  **Substrato litoide - Flysch di Belluno**  
(Riempimenti sfumato per andamento incerto)
-  **Sondaggi che hanno intercettato il substrato o substrato affiorante**
-  **Sondaggi che non hanno intercettato il substrato**

**Note**

Il contatto fra substrato roccioso e terreni presenta tratto continuo se certo, tratteggiato se derivante da interpretazione dei dati





STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cestomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

COMUNE DI BELLUNO






PROVINCIA DI BELLUNO

COMMITTENTE

**Nuovo Ponte sul Piave a Belluno (BL) - Italia**  
*Studio di microzonazione sismica di II e III livello*

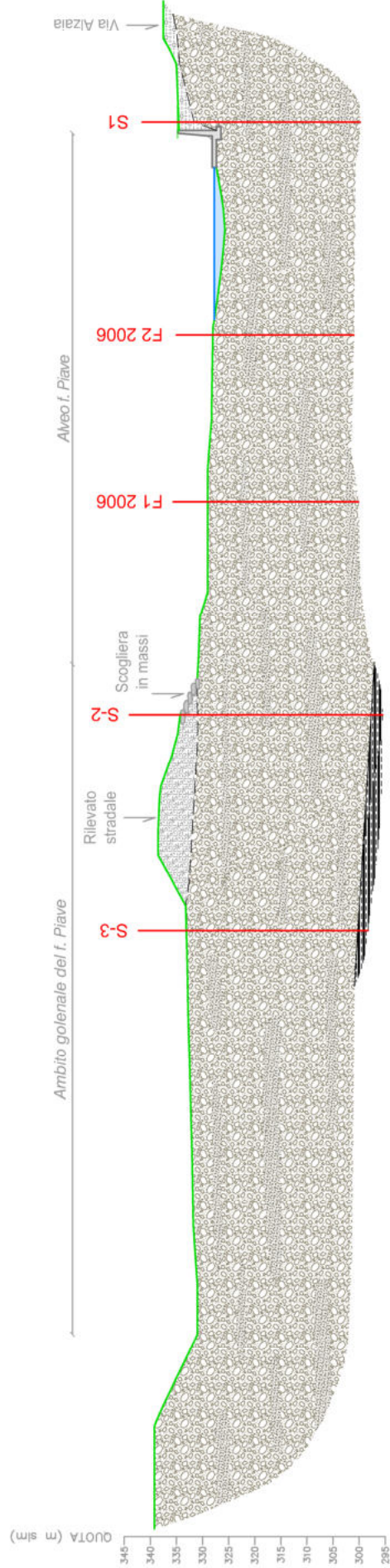
**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

**Legenda**

-  **Rilevato stradale / Terreni di riporto**
-  **Depositi alluvionali recenti con modellazione antropica**  
(Parcheggio di Lambioli, rilevato stradale, rigine in dx idrografica del Piave)
-  **Depositi alluvionali del f. Piave**  
(Alternanze di ghiaie sabbiose, ghiaie ciotolose con livelli sabbiosi)
-  **Depositi fluvio-glaciali**  
(Argille limose, sabbiose e ghiaiose, limi sabbiosi e sabbie con limi grigio-scuro)
-  **Sondaggi che non hanno intercettato il substrato**

**Note**

Il contatto fra substrato roccioso e terreni presenta tratto continuo se certo, tratteggiato se derivante da interpretazione dei dati







## LEGENDA CARTA DELLA PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE (CPSL)

### ZONE SUSCETTIBILI A LIQUEFAZIONE E CEDIMENTI

**P2c**



Zona caratterizzata da coltri di terreno di riporto o che ha subito riempimenti antropici

### ZONE SUSCETTIBILI AD AMPLIFICAZIONI TOPOGRAFICHE

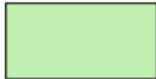
**P3a**



Zona di ciglio  $H > 10$  m

### ZONE SUSCETTIBILI AD AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE O GEOMETRICHE

**P4a**



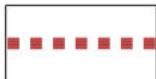
Zona di fondovalle ampia e di pianura con depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi

**P4d**



Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (comprese le coltri loessiche)  
*(Terreni di copertura sul corpo di frana -non attiva- del Col Cavalier)*

### ALTRO



Perimetro area di studio

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI BELLUNO

COMMITTENTE

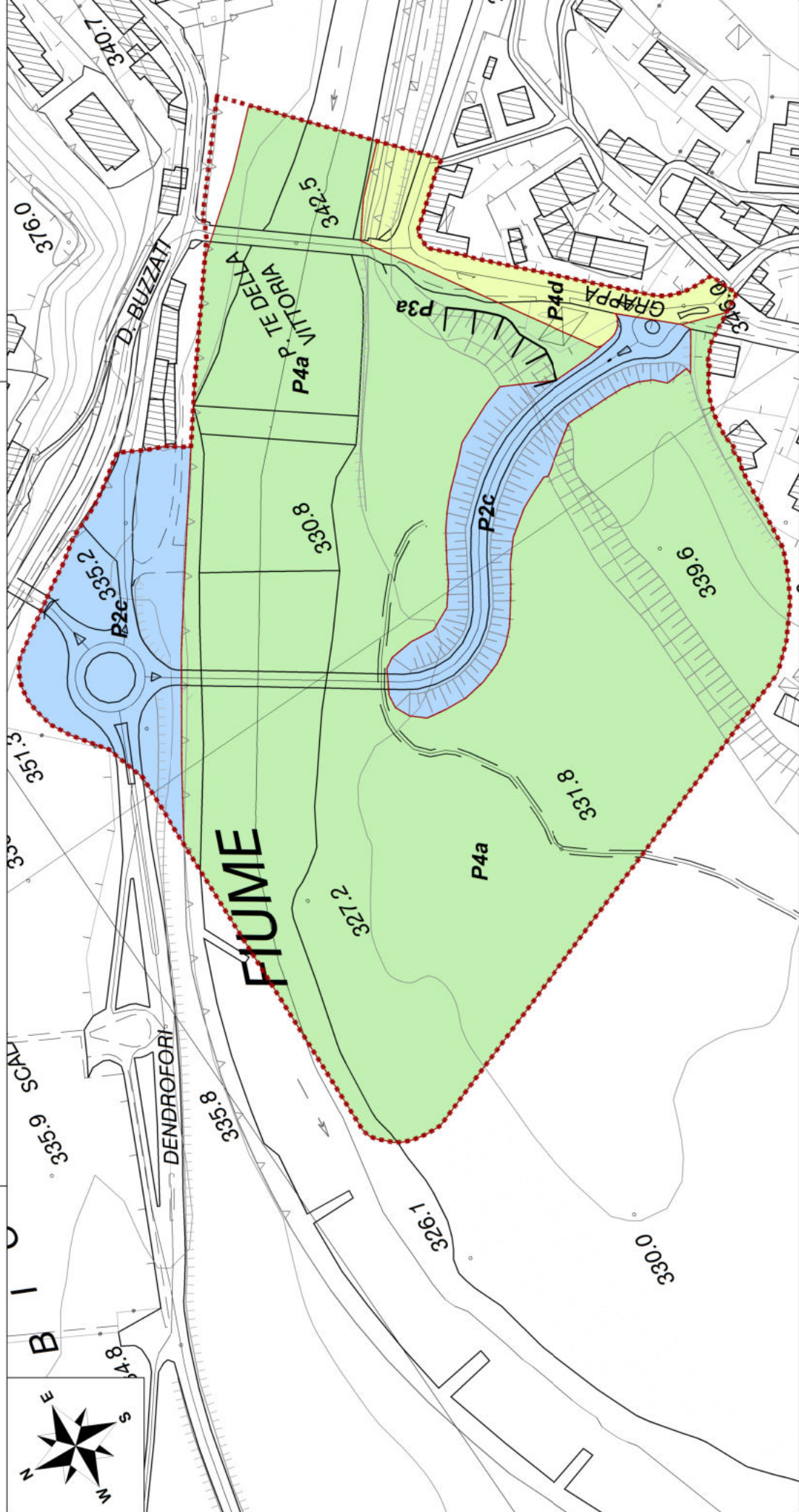
**F H E C O R**  **Ingenieros Consultores**  
Madrid - ESPAÑA

STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE

Dott. Geol. Danilo BELLI  
Cesiomaggiore (BL)

# NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*



ELABORATO 3  
Pag. 2/2

**CARTA DELLA PERICOLOSITA'  
SISMICA LOCALE (CPSL)**

SCALA  
1:2.500

DATA  
Aprile 2021

Base cartografica:  
- C.T.R.N. Regione del Veneto n.063071 "Belluno"  
Sistema di Riferimento: Monte Mario/Italy Zone 1 (EPSG 3003)



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI BELLUNO

**NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia**

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

## LEGENDA CARTA DELLE FREQUENZE FONDAMENTALI E DEI RAPPORTI H/V

### FREQUENZE FONDAMENTALI



Frequenza fondamentale  $f > 6$  Hz



Frequenza fondamentale  $4 < f < 6$  Hz



Frequenza fondamentale  $2 < f < 4$  Hz

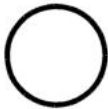
### RAPPORTI H/V



$2 < H/V < 4$

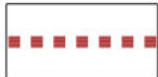


$2 < H/V < 4$



$H/V > 5$

### ALTRO



Perimetro area di studio

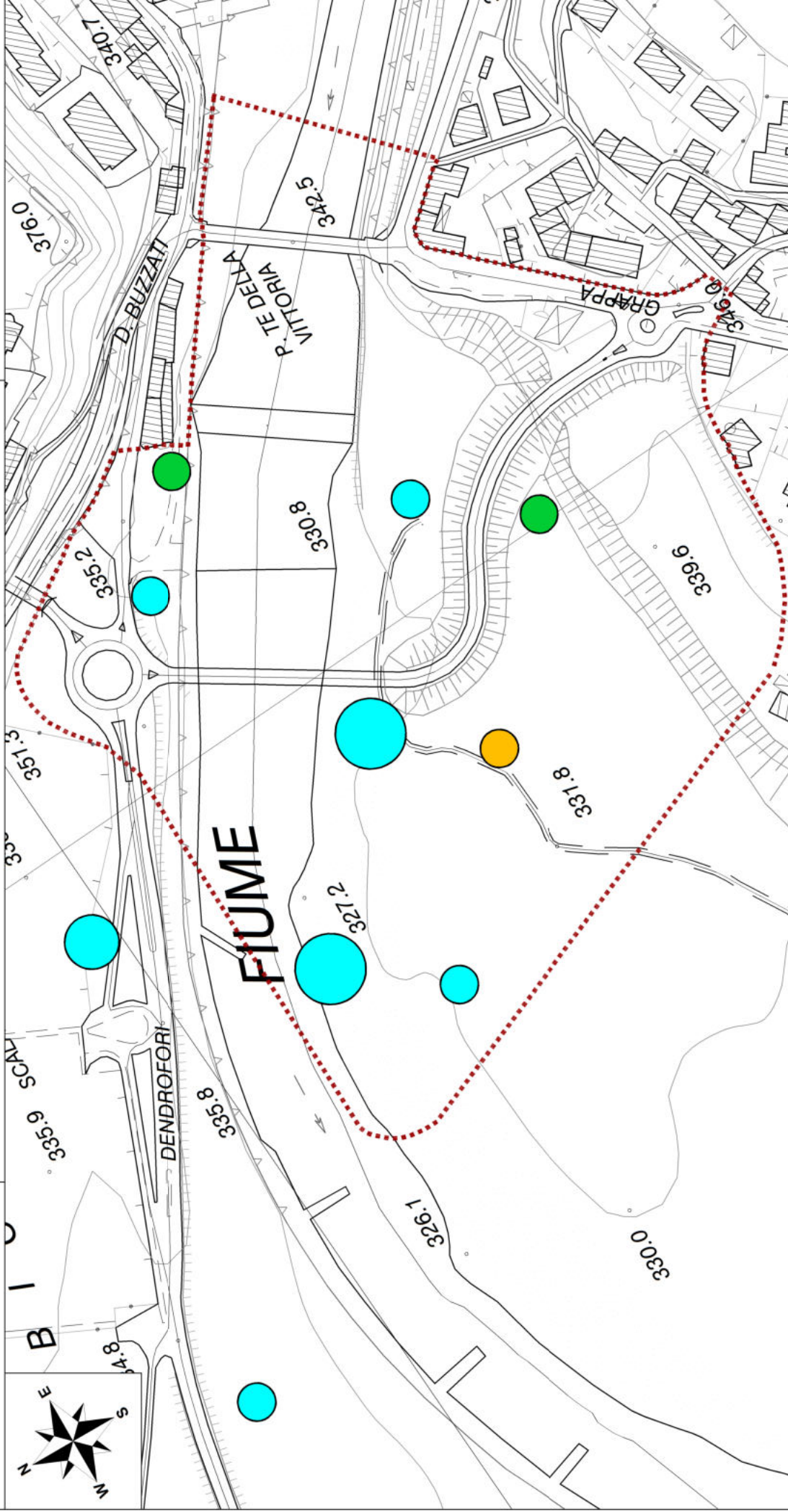


# NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA







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

### ZONE STABILI

**1041**

1041  
Alternanza di litotipi - stratificato

### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI

**2008**

ZONA 8  
Terreni GM sp. med. 0-15 m posti su substrato tipo 1041 (ALS)

**2009**

ZONA 9  
Terreni GM sp. med. 15-30 m posti su substrato tipo 1041 (ALS)

**2010**

ZONA 10  
Terreni GM sp. med. > 30 m posti su substrato tipo 1041 (ALS)

**2011**

ZONA 11  
Terreni RI sp. med. 3-5 m posti su terreni GM (sp. med. tot.  $\geq$  30 m) posti su substrato 1041 (ALS)

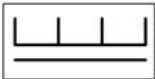
**2012**

ZONA 12 (*Corpo di frana del Col Cavalier stabilizzato*)  
Terreni GM-GC sp. med. 5-10 m posti su substrato 1041 (ALS)

**2013**

ZONA 13  
Terreni RI sp. med. 2 m posti su terreni GM (sp. med. 0-15 m) posti su substrato 1041 (ALS)

### FORME DI SUPERFICIE E SEPOLTE



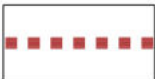
Orlo di terrazzo fluviale (10-20 m)

### RUMORE AMBIENTALE



Stazione microtremore a stazione singola

### ALTRO



Perimetro area di studio



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

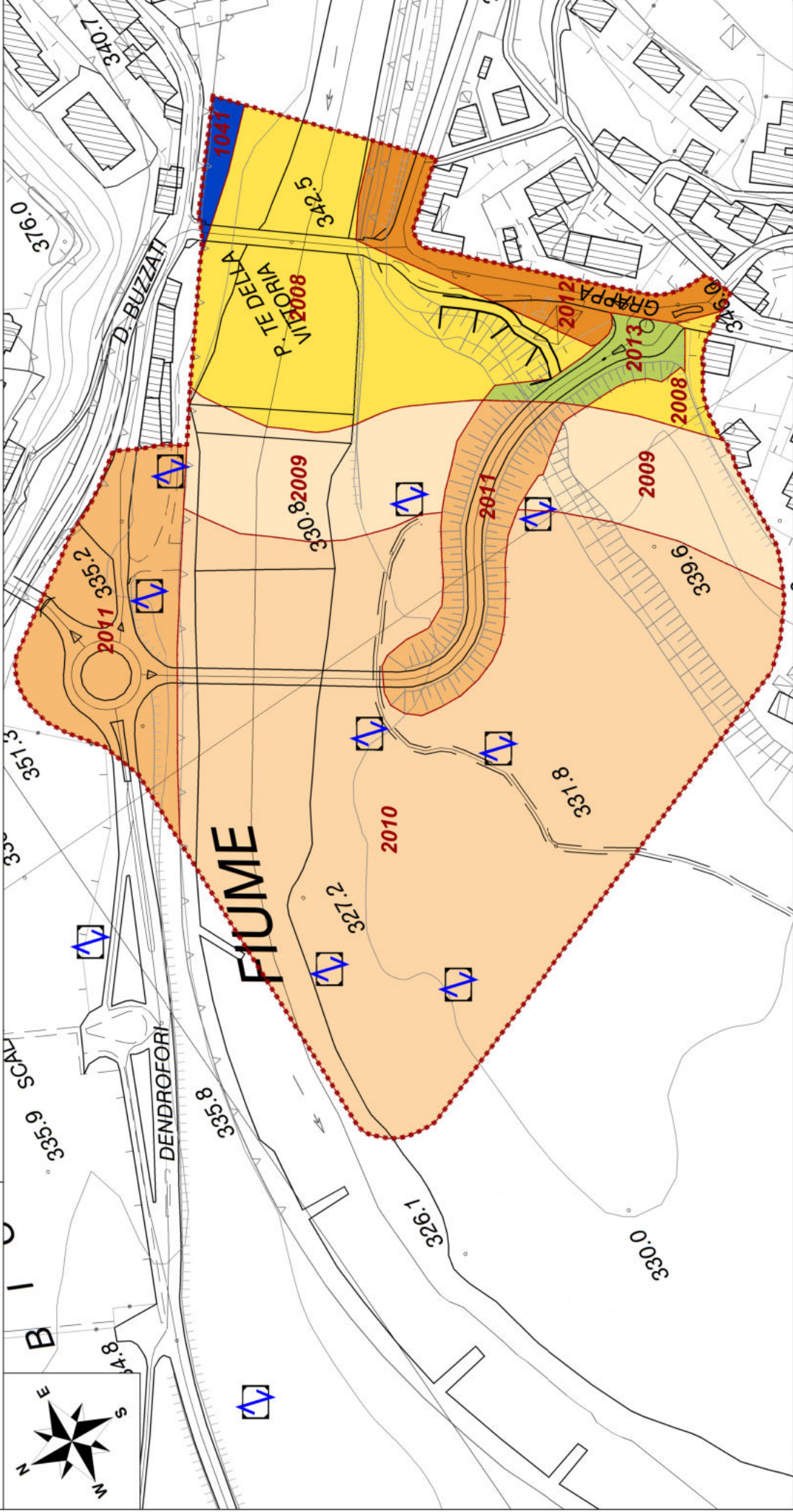
COMUNE DI BELLUNO

## NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

**F H E C O R**  Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA



ELABORATO 5

Pag. 2/2

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

SCALA

1:2.500

DATA

Aprile 2021

Base cartografica:

- C.T.R.N. Regione del Veneto n.063071 "Belluno"  
Sistema di Riferimento: Monte Mario/Italy Zone 1 (EPSG 3003)



STUDIO DI GEOLOGIA  
GEOTECNICA GEOFISICA E  
AMBIENTE  
Dott. Geol. Danilo BELLÌ  
Cesiomaggiore (BL)

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI BELLUNO

COMUNE DI BELLUNO

**NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia**

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

**F H E C O R** ■ Ingenieros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

## LEGENDA CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

### ZONE STABILI



FA= 1,0

### ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONI LOCALI



FA= 1,3 - 1,4

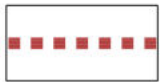


FA= 1,5 - 1,6



FA= 1,7 - 1,8

### ALTRO



Perimetro area di studio

### NOTE RELATIVE ALLE CLASSI DI DISTINZIONE

*CLASSE FA= 1,0: valori di Fa < 1,04*

*CLASSE FA= 1,3 - 1,4: valori di Fa compresi fra 1,25 e 1,44*

*CLASSE FA= 1,5 - 1,6: valori di Fa compresi fra 1,45 e 1,64*

*CLASSE FA= 1,7 - 1,8: valori di Fa compresi fra 1,65 e 1,84*



# NUOVO PONTE SUL PIAVE A BELLUNO (BL) - Italia

*Studio di Microzonazione Sismica di II e III livello*

COMMITTENTE

**F H E C O R**  Ingegneros Consultores  
Madrid - ESPAÑA

