

COMUNE DI CORNEDO VICENTINO

**DOMANDA RINNOVO CON MODIFICHE AUTORIZZAZIONE IMPIANTO DI
AUTODEMOLIZIONE**

**ALLEGATO 4 - Relazione geologica Savegnago
RELAZIONE TECNICO DESCRITTIVA**

Gennaio 2020

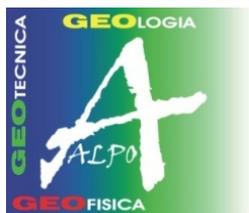
Il richiedente: **SAVEGNAGO RENATO SRL**

Sede Legale e operativa: Via Grigio n° 23 – 36073 Cornedo Vicentino (VI)

Elaborato N.1

Allegato

4



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA

GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE

DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO



**COMUNE DI
CORNEO VICENTINO
PROVINCIA DI VICENZA**



COMMITTENTE

SAVEGNAGO RENATO

**RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA
RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA CENSITA DAL PAI DEL
BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO**

L'AUTORE SI RISERVA LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO AI SENSI DI LEGGE, CON DIVIETO DI RIPRODURLO IN OGNI SUA PARTE E COMUNQUE
RENDERLO NOTO A TERZI SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE

DATA: GIUGNO 2019

IL TECNICO


ORDINE DEI GEOLOGI
Dr. Geol.
MATTEO
SCALZOTTO
N° 652
REGIONE DEL VENETO

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
Tel. 3382727007

Web: www.alpogeo.it - www.alpogeo.com mail: info@alpogeo.it - studiogeologia.sf@libero.it

COMUNE DI CORNEDO VICENTINO

PROVINCIA DI VICENZA

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

1. INTRODUZIONE
2. RELAZIONE GEOLOGICA
3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO
4. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO
5. CONCLUSIONI

1. INTRODUZIONE

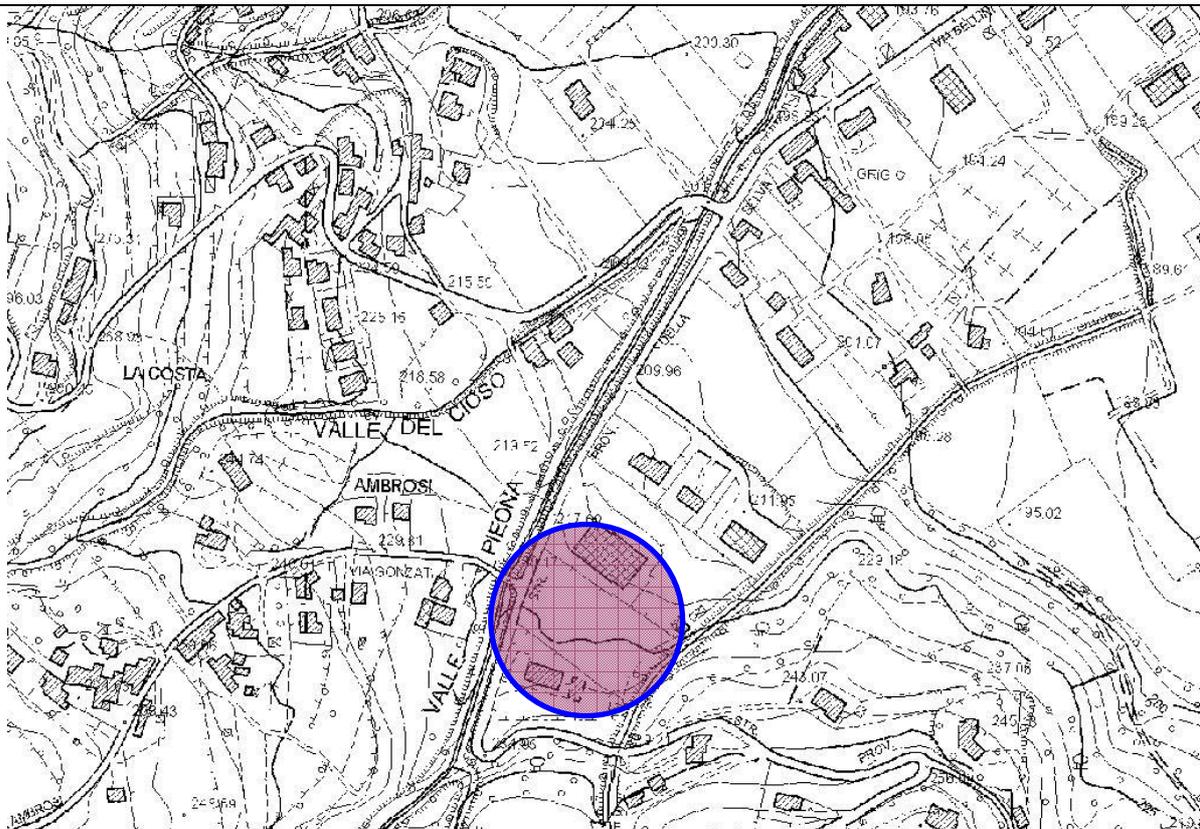
Su incarico della ditta Savegnago Renato lo scrivente ha esaminato l'area di proprietà classificata dal PAI del Brenta-Bacchiglione come area di attenzione a pericolosità geologica sita in via Grigio.

Al fine di fornire un'adeguata caratterizzazione geologico-tecnica e idrogeologica dei terreni interessati sono state eseguite le seguenti indagini:

- utilizzo di informazioni bibliografiche sull'area;
- un rilievo geologico di superficie al fine di identificare le litologie affioranti e la morfologia del territorio;
- n. 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) spinte fino al rifiuto strumentale,
- n. 1 indagine sismica a stazione singola HVSR per la determinazione della categoria sismica di sito, la stima della simostratigrafia in onde d di taglio (S) e la valutazione di possibili effetti di amplificazione di sito
- n. 2 prospezioni sismiche a rifrazione in onde compressionali (P) con elaborazione tomografica 2D per l'esame della continuità spaziale dei sismo strati individuati.

Tali indagini sono altresì necessarie per caratterizzare l'area di attenzione geologica come definito dalle NTA del PAI.

L'area in esame è ubicata in via Grigio nella zona centro-occidentale del Comune di Cornedo Vicentino ad una quota di circa 224 m s.l.m.m.. Per l'ubicazione si fa riferimento alla CTR.



Ubicazione dell'area su estratto da CTR



Rilievo aerofotogrammetrico (2006)

2. RELAZIONE GEOLOGICA

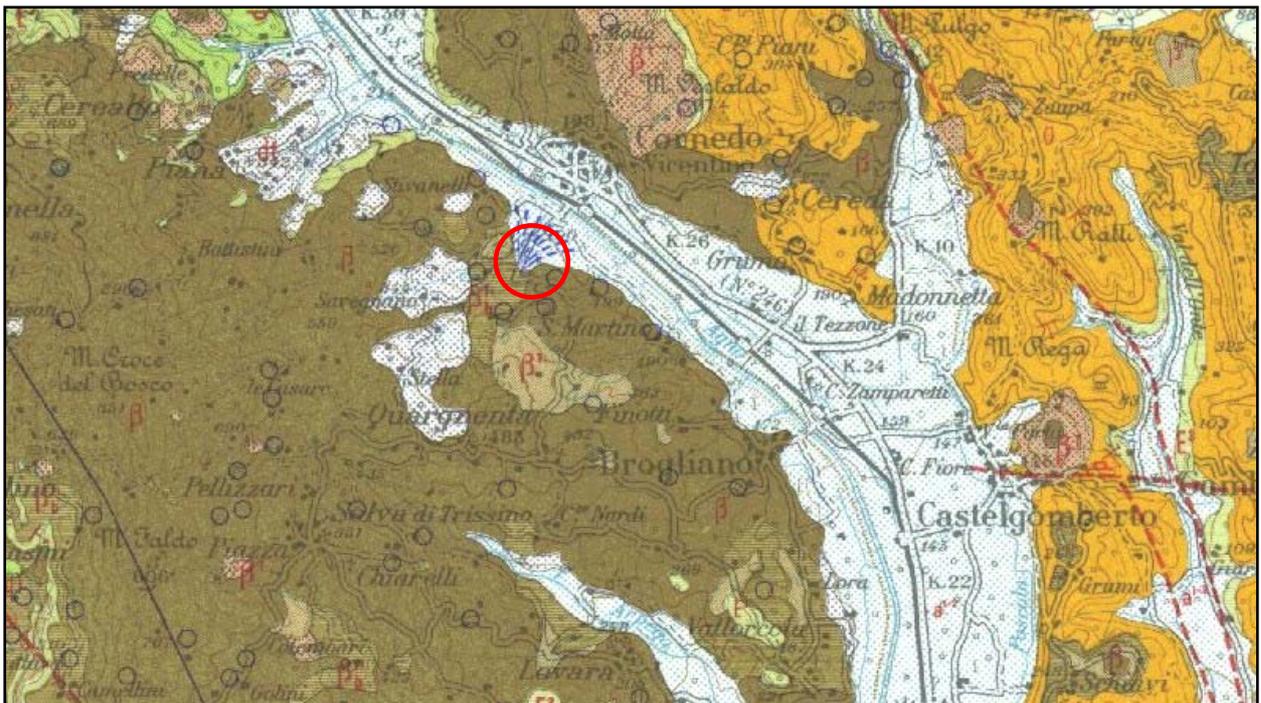
Geologia: la media vallata dell'Agno è caratterizzata quasi interamente da un complesso di rocce eruttive basaltiche che sovrastano stratigraficamente le unità sedimentarie cretacee e a cui sono intercalate le unità calcaree eoceniche, da cui si estraevano i famosi "Marmi del Chiampo".

Queste litologie rappresentano i prodotti dell'attività eruttiva basica terziaria che interessò il Veneto occidentale e il Trentino meridionale tra il Paleocene superiore (60 Ma ca.) e l'Oligocene superiore (25 Ma ca.) e si depositarono all'interno del graben dell'Alpone-Agno, una struttura tettonica distensiva che si formò nel Paleocene e che permise l'accumulo di grosse quantità di materiali vulcanici (potenza anche di 500 m).

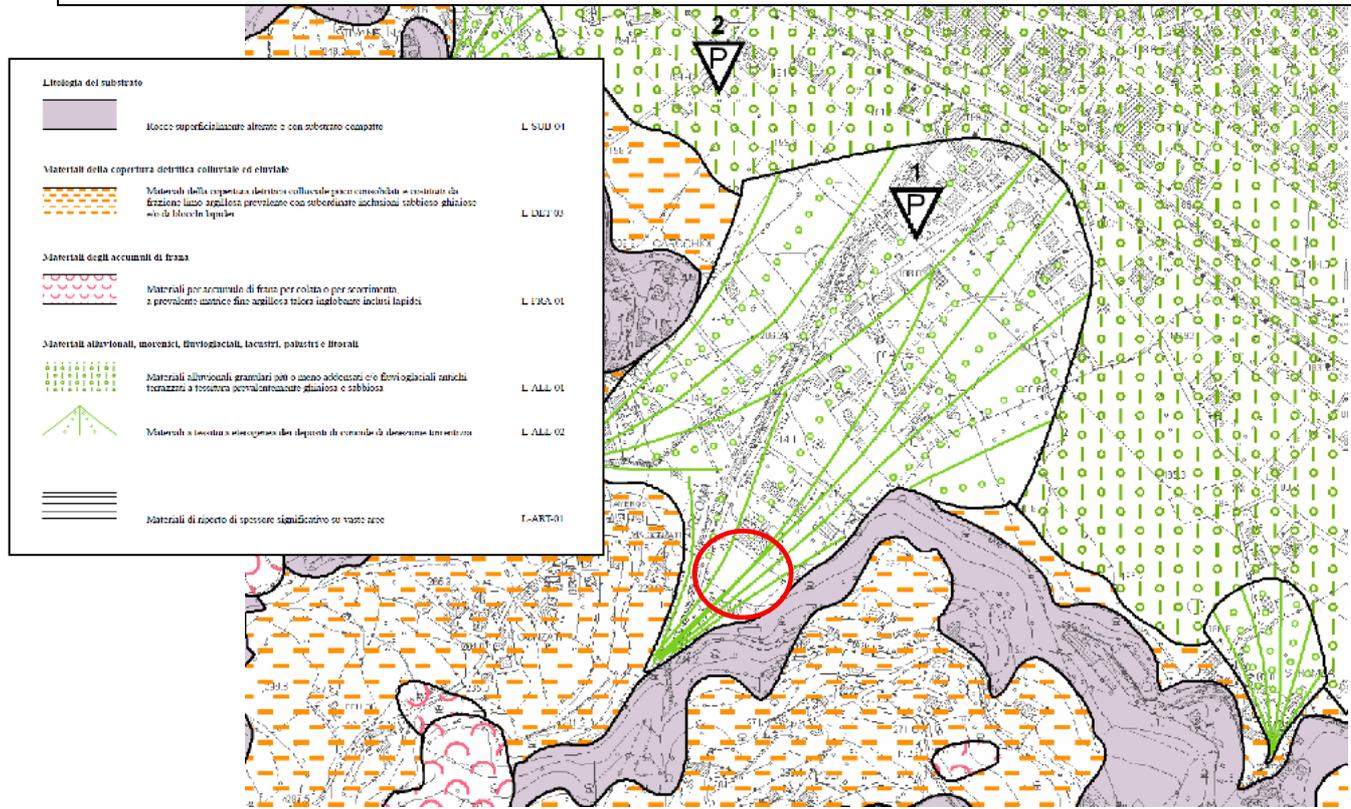
Il lotto è caratterizzato dalla presenza della coltre di alterazione argillosa dello spessore di circa 3-4 m, che sovrasta i depositi di conoide consolidati, posti al di sopra delle vulcanoclastiti eoceniche, dapprima clastiche, poi effusive in profondità.

Dal punto di vista strutturale la zona è inseribile all'interno del semigraben Alpone-Agno, una fossa tettonica all'interno della quale si depositarono le vulcaniti eoceniche. Le lineazioni principali presenti nell'area sono parallele alla faglia di Castelvero con direzione NW-SE. La stessa Valle del Chiampo sembra essere impostata su una faglia con queste caratteristiche, almeno fino a Chiampo. Infatti più a sud la valle si dirige più a est, seguendo l'andamento della faglia Schio-Vicenza. Altre lineazioni di minore importanza sono riconducibili alla fase di decompressione Nealpina che ha generato una serie di sovrascorrimenti sud vergenti con direzione NE-SW.

La struttura tettonica della valle è molto semplice poiché le varie formazioni rocciose assumono giaciture con deboli e costanti inclinazioni verso lo sbocco della vallata.



Estratto della Carta Geologica d'Italia (Foglio 49 "Verona"), in rosso l'area indagata;



Estratto della carta litologica del PAT di Brogliano (Dolomiti Studio, 2009), in rosso l'area indagata

Litotipi affioranti: i litotipi affioranti da più antico al più recente sono:

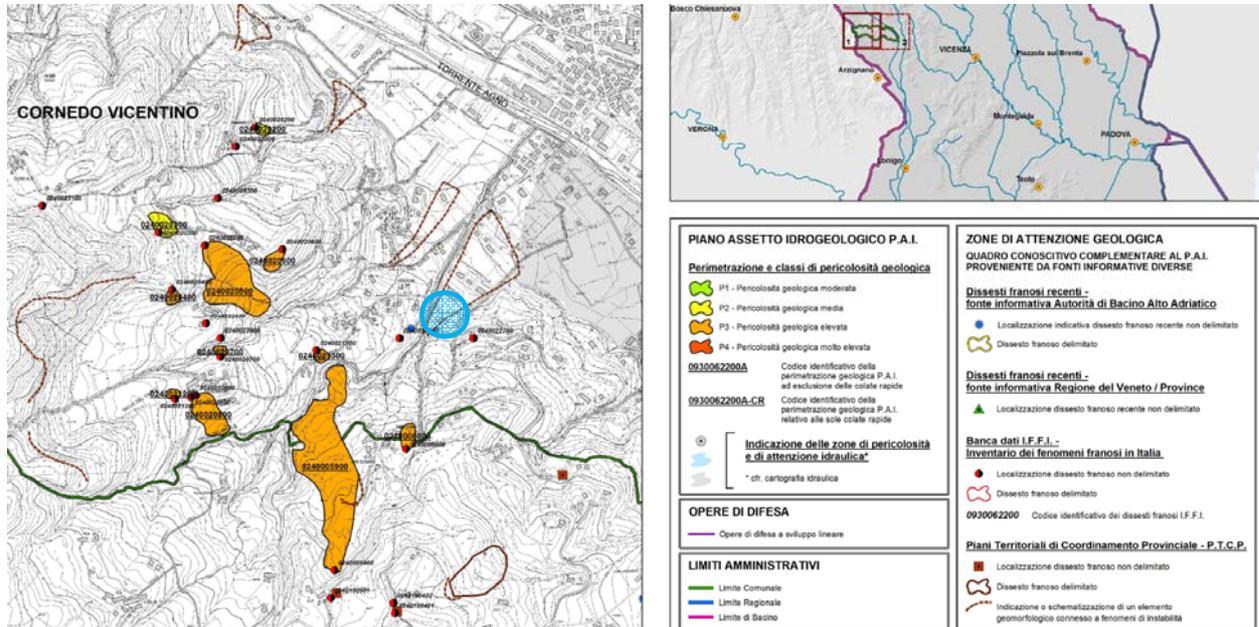
- **Depositi colluviali (Quaternario):** si trovano su versanti con inclinazioni molto deboli, contribuendo al mascheramento del substrato roccioso. I più diffusi sono i depositi colluviali argilloso-limoso-sabbiosi con rari inclusi basaltici. Questi materiali colluviali presentano una certa omogeneità granulometrica e litologica, in stretta relazione alle caratteristiche della roccia madre, anche se spesso contengono elementi grossolani estranei. Si possono considerare tra i terreni più pericolosi per la stabilità dei versanti in questa zona.
- **Vulcaniti clastiche (Eocene):** tufi, ialoclastiti e ialoclastiti varicolori basaltici degli accumuli esplosivi sottomarini e subaerei e delle colate sottomarine, di colore giallastro-rossastro, stratificati e rimaneggiati.
- **Vulcaniti effusive (Eocene):** lave di colata, lave di camino, lave a cuscino, lave protoclastiche sottomarine. Sono caratterizzate da un chimismo basico (nefeliniti, ankararitri con meno del 40% di SiO₂; basalti alcalini ad olivina, latibasalti) i più antichi caratterizzati da un carattere alcalino (sodico e potassico), con un trend toleítico i più recenti. La genesi del magma alcalino può essere descritta come il risultato di una fusione parziale del mantello superiore (60-70 km di profondità);

Geomorfologia: la valle dell'Agno ha una forma lunga e stretta che consente l'esistenza di un unico corso d'acqua di discrete dimensioni. Nella valle principale s'immettono invece innumerevoli brevi vallette trasversali, che drenano bacini di dimensioni sempre molto limitate.

I versanti vallivi della Valle dell'Agno sono caratterizzati da notevole variabilità delle pendenze e soprattutto da frequenti rotture di pendio, particolarmente accentuate nella parte centrale e meridionale del bacino. Questi aspetti morfologici sono in stretta relazione con la natura litologica e le caratteristiche tettoniche delle diverse formazioni rocciose: la simmetria dei profili dei versanti rispecchia la struttura tettonica semplice, mentre il tipico andamento a gradinata deriva dai caratteri della serie stratigrafica, formata da alternanza di litotipi erodibili con litotipi resistenti.

La valle dell'Agno è caratterizzata da moltissimi movimenti franosi, localizzati soprattutto nella fascia di versante formata dal complesso eruttivo basaltico. I dissesti quasi mai interessano il substrato roccioso, ma solo la coltre di copertura che pressoché ovunque nasconde il substrato. Tale coltre, prevalentemente argillosa, può raggiungere spessori anche di 15-20 m.

L'area si trova sul versante occidentale della valle dell'Agno, che degrada in questo tratto dolcemente verso nord-est ed è caratterizzato dalla presenza di un'area caratterizzata da un elemento geomorfologico connesso a fenomeni d'instabilità censita dall'Autorità di Bacino del Brenta-Bacchiglione.



Estratto della Carta della pericolosità del Rischio Geologico (Progetto di piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione) con l'indicazione dell'area in esame;



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

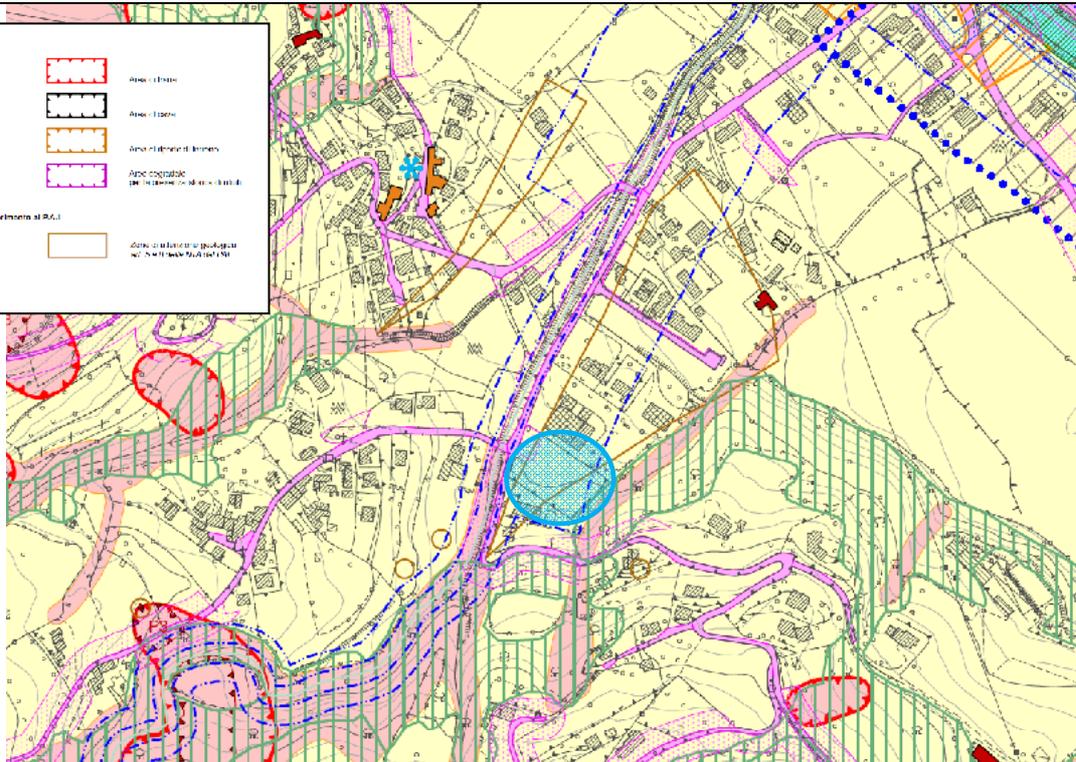
RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

Fig.10A

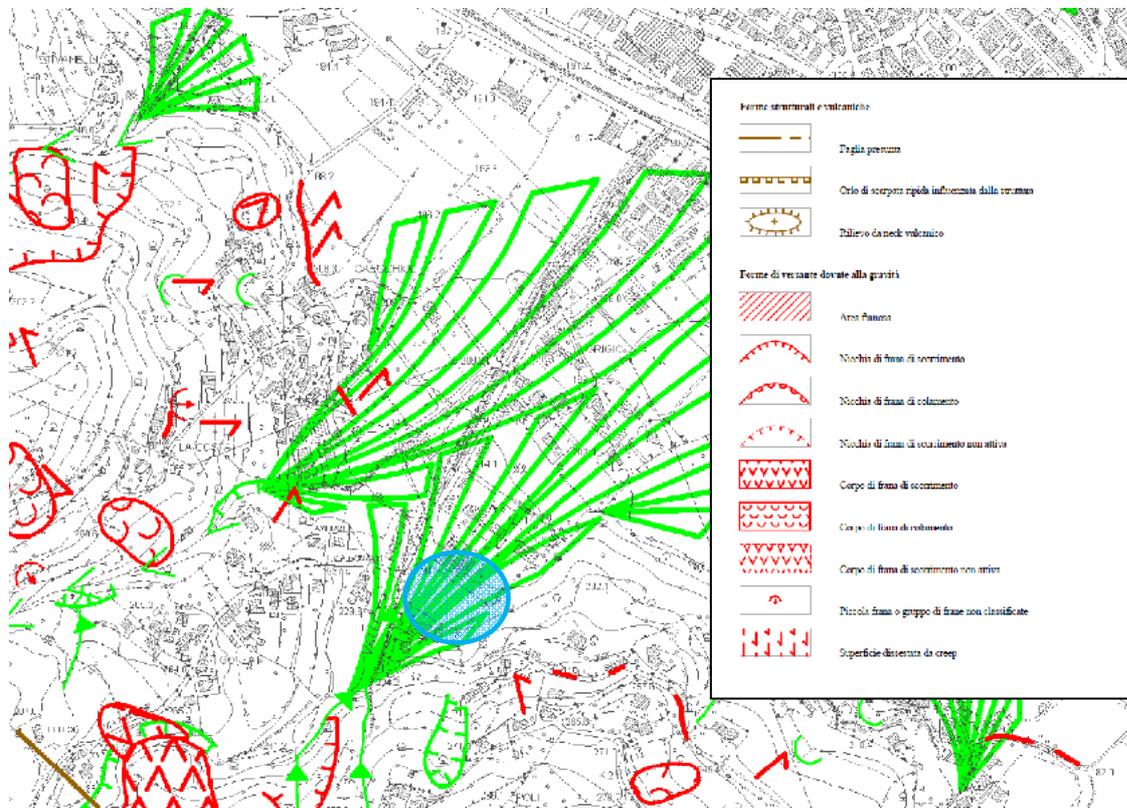
	Area di rischio		Area di frana
	Area di rischio con frana		Area di erosione
	Area non idonea		Area di frana di terreno
			Area copribile per l'edificazione di edifici civili

Area a pericolosità idraulica e morfologica in riferimento al R.G.I.

	Pericolosità idraulica (R.G.I. 1/1000)		Area di rischio geotecnico (R.G.I. 1/1000)
	Pericolosità idraulica (R.G.I. 1/10000)		



Estratto della Carta dei vincoli del P.I. con l'indicazione dell'area in esame;



Forme strutturali e vulcaniche

	Taglia precure	M-S18-09
	Orlo di scoppio ripidi influenzato dalle rotture	M-S28-12
	Talero da neck vulcanico	M-S28-16

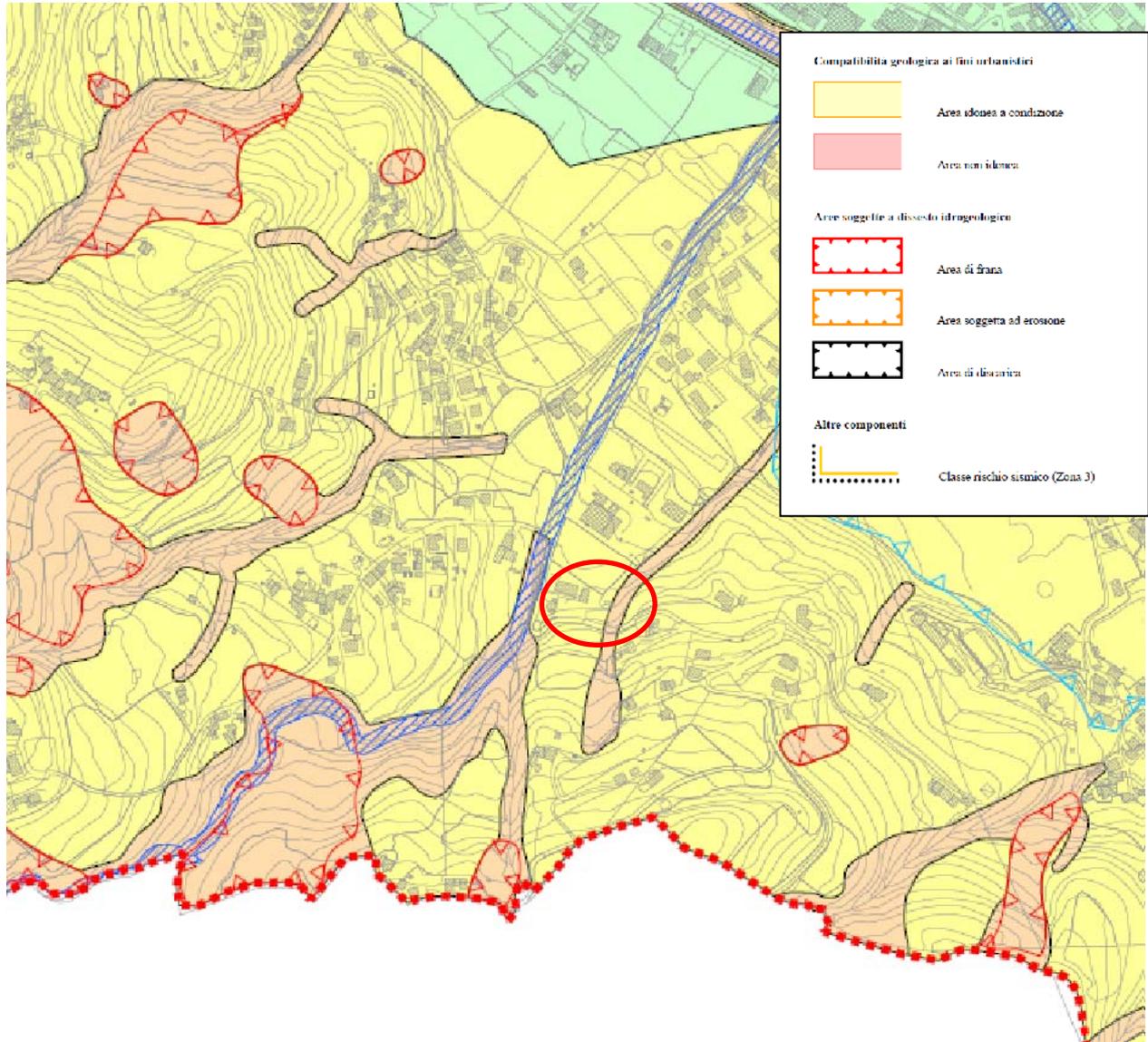
Forme di versante dovute alla gravità

	Area frana	M-S18-0
	Nucleo di frana di scorrimento	M-G28-00
	Nucleo di frana di colamento	M-G28-03
	Nucleo di frana di scorrimento non attivo	M-G28-05
	Corpo di frana di scorrimento	M-G28-08
	Corpo di frana di colamento	M-G28-09
	Corpo di frana di scorrimento non attivo	M-G28-11
	Piccola frana o gruppo di frane non classificate	M-G28-13
	Superficie dissestata da creep	M-G28-14

Estratto della carta geomorfologica del PAT di Brogliano (Dolomiti Studio, 2009), in blu l'area indagata

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
Tel. 3382727007

Come si evince dalla carta delle fragilità l'area in esame è classificata come area idonea a condizione.



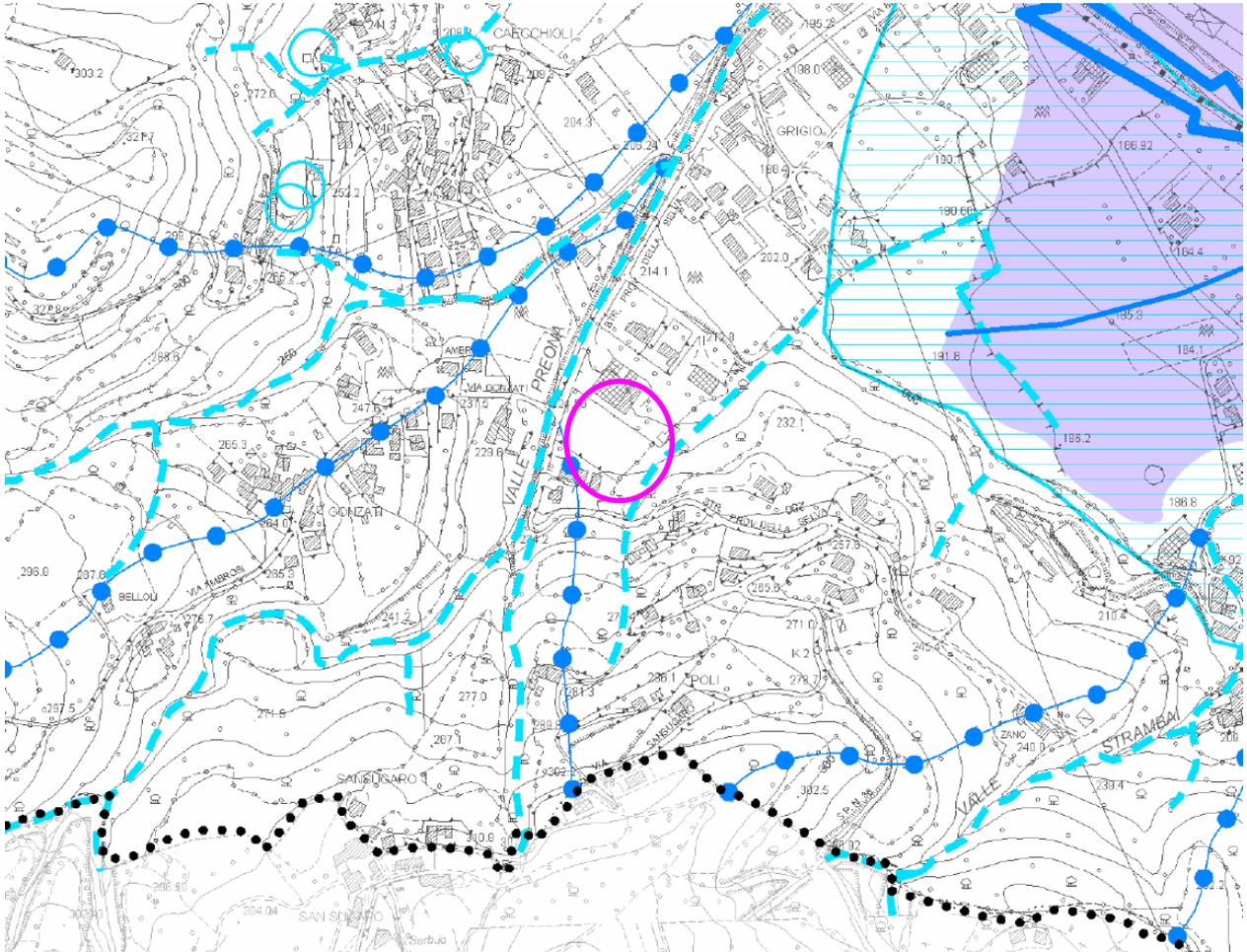
Estratto della carta delle fragilità del PAT (Dolomiti Studio, 2009), in rosso l'area indagata

Idrologia: Il reticolato idrografico del versante in esame si presenta molto articolato con solchi di ruscellamento concentrato, che confluiscono in incisioni torrentizie maggiori ad elevata capacità erosiva, che affluiscono a loro volta nel torrente Agno con direzione prevalente E-W. Tali corsi d'acqua con disposizione quasi perpendicolare al torrente principale hanno un decorso su dislivelli che raggiungono al massimo i 700 metri, ma mediamente si aggirano intorno ai 300-400 metri. Pertanto, drenano bacini imbriferi di limitata superficie e presentano deflussi solo in occasione di eventi piovosi particolarmente intensi, convogliando rapidamente le acque meteoriche verso il fondovalle con tempi di corrvazione piuttosto ristretti. Molti sono stati sistemati con opere idraulico-forestali quali briglie, cunettoni e opere di difesa spondale, comunque insufficienti a contenere i trasporti in massa in occasione di

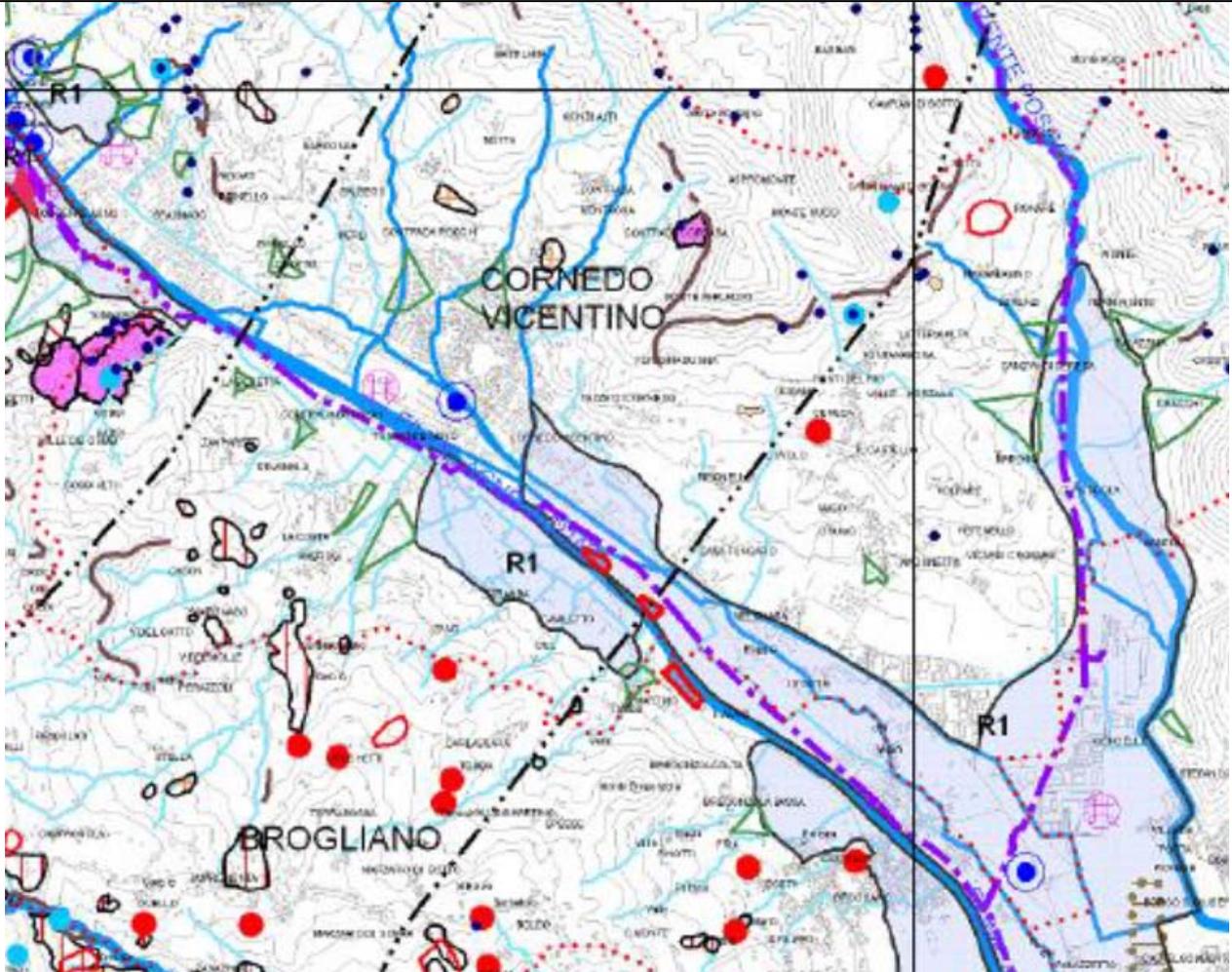
RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

fenomeni piovosi di grossa intensità, soprattutto nei tratti su vulcaniti. Per cui, ancora oggi, si continuano a ripetere fenomeni di alluvionamento e trasporto in massa.

L'area in esame si trova sul versante sinistro della valle della Preona, valle che nasce in prossimità della dorsale che separa la Valle dell'Agno e della Valle del Chiampo e che solca il versante occidentale della valle dell'Agno, raccogliendo il contributo di più incisione vallive che si uniscono in prossimità del fondovalle. Questa valle ha un andamento sud-nord e presenta un minimo deflusso idrico che in corrispondenza di eventi piovosi di una certa intensità diventa rilevante.



Estratto della carta idrogeologica del PAT di Brogliano (Dolomiti Studio, 2009), in magenta l'area indagata



	Confine del PTCP		
	Confini comunali		
	<i>DISSESTI GEOLOGICI (Art.10)</i>		P1
			P2
	Scarpate di degradazione (Art.10)		P3
	Frana attiva e non attiva (Art.10)		P4
	Conoide alluvionale attiva (Art.10)		Aree fluviali
	Conoide alluvionale non attiva (Art.10)		<i>PERICOLOSITA' IDRAULICA MONTAGNA PAI (Art.10)</i>
	Canaloni e coni di valanga (Art.10)		P1
			P2

Come si evince dalla carta della pericolosità idraulica del PTCP l'area in esame si trova in area di conoide non attiva (art. 10).

Dalla relazione di compatibilità idraulica dello Studio Geosistemi per conto del Comune si evince che:

Nel territorio comunale di Cornedo Vicentino, è presente la classe di rischio R1.

In relazione alla fragilità geologica, il PTCP individua alcuni elementi morfologici: gli stessi, sono stati riportati nel PAI come zone di attenzione, senza una verifica critica, interpretandole come espressioni di dinamiche morfologiche in atto. Per gli interventi (ID_3 e ID_159) che ricadono in aree classificate dal P.T.C.P. in funzione del grado di rischio idraulico e geologico, vale l'art. 10 delle N.T.A. "*Carta delle Fragilità PTCP - Direttive generali per le aree a pericolosità e/o rischio idraulico e geologico*".

Allo stesso modo si può dire per l'area in esame in quanto né la carta della fragilità del PAT né gli vari studi geologici e idraulici per la stesura del PAT avevano individuato quest'area come area di pericolosità né di frana né idraulica.

Idrogeologia: sui versanti del territorio del Comune di Cornedo si possono distinguere 2 classi sulla base della possibilità d'infiltrazione delle acque meteoriche e della loro percolazione nel sottosuolo. Queste sono:

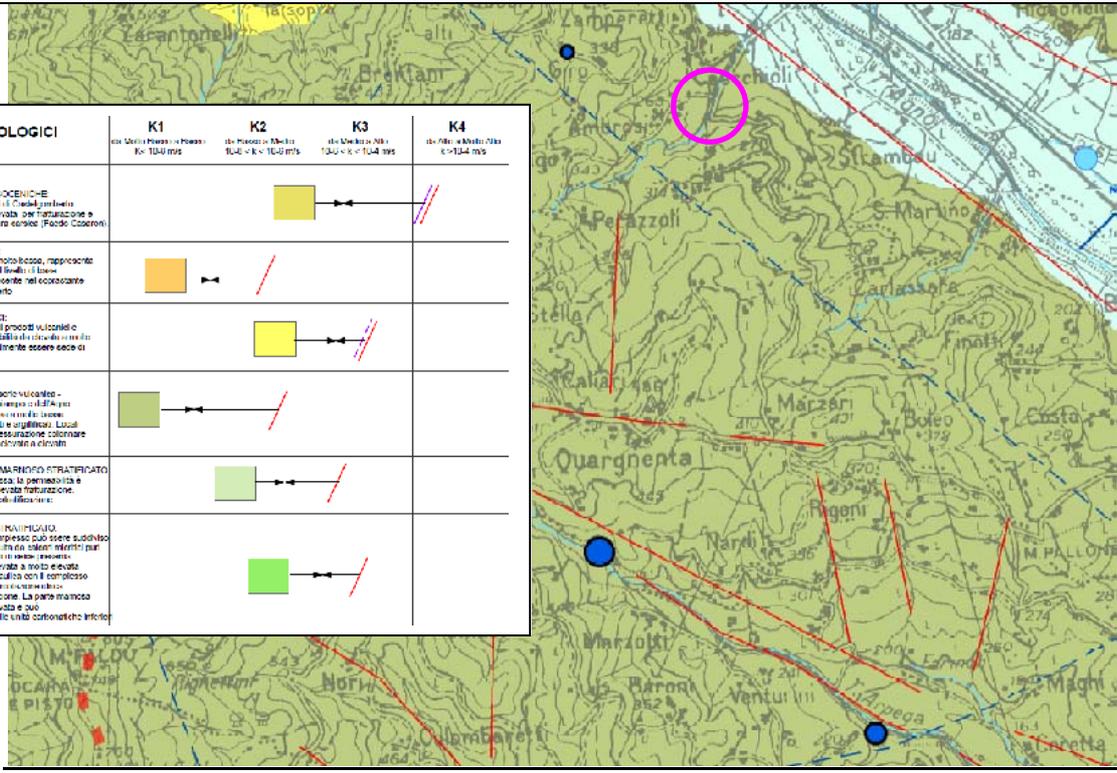
- Terreni poco permeabili: caratterizzati da bassa capacità d'infiltrazione e circolazione idrica sotterranea (vulcaniti non fratturate, depositi di conoide, corpi di frana in matrice argillosa);
- Terreni praticamente impermeabili: caratterizzati da circolazione nulla, anche se molto spesso presentano una circolazione idrica a carattere locale soprattutto in corrispondenza di limiti di permeabilità (es: contatto coltre argillosa-tufiti compatte).

L'area in esame è caratterizzata da terreni argillosi praticamente impermeabili e può accadere che localmente, in occasione di eventi piovosi lunghi ed intensi, si sviluppi un livello freatico locale, alimentato anche da deflussi provenienti da monte; tale corpo sembra esaurirsi in tempi relativamente brevi, in funzione della porosità dei litotipi, ma, può arrivare a pochi metri dal piano campagna instaurando nel sottosuolo condizioni di saturazione e sovrappressioni neutre.

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche non si è rilevata la presenza della falda.

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

COMPLESSI IDROGEOLOGICI	K1 da Monte Pranzo a Pozzo K1=10-15 m/s	K2 da Pozzo a Monte K2=10-15 m/s	K3 da Monte a N.10 K3=10-15 m/s	K4 da N.10 a Monte N.10 K4=10-15 m/s
COMPLESSO DELLE CALCAREI QUACIENICHE comprende la formazione delle Calcarei di Cadedo per lo meno. Presenta una permeabilità media, molto elevata per fratturazione e corone. Sono di importanti circuiti di natura carsica (Fosco Coseriu).				
COMPLESSO MINERALICO PIEMONTESE comprende la formazione delle Calcarei di Cadedo per lo meno. Presenta una permeabilità media, molto elevata per fratturazione e corone. Sono di importanti circuiti di natura carsica (Fosco Coseriu).				
COMPLESSO DELLE CALCI DI MONTAVALI comprende la formazione delle Calci di Montaivali. Presenta una permeabilità media, molto elevata per fratturazione e corone. Sono di importanti circuiti di natura carsica (Fosco Coseriu).				
COMPLESSO VULCANICO TIRRENICO comprende tutto lo stesso appartenenti alle zone vulcaniche - vulcaniche di base. Presenta una permeabilità media, molto elevata per fratturazione e corone. Sono di importanti circuiti di natura carsica (Fosco Coseriu).				
COMPLESSO CRISTALLINO DEL CARNOI - MARINO STRATIFICATO comprende la formazione della cristallina. Presenta una permeabilità media, molto elevata per fratturazione e corone. Sono di importanti circuiti di natura carsica (Fosco Coseriu).				
COMPLESSO CRISTALLINO DEL CARNOI - MARINO STRATIFICATO comprende la formazione della cristallina. Presenta una permeabilità media, molto elevata per fratturazione e corone. Sono di importanti circuiti di natura carsica (Fosco Coseriu).				



Carta dei principali complessi idrogeologici "Progetto Giada" (2010)

3. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SITO

NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Premesse normative

Per l'art. 5 delle NTA del PAI:

1. Sono definite "zone di attenzione" le porzioni di territorio ove vi sono informazioni di possibili situazioni di dissesto a cui non è ancora stata associata alcuna classe di pericolosità e che sono individuate in cartografia con apposito tematismo. L'associazione delle classi di pericolosità avviene secondo le procedure di cui all'art. 6.
2. Sono considerate pericolose nei territori per i quali non è stata ancora perimetrata e riportata su cartografia la perimetrazione della pericolosità:
 - a. le aree soggette a dissesto idraulico e/o geologico e/o valanghivo risultanti da studi riconosciuti dai competenti organi statali o regionali, ovvero da specifiche previsioni contenute negli strumenti urbanistici vigenti;
 - b. in assenza di studi o specifiche previsioni urbanistiche, le aree che sono state storicamente interessate da fenomeni di dissesto idraulico e/o geologico e/o valanghivo.
3. In sede di attuazione delle previsioni e degli interventi degli strumenti urbanistici vigenti, le amministrazioni comunali provvedono a verificare che gli interventi siano compatibili con la specifica natura o tipologia di dissesto individuata, in conformità a quanto riportato nell'art. 8.
4. In sede di redazione degli strumenti urbanistici devono essere valutate le condizioni di dissesto evidenziate e la relativa compatibilità delle previsioni urbanistiche. La verifica è preventivamente trasmessa alla Regione che, ove ritenga ne sussista la necessità, provvede all'avvio della procedura di cui all'art. 6 per l'attribuzione della classe di pericolosità.

L'art. 8 comma 3 delle Norme del PAI prevede che nelle "zone di attenzione":

- sono consentiti "gli interventi di mitigazione della pericolosità e del rischio, di tutela della pubblica incolumità";
- è vietato "in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo individuata:
 - a. eseguire scavi o abbassamenti del piano di campagna in grado di compromettere la stabilità delle fondazioni degli argini, ovvero dei versanti soggetti a fenomeni franosi;
 - b. realizzare tombature dei corsi d'acqua;
 - c. realizzare interventi che favoriscano l'infiltrazione delle acque nelle aree franose;
 - d. costituire, indurre a formare vie preferenziali di veicolazione di portate solide o liquide;
 - e. realizzare in presenza di fenomeni di colamento rapido (CR) interventi che incrementino la vulnerabilità della struttura, quali aperture sul lato esposto al flusso;
 - f. realizzare locali interrati o seminterrati nelle aree a pericolosità idraulica o da colamento rapido."

Il medesimo art. 8 stabilisce, al comma 2 che "Possono essere portati a conclusione tutti i piani e gli interventi i cui provvedimenti di approvazione, autorizzazione, concessione, permessi di costruire od equivalenti previsti dalle norme vigenti, siano stati rilasciati prima della pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale dell'avvenuta adozione del presente Piano, fatti salvi gli effetti delle misure di salvaguardia precedentemente in vigore".

Si evidenzia la norma generale, contenuta al comma 1 dell'art. 8, per la quale "Le Amministrazioni comunali non possono rilasciare concessioni, autorizzazioni, permessi di costruire od equivalenti, previsti dalle norme vigenti, in contrasto con il Piano."

Le Zone di attenzione

La definizione delle zone di attenzione è conseguente principalmente agli eventi accaduti a seguito dell'alluvione del novembre 2010, per i quali, vista la vastità delle aree interessate (per gli allagamenti) e la quantità degli eventi (oltre 700 dissesti geologici) non si potevano associare le pericolosità durante la conclusione dell'iter di approvazione dei PAI citati da parte delle Autorità di bacino nazionali.

Prudenzialmente, oltre a questa tipologia di eventi recenti, nelle zone di attenzione sono stati ricompresi anche una serie di dissesti idrogeologici già rilevati, ad esempio dai Piani Territoriali di Coordinamento Provinciali, che potrebbero non avere rilevanza nella pianificazione di bacino, ma essere classificati come eventi a carattere locale, in quanto caratterizzati da tempi di ritorno anche ben inferiori a 100 anni (tempo di riferimento per i PAI dei bacini nazionali).

Applicazione delle Zone di attenzione

Innanzitutto è necessario ricordare che la L. 27.2.2009 n. 13, ha prorogato le attività delle Autorità di Bacino regionali e interregionali, "nelle more della costituzione dei distretti idrografici e dell'eventuale revisione della disciplina normativa" di cui al D.Lgs 152/2006, ed esse svolgono i compiti tecnico amministrativi di propria competenza operando sul territorio fino alla istituzione degli organi delle Autorità di bacino distrettuali di cui all'articolo 63 del D.Lgs. 152/2006.

I Comitati tecnici delle Autorità di Bacino nazionali dei fiumi dell'Alto Adriatico e del fiume Adige, con parere n. 2dis/2013 espresso nella seduta congiunta del 26.3.2013, hanno stabilito che nelle aree classificate a pericolosità media (P1) e moderata (P2) così come nelle zone di attenzione, la programmazione e la realizzazione di interventi aventi ad oggetto locali interrati e seminterrati non può ritenersi oggetto di un divieto preventivo e assoluto ai sensi dell'articolo 8 delle NdA, comma tre, lettera f, ma devono essere valutate in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo individuata.

Con il medesimo parere, inoltre, si specificava che è di tutta evidenza che le Norme di Attuazione e le cartografie dei PAI sono dettate esclusivamente per le aree ricadenti all'interno dei confini dei bacini nazionali di competenza, anche se le cartografie medesime evidenziano talvolta aree adiacenti, esterne ai suddetti confini, a mero titolo di completezza conoscitiva.

Per quanto riguarda la cartografia del Bacino regionale del Fiume Sile e della Pianura tra Piave e Livenza, del Bacino interregionale del Fiume Lemene, del Bacino interregionale del Fiume Fissero Tartaro Canalbianco Po di Levante, e del Bacino scolante nella Laguna di Venezia si deve fare riferimento al sito internet della Regione <http://www.regione.veneto.it/web/ambiente-e-territorio/pianificazione-bacino>.

In merito all'interpretazione delle norme sulle zone di attenzione dei PAI, le Direzioni Difesa del Suolo e Geologia e Georisorse, con nota prot. n. 126178/63.00 del 22.3.2013, hanno fornito alcuni chiarimenti per l'applicazione dei commi 3 e 4 del citato art. 5 delle NdA.

In particolare, la nota ha specificato che in sede di redazione del PAT (o PATI) la valutazione stabilita al comma 4 dell'art. 5 può essere fatta contestualmente alla redazione del piano, oppure rinviata alla fase di redazione del Piano degli Interventi (PI); in quest'ultimo caso è necessario che le zone di attenzione vengano ricomprese nella carta delle fragilità entro aree "non idonee" oppure aree "idonee a condizione", di cui alla L.R. 11/2004 e che le condizioni imposte per l'idoneità comprendano anche la

valutazione delle condizioni di dissesto evidenziate e la relativa compatibilità delle previsioni urbanistiche. Tra le condizioni imposte potrà esserci direttamente l'eventuale espletamento delle procedure per l'attribuzione del grado di pericolosità.

Associazione della pericolosità alle Zone di attenzione

L'applicazione delle numerose Zone di attenzione richiede, in particolare per i fenomeni idraulici, una verifica delle attività urbanistiche in atto, con la necessità di associare alle zone stesse l'eventuale pericolosità riconosciuta per i fenomeni a carattere di bacino, da riportare nei PAI.

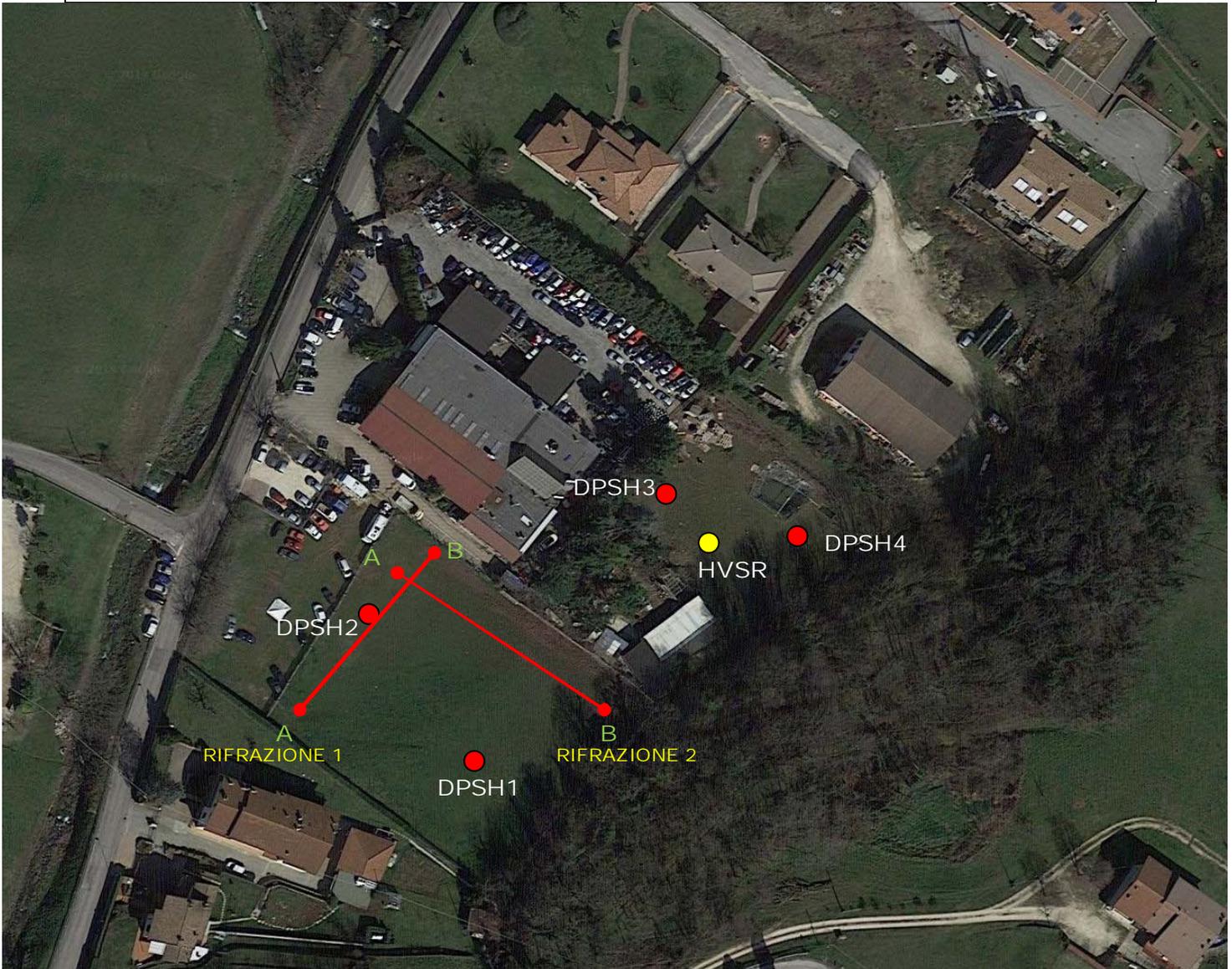
In considerazione dell'urgenza e della complessità dell'attività da svolgere, ai fini di semplificare l'attività di pianificazione da parte delle amministrazioni comunali interessate in particolare per gli interventi in corso, si rende necessario che le Autorità di bacino nazionali citate procedano direttamente, ai sensi dell'art. 6 delle NdA dei PAI, all'associazione della pericolosità idraulica alle zone di attenzione, svolgendo anche le fasi spettanti alla Regione cui ai punti II, III e IV, oltre al punto V della let. B.2, dei commi 3 e 4, dello stesso art. 6, relative all'istruttoria per la definizione della proposta di aggiornamento dei PAI.

INDAGINI ESEGUITE

Nell'area in esame sono state eseguite le seguenti indagini allo scopo di definirne la stratigrafia e le proprietà meccaniche ed elastiche dei terreni in modo da valutare l'eventualità della presenza di criticità di carattere geotecnico:

- N. 1 prove penetrometriche dinamiche superpesanti (DPSH) condotte fino al rifiuto strumentale
- N. 1 indagine sismica a stazione singola HVSR per la determinazione della categoria sismica di sito, stima della simostratigrafia in onde d di taglio (S) e la valutazione di possibili effetti di amplificazione di sito,
- N. 2 prospezioni sismiche a rifrazione in onde compressionali (P) con elaborazione tomografica 2D per l'esame della continuità spaziale dei sismo strati individuati.

Di seguito si riporta l'ubicazione, la descrizione, l'elaborazione delle indagini e l'analisi dei risultati riscontrati.



Ubicazione delle indagini su estratto immagine satellitare

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE (DPSH)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infiggere nel terreno una punta conica (per tratti consecutivi di 20 cm) misurando il numero di colpi N necessari.

Le Prove Penetrometriche Dinamiche sono molto diffuse ed utilizzate nel territorio da geologi e geotecnici, data la loro semplicità esecutiva, economicità e rapidità di esecuzione.

La loro elaborazione, interpretazione e visualizzazione grafica consente di "catalogare e parametrizzare" il suolo attraversato con un'immagine in continuo, che permette anche di avere un raffronto sulle consistenze dei vari livelli attraversati e una correlazione diretta con sondaggi geognostici per la caratterizzazione stratigrafica.

La sonda penetrometrica permette inoltre di riconoscere abbastanza precisamente lo spessore delle coltri sul substrato, la quota di eventuali falde e superfici di rottura sui pendii, e la consistenza in generale del terreno.

L'utilizzo dei dati, ricavati da correlazioni indirette e facendo riferimento a vari autori, dovrà comunque essere trattato con le opportune cautele e, possibilmente, dopo esperienze geologiche acquisite in zona.

Elementi caratteristici del penetrometro dinamico sono i seguenti:

- peso massa battente M
- altezza libera caduta H
- punta conica: diametro base cono D, area base A (angolo di apertura α)
- avanzamento (penetrazione) Δ
- presenza o meno del rivestimento esterno (fanghi bentonitici).

Con riferimento alla classificazione ISSMFE (1988) dei diversi tipi di penetrometri dinamici (vedi tabella sotto riportata) si rileva una prima suddivisione in quattro classi (in base al peso M della massa battente) :

- tipo LEGGERO (DPL)
- tipo MEDIO (DPM)
- tipo PESANTE (DPH)
- tipo SUPERPESANTE (DPSH)

Classificazione ISSMFE dei penetrometri dinamici:

Tipo	Sigla di riferimento	peso della massa M (kg)	prof.max indagine battente (m)
Leggero	DPL (Light)	M \leq 10	8
Medio	DPM (Medium)	10 < M < 40	20-25
Pesante	DPH (Heavy)	40 \leq M < 60	25
Super pesante (Super Heavy)	DPSH	M \geq 60	25

Penetrometro usato:

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Nome	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	0,63 Kg
Diametro punta conica	51,00 mm
Area di base punta	20,43 cm ²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,31 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,40 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,472

Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

Correlazione con N_{spt}

Poiché la prova penetrometrica standard (SPT) rappresenta, ad oggi, uno dei mezzi più diffusi ed economici per ricavare informazioni dal sottosuolo, la maggior parte delle correlazioni esistenti riguardano i valori del numero di colpi N_{spt} ottenuto con la suddetta prova, pertanto si presenta la necessità di riportare il numero di colpi di una prova dinamica con N_{spt}. Il passaggio viene dato da:

$$N_{spt} = \beta_t N$$

Dove:

$$\beta_t = \frac{Q}{Q_{SPT}}$$

in cui Q è l'energia specifica per colpo e Q_{spt} è quella riferita alla prova SPT.

L'energia specifica per colpo viene calcolata come segue:

$$Q = \frac{M^2 \cdot H}{A \cdot \delta \cdot (M + M')}$$

in cui

- M = peso massa battente;
- M' = peso aste;
- H = altezza di caduta;
- A = area base punta conica;
- δ = passo di avanzamento.

Valutazione resistenza dinamica alla punta R_{pd}

Formula Olandesi

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

- R_{pd} = resistenza dinamica punta (area A);
- e = infissione media per colpo (1/N);
- M = peso massa battente (altezza caduta H);
- P = peso totale aste e sistema battuta.

Caratteristiche meccaniche del terreno

Le caratteristiche meccaniche dei terreni in esame sono desunte tramite correlazioni con dati penetrometrici:

PENETROMETRO DINAMICO

Metodologia di Elaborazione.

Le elaborazioni sono state effettuate mediante un programma di calcolo automatico DynamicProbing della *GeoStru Software*.

Il programma calcola il rapporto delle energie trasmesse (coefficiente di correlazione con SPT) tramite le elaborazioni proposte da Pasqualini 1983 - Meyerhof 1956 - Desai 1968 - Borowczyk-Frankowsky 1981.

Permette inoltre di utilizzare i dati ottenuti dall'effettuazione di prove penetrometriche per estrapolare utili informazioni geotecniche e geologiche.

Una vasta esperienza acquisita, unitamente ad una buona interpretazione e correlazione, permettono spesso di ottenere dati utili alla progettazione e frequentemente dati maggiormente attendibili di tanti dati bibliografici sulle litologie e di dati geotecnici determinati sulle verticali litologiche da poche prove di laboratorio eseguite come rappresentazione generale di una verticale eterogenea disuniforme e/o complessa.

In particolare consente di ottenere informazioni su:

- l'andamento verticale e orizzontale degli intervalli stratigrafici,
- la caratterizzazione litologica delle unità stratigrafiche,
- i parametri geotecnici suggeriti da vari autori in funzione dei valori del numero dei colpi e delle resistenza alla punta.

Valutazioni statistiche e correlazioni

Elaborazione Statistica

Permette l'elaborazione statistica dei dati numerici di DynamicProbing, utilizzando nel calcolo dei valori rappresentativi dello strato considerato un valore inferiore o maggiore della media aritmetica dello strato (dato comunque maggiormente utilizzato); i valori possibili in immissione sono :

Media

Media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media minima

Valore statistico inferiore alla media aritmetica dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Massimo

Valore massimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Minimo

Valore minimo dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Scarto quadratico medio

Valore statistico di scarto dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media deviata

Valore statistico di media deviata dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media + s

Media + scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Media - s

Media - scarto (valore statistico) dei valori del numero di colpi sullo strato considerato.

Correlazioni geotecniche terreni coesivi

Coesione non drenata

- Schmertmann 1975 c_u (Kg/cmq) (valori medi), valida per argille e limi argillosi con $N_c=20$ e $Q_c/N_{spt}=2$.
- Schmertmann 1975 c_u (Kg/cmq) (valori minimi), valida per argille NC .

Resistenza alla punta del Penetrometro Statico (Q_c)

- Robertson 1983 Q_c

Modulo Edometrico-Confinato (M_o)

- Stroud e Butler (1975), per litotipi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$), valida per litotipi argillosi a medio-bassa plasticità ($IP < 20$) - da esperienze su argille glaciali .

Modulo Di Young (E_y)

- Schultze-Menzenbach - (Min. e Max.), correlazione valida per limi coerenti e limi argillosi con I.P. >15
- D'Appollonia ed altri (1983) - correlazione valida per argille sature-argille fessurate.

Stato di consistenza

- Classificazione A.G.I. 1977

Peso di Volume Gamma

- Meyerhof ed altri, valida per argille, argille sabbiose e limose prevalentemente coerenti.

Peso di volume saturo

- Correlazione Bowles (1982), Terzaghi-Peck (1948-1967), valida per condizioni specifiche: peso specifico del materiale pari a circa $G=2,70$ (t/mc) e per indici dei vuoti variabili da 1,833 ($N_{spt}=0$) a 0,545 ($N_{spt}=28$)

Le correlazioni suddette sono naturalmente approssimate, mancando riscontri diretti in laboratorio su campioni indisturbati di terreno, specialmente per quanto riguarda la compressibilità. Riportiamo a seguito la foto dell'esecuzione delle indagini; segue la determinazione dei parametri caratteristici di progetto.



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO



Posizionamento DPSH 1 - 2 - 3 - 4

DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
 Tel. 3382727007

Web: www.alpogeo.it - www.alpogeo.com mail: info@alpogeo.it - studiogeologia.sf@libero.it



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

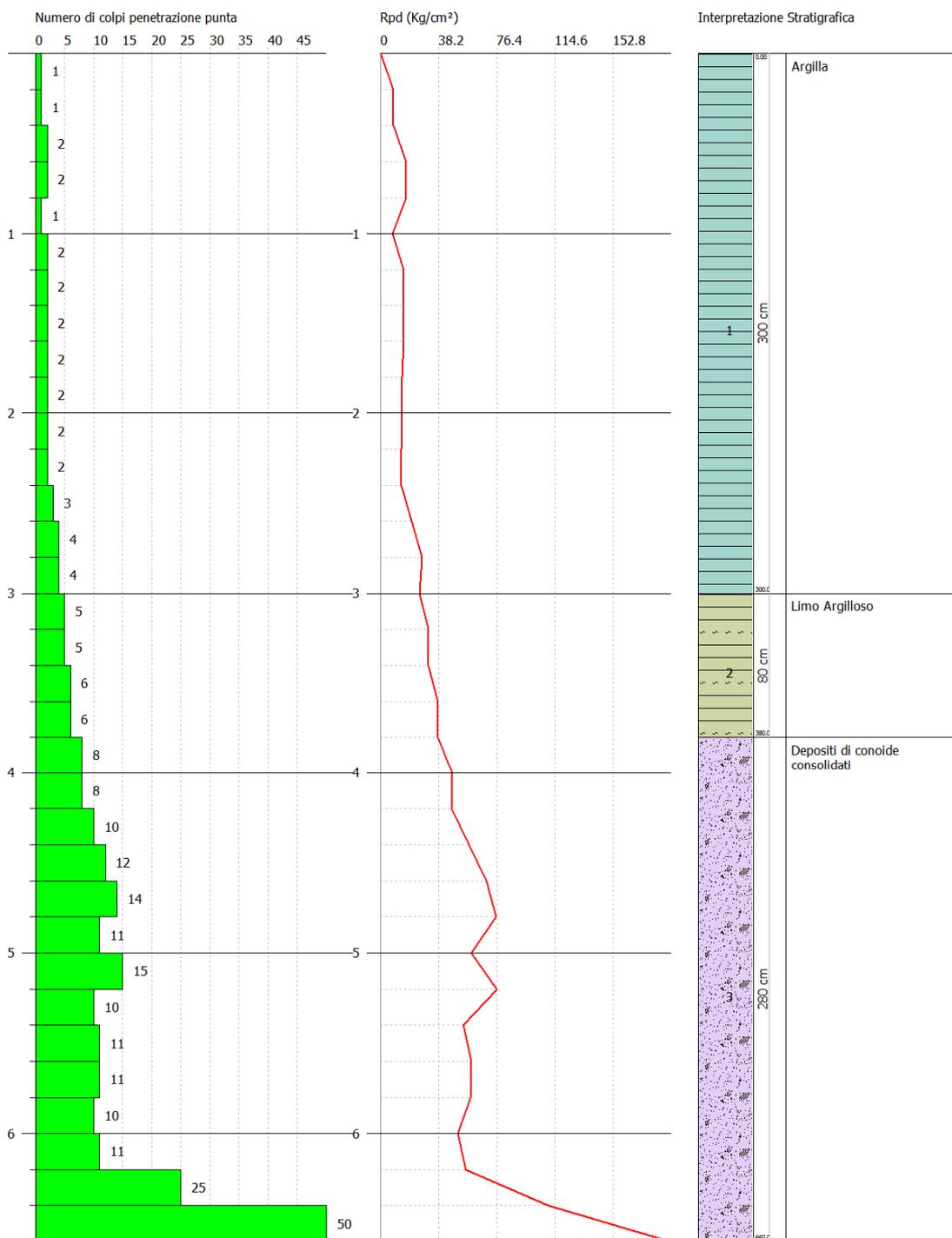
Dott. Geol. MATTEO SCALZOTTO
 Via Alpone 7 - 37030 Roncà (VR)
 www.alpogeo.it
 phone 3382727007

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH1
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Savegnago Renato
 Descrizione: Caratterizzazione Geotecnica
 Località: Cornedo Vicentino (VI) - Via Griggio

Data: 02/05/2019

Scala 1:30



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
 Tel. 3382727007

Web: www.alpogeo.it - www.alpogeo.com mail: info@alpogeo.it - studiogeologia.sf@libero.it

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

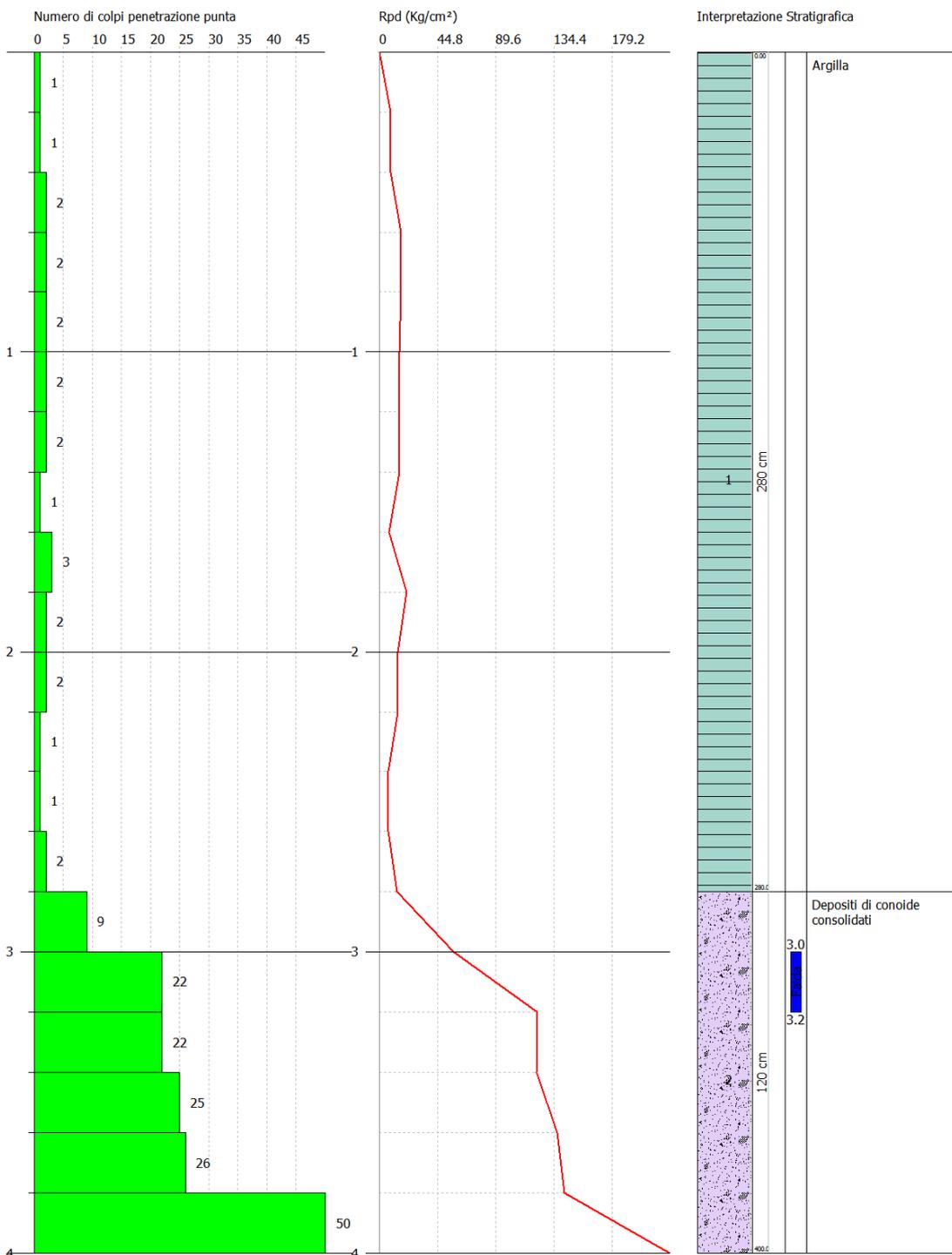
Dott. Geol. MATTEO SCALZOTTO
 Via Alpone 7 - 37030 Ronca (VR)
 www.alpogeo.it
 phone 3382727007

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH2
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Savegnago Renato
 Descrizione: Caratterizzazione Geotecnica
 Località: Comedo Vicentino (VI) - Via Griggio

Data: 02/05/2019

Scala 1:18



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
 Tel. 3382727007



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

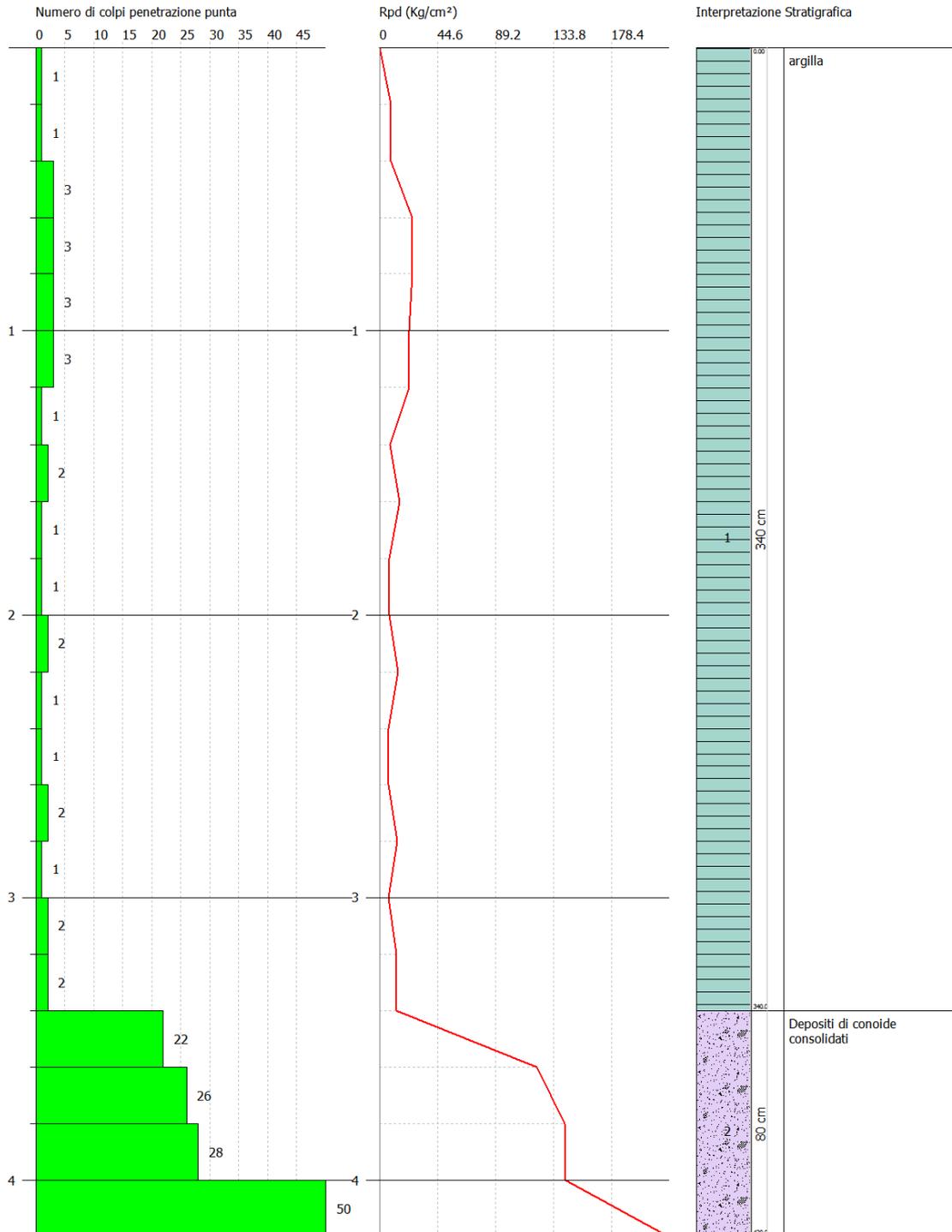
Dott. Geol. MATTEO SCALZOTTO
 Via Alpone 7 - 37030 Roncà (VR)
 www.alpogeo.it
 phone 3382727007

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH3
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

Committente: Savegnago Renato
 Descrizione: Caratterizzazione Geotecnica
 Località: Cornedo Vicentino (VI) - Via Griggio

Data: 02/05/2019

Scala 1:19



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
 Tel. 3382727007

Web: www.alpogeo.it - www.alpogeo.com mail: info@alpogeo.it - studiogeologia.sf@libero.it



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

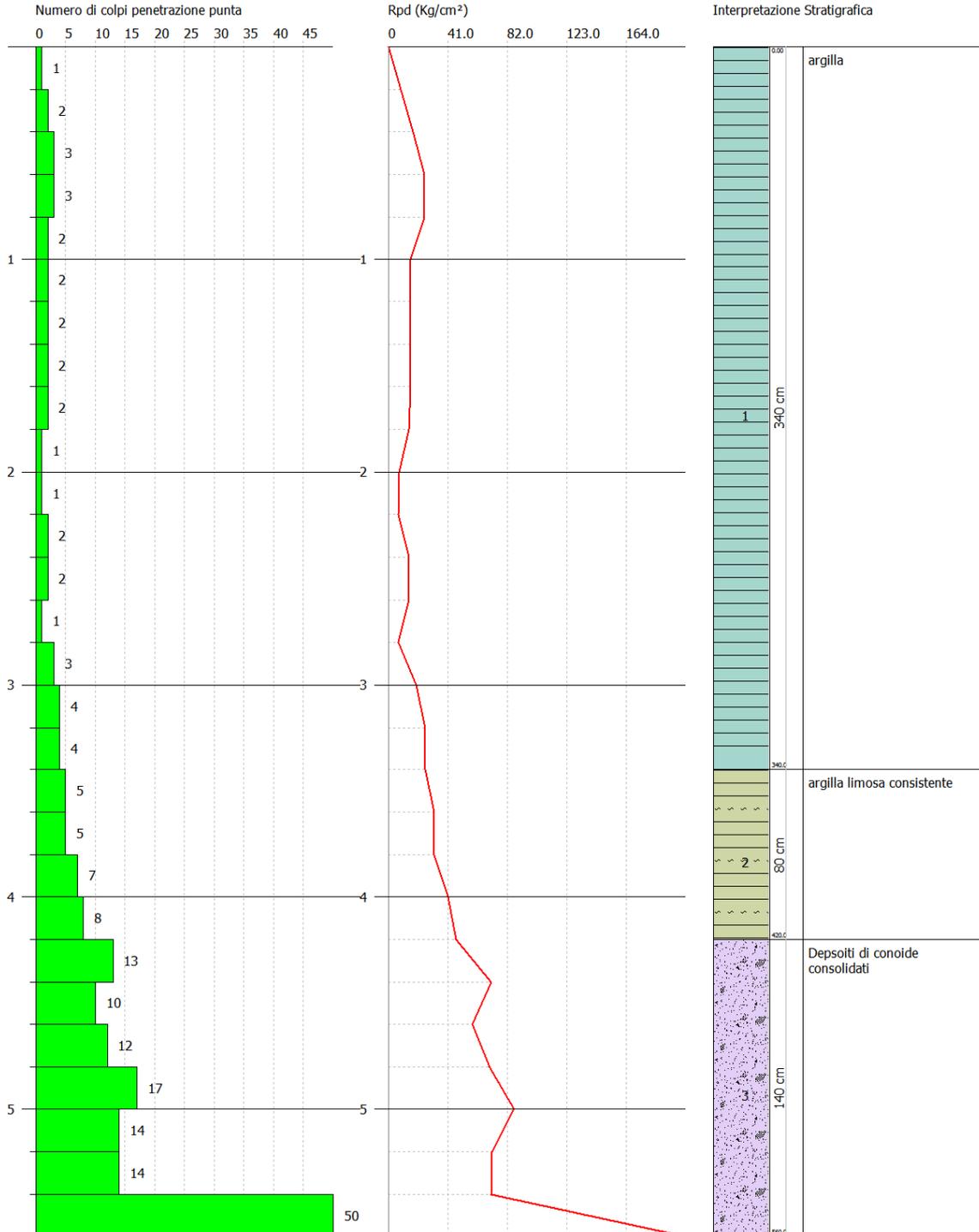
Dott. Geol. MATTEO SCALZOTTO
 Via Alpone 7 - 37030 Ronca (VR)
 www.alpogeo.it
 phone 3382727007

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DPSH4
 Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)

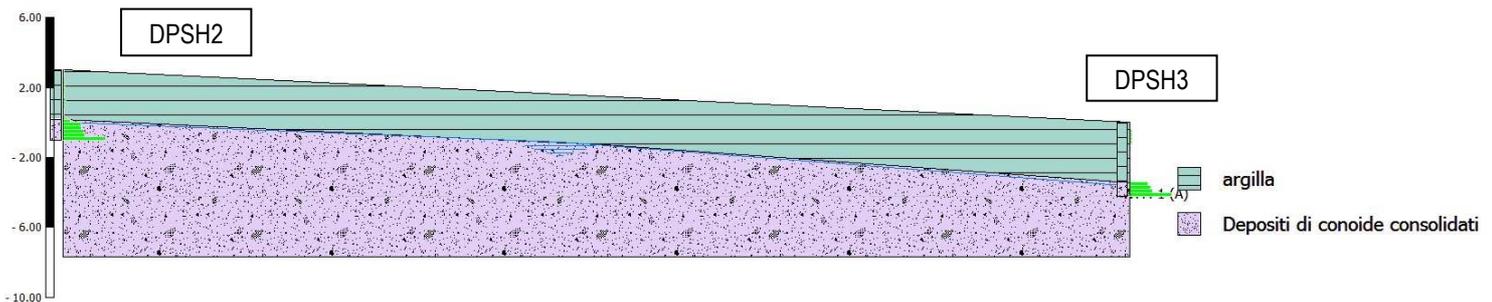
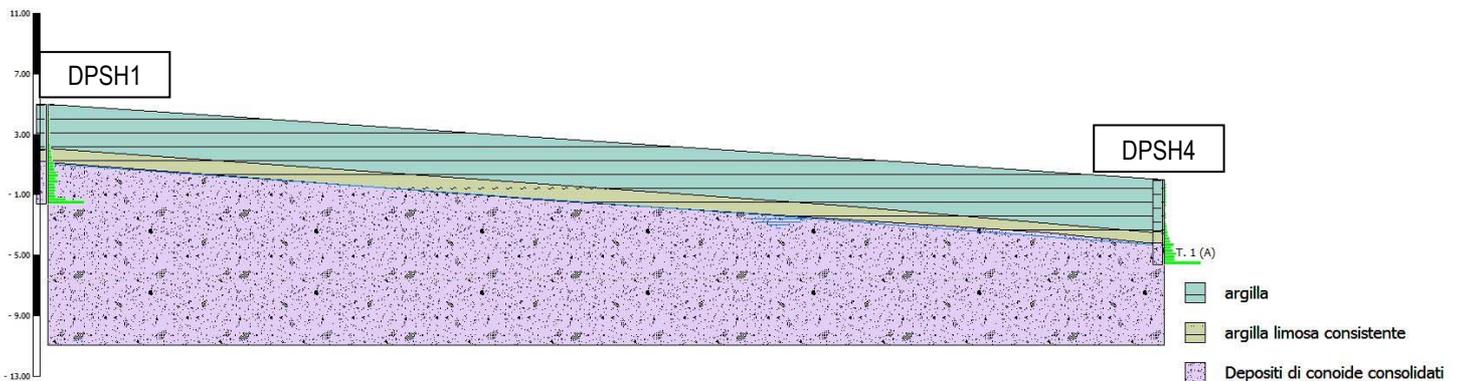
Committente: Savegnago Renato
 Descrizione: Caratterizzazione Geotecnica
 Località: Cornedo Vicentino (VI) - Via Griggio

Data: 02/05/2019

Scala 1:26



DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
 Tel. 3382727007



Sezioni interpretative

DETERMINAZIONE PARAMETRI GEOTECNICI CARATTERISTICI

Poichè le prove penetrometriche risultano abbastanza correlabili per quanto riguarda l'estensione spaziale degli strati, si considereranno come rappresentative le prove, per ciascun lotto di costruzione, sulla quale sono stati determinati i parametri geotecnici caratteristici di progetto.

I parametri geotecnici vengono trattati come variabili casuali, e l'insieme dei valori assunti dai parametri come una popolazione statistica.

Si assume che le grandezze indagate (f , c_u , ecc.) varino in modo casuale all'interno del volume di terreno significativo, del volume di terreno, cioè, che risente della realizzazione dell'opera in progetto.

La derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore peggiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%.

Si tratta pertanto di un margine conservativo del 5% (che può coincidere con un 5° percentile od un 95° percentile della distribuzione statistica in considerazione), il quale ci garantisce probabilisticamente di avere un 95% dei casi per i quali il valore caratteristico ci cautele.

Esistono indicazioni in letteratura sul fatto che l'angolo di resistenza al taglio f non segua una distribuzione normale, ma la sua tangente $\tan \phi$, quindi la variabile da

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

inserirle nelle formule non è f ma $\tan(f)$. Inoltre, la coesione non drenata c_u sembra che segua una distribuzione lognormale, perciò la variabile da utilizzare per le stime non dovrà essere direttamente la c_u , ma il suo logaritmo naturale $\ln(c_u)$.

Il f e il c_u caratteristici si otterranno calcolando rispettivamente l'arcotangente e l'esponenziale della variabile x_k ottenuta come risultato.

I criteri in base ai quali scegliere la procedura di calcolo dei parametri caratteristici all'interno di uno strato omogeneo di terreno sono due:

1) In base al numero di misure effettuate. Con l'aumentare delle dimensioni del campione migliora la stima della media e della deviazione standard della popolazione che servono per costruire la curva della densità di probabilità e quindi stimare il valore corrispondente alla probabilità di non superamento del 5%.

2) In base alla presenza o meno di compensazione delle resistenze del terreno (Circolare del 02.02.2009).

Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica: le opere dovranno essere verificate per gli stati limite ultimi che possono presentarsi, in conseguenza alle diverse combinazioni delle azioni, e per gli stati limite di esercizio definiti in relazione alle prestazioni attese.

"Stato limite è la condizione superata la quale l'opera non soddisfa più le esigenze per le quali è stata progettata".

Si parla di Stato limite ultimo quando lo stato limite è associato al valore estremo della capacità portante della struttura, il superamento di uno stato limite ultimo ha carattere irreversibile e si definisce collasso. Si parla invece di Stato limite di esercizio quando è legato al raggiungimento di un particolare stato dell'opera che pur non generando il collasso compromette aspetti funzionali importanti che limitano le prestazioni in condizione d'esercizio.

Definire il valore caratteristico significa pertanto scegliere il parametro geotecnico che influenza il comportamento del terreno in quel determinato stato limite, ed adottarne un valore, o stima, a favore della sicurezza.

Ai valori caratteristici trovati si applicano dei coefficienti di sicurezza parziali in funzione dello stato limite considerato.

Per quanto riguarda il calcolo geotecnico esistono due linee di pensiero seguite per la determinazione dei parametri caratteristici:

- Una prima linea si basa su un approccio probabilistico, considerando quindi le quantità statistiche ricavate su un opportuno campione di prove;
- Una seconda linea di pensiero invece porta avanti l'idea che l'approccio probabilistico non sia adatto a modellare il reale comportamento del terreno. In particolare questo secondo approccio si basa su procedimenti più razionali, ritenendo che i valori caratteristici delle proprietà del terreno vadano valutati in funzione del livello di deformazione previsto per lo stato limite considerato.

Con la Circolare del 02.02.2009 viene specificato come la scelta dei valori caratteristici dei parametri geotecnici deve avvenire in due fasi.

La prima fase comporta l'identificazione dei parametri geotecnici appropriati ai fini progettuali. Tale scelta richiede una valutazione specifica da parte del progettista, per il necessario riferimento ai diversi tipi di verifica.

Identificati i parametri geotecnici appropriati, la seconda fase del processo decisionale riguarda la valutazione dei valori caratteristici degli stessi parametri.

Viene inoltre precisato come "nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi a quelli medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri geotecnici appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità...Una migliore approssimazione nella valutazione dei valori caratteristici può essere ottenuta operando le opportune medie dei valori dei parametri geotecnici nell'ambito di piccoli volumi di terreno, quando questi assumano importanza per lo stato limite considerato."

In particolare, le opere che coinvolgono grandi volumi di terreno sono quelle che portano a variazioni tensionali, all'interno di una porzione abbastanza elevata di sottosuolo, tali da dare origine a una compensazione delle resistenze.

Si parla in questo caso di resistenze compensate: le zone di terreno a resistenza minima e massima vengono sollecitate contemporaneamente e quello che emerge è un comportamento meccanico intermedio fra i due estremi. Per questo motivo, per ogni verticale d'indagine eseguita all'interno del volume significativo si effettua una stima cautelativa del valore medio dei parametri geotecnici.

Nel caso di opere che coinvolgono modesti volumi di terreno a essere sollecitate sono piccole porzioni di terreno in cui prevalgono le resistenze locali.

Nel caso vengano eseguite misure dirette all'esterno del volume significativo si parla di resistenze non compensate da misure estrapolate e il valore caratteristico andrà selezionato prendendo come riferimento un valore prossimo al minimo misurato, a vantaggio di sicurezza.

Nel caso invece in cui vengano eseguite misure dirette all'interno del volume significativo si parla di resistenze non compensate da misure dirette: in tal caso i valori caratteristici del terreno si stimano effettuando una valutazione cautelativa dei valori medi misurati.

PARAMETRI CARATTERISTICI

Strato n. 1

Descrizione	Argilla
Spessore [m]	3.00

Elenco delle misure

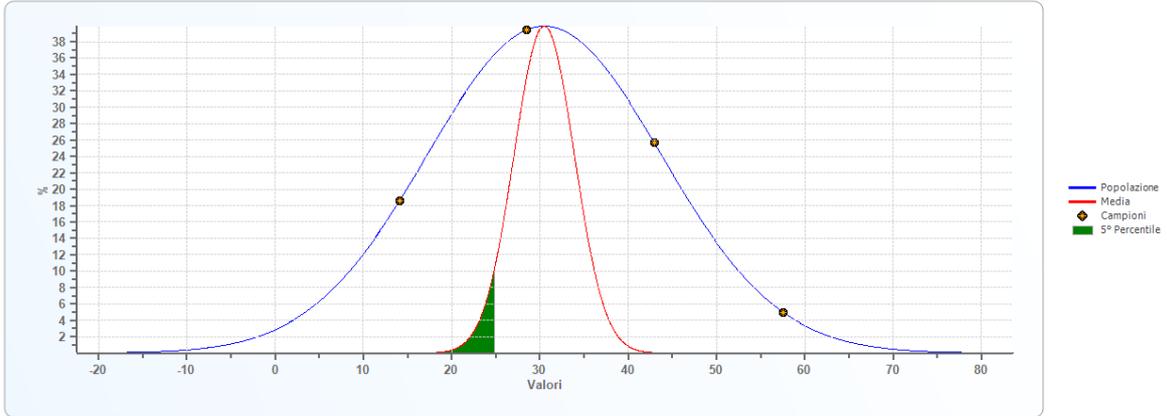
	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Densità relativa [%]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1		14.12		1676.06	1471.00	14.91	18.14
2		14.12		1676.06	1471.00	14.91	18.14
3		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
4		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
5		14.12		1676.06	1471.00	14.91	18.14
6		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
7		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
8		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
9		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
10		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
11		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
12		28.54		3186.38	2951.80	16.08	18.24
13		42.95		4686.70	4422.80	16.97	18.34
14		57.57		6197.02	5903.60	17.75	18.53
15		57.57		6197.02	5903.60	17.75	18.53

Risultati elaborazione

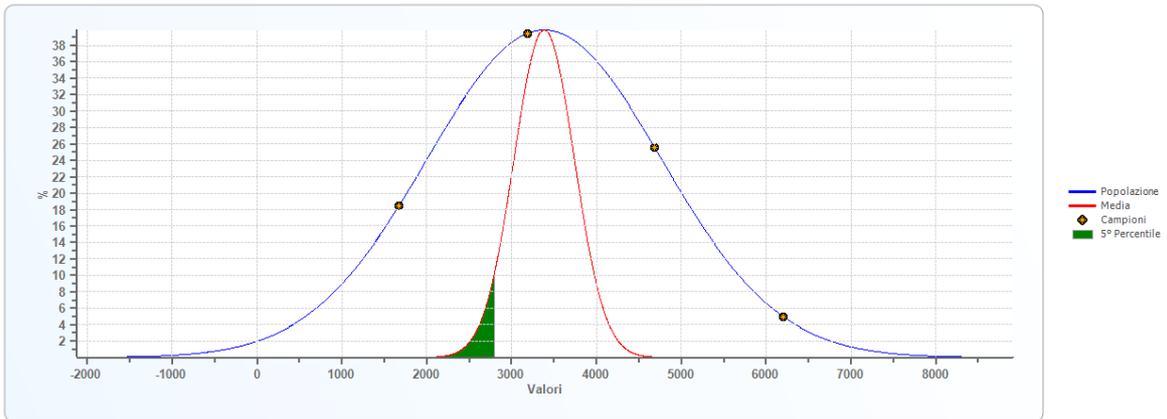
	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Densità relativa [%]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	--	Distribuzione standard	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	--	5° percentile media	--	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	--	24.86	--	2800.01	2572.98	15.76	18.22
Minimo	--	14.12	--	1676.06	1471.00	14.91	18.14
Massimo	--	57.57	--	6197.02	5903.60	17.75	18.53
Valore medio	--	30.49	--	3385.75	3147.28	16.13	18.27
Varianza	--	175.68	--	1901846.01	1828232.91	0.75	0.01
Dev. St.	--	3.42	--	356.08	349.12	0.22	0.03
Dev. St. Med.	--	3.42	--	356.08	349.12	0.22	0.03
Percentile	--	(5°) 8.68	--	(5°) 1117.18	(5°) 923.04	(5°) 14.71	(5°) 18.07
percentile media	--	(5°) 24.86	--	(5°) 2800.01	(5°) 2572.98	(5°) 15.76	(5°) 18.22
C.O.V.	--	0.43	--	0.41	0.43	0.05	0.01



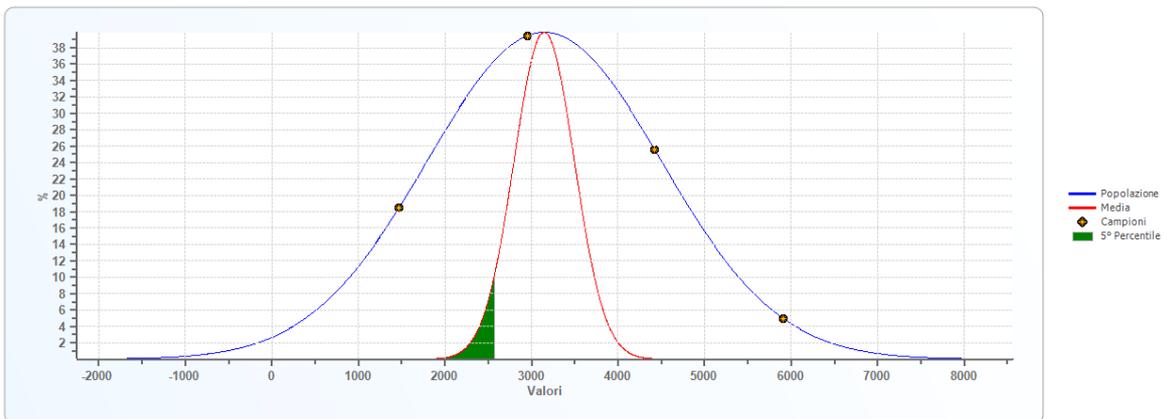
Cu - Coesione non drenata



Eed - Modulo di compressibilità edometrica

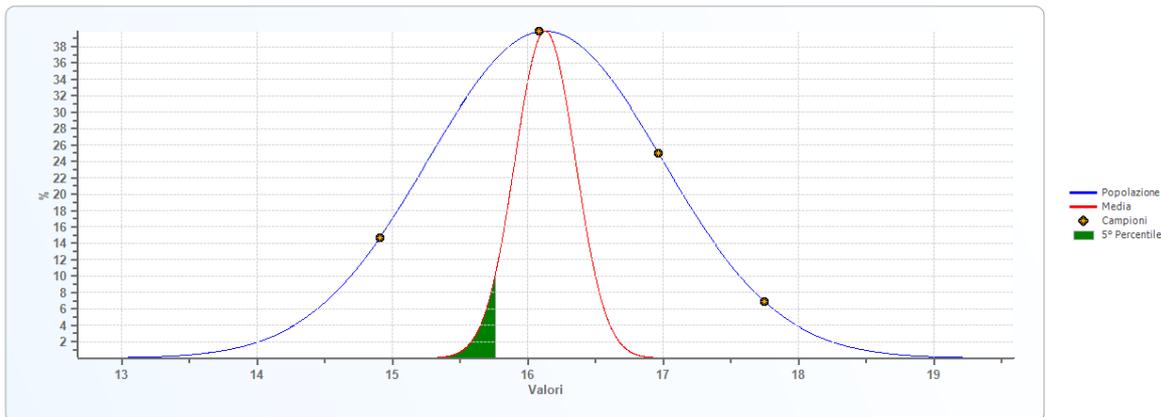


Ey - Modulo di Young

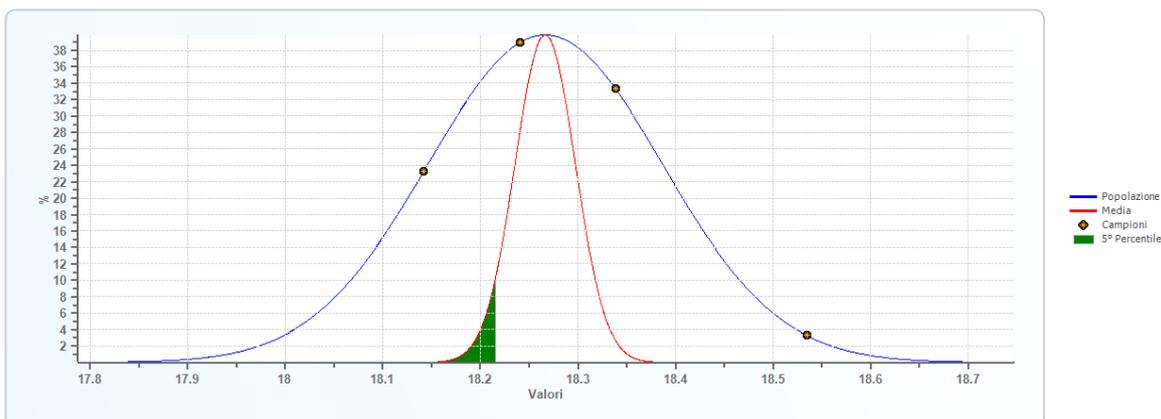


RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

Dry unit weight - Peso di volume naturale



Saturated unit weight - Peso di volume saturo



Strato n. 2

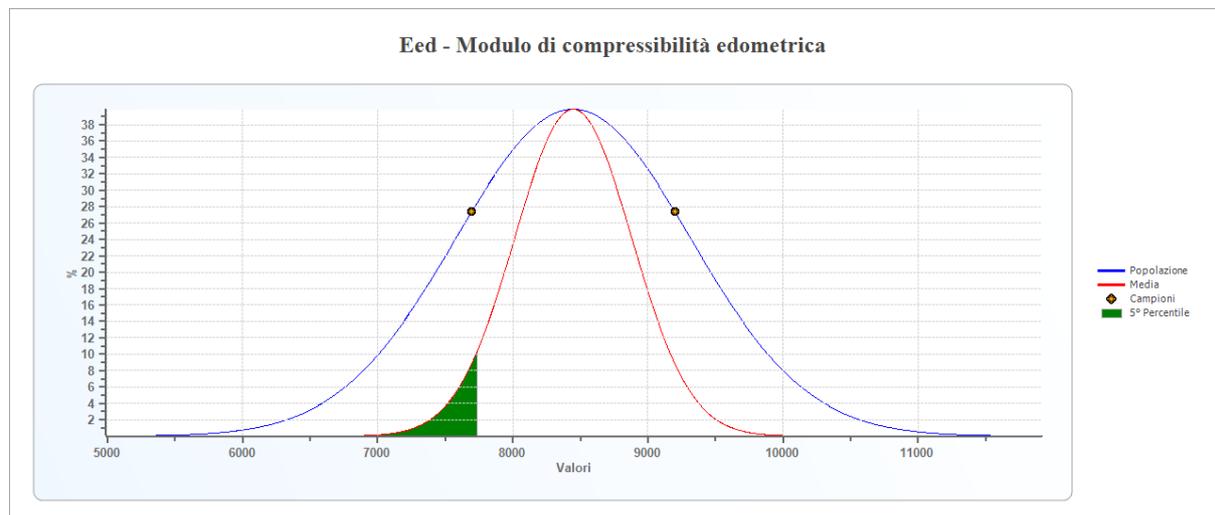
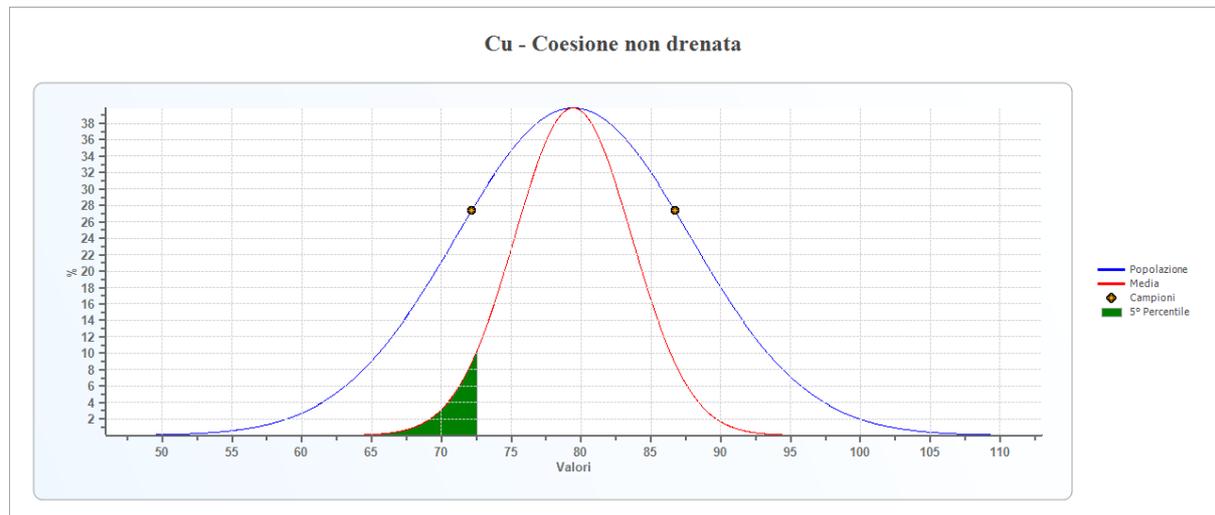
Descrizione | Limo Argilloso
Spessore [m] | 0.80

Elenco delle misure

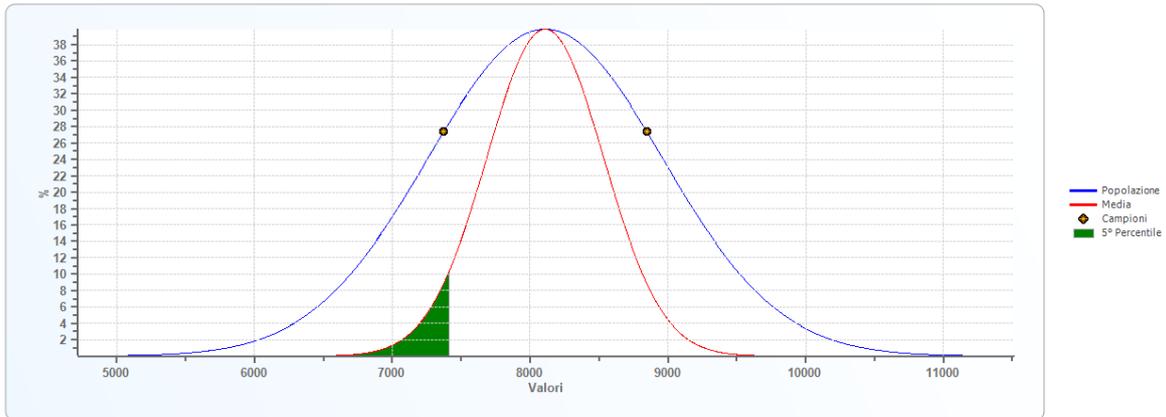
	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Densità relativa [%]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1		72.18		7697.34	7374.60	18.44	18.63
2		72.18		7697.34	7374.60	18.44	18.63
3		86.69		9197.66	8845.60	19.02	20.89
4		86.69		9197.66	8845.60	19.02	20.89

Risultati elaborazione

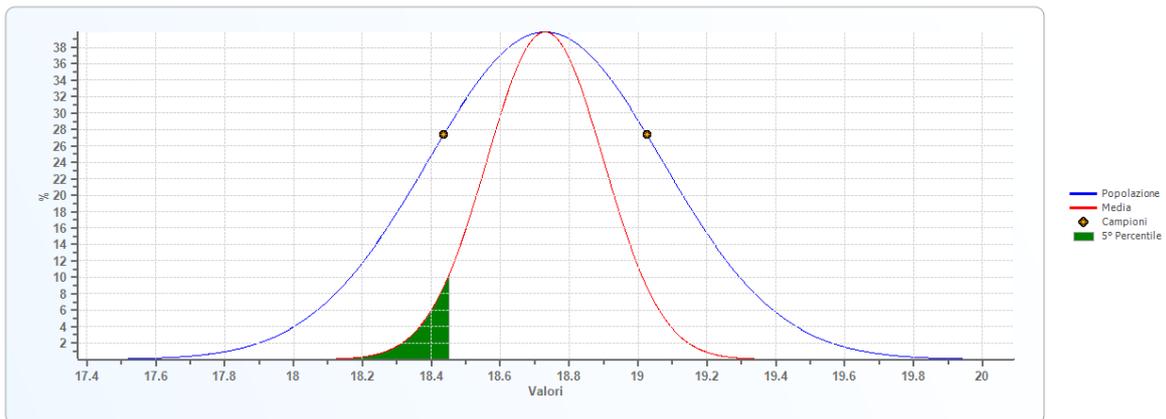
	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Densità relativa [%]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	--	Distribuzione standard	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	--	5° percentile media	--	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	--	72.54	--	7735.04	7411.57	18.45	18.69
Minimo	--	72.18	--	7697.34	7374.60	18.44	18.63
Massimo	--	86.69	--	9197.66	8845.60	19.02	20.89
Valore medio	--	79.43	--	8447.50	8110.10	18.73	19.76
Varianza	--	70.22	--	750320.35	721277.94	0.12	1.70
Dev. St.	--	4.19	--	433.11	424.64	0.17	0.65
Dev. St. Med.	--	4.19	--	433.11	424.64	0.17	0.65
Percentile	--	(5°) 65.65	--	(5°) 7022.58	(5°) 6713.03	(5°) 18.17	(5°) 17.62
percentile media	--	(5°) 72.54	--	(5°) 7735.04	(5°) 7411.57	(5°) 18.45	(5°) 18.69
C.O.V.	--	0.11	--	0.10	0.10	0.02	0.07



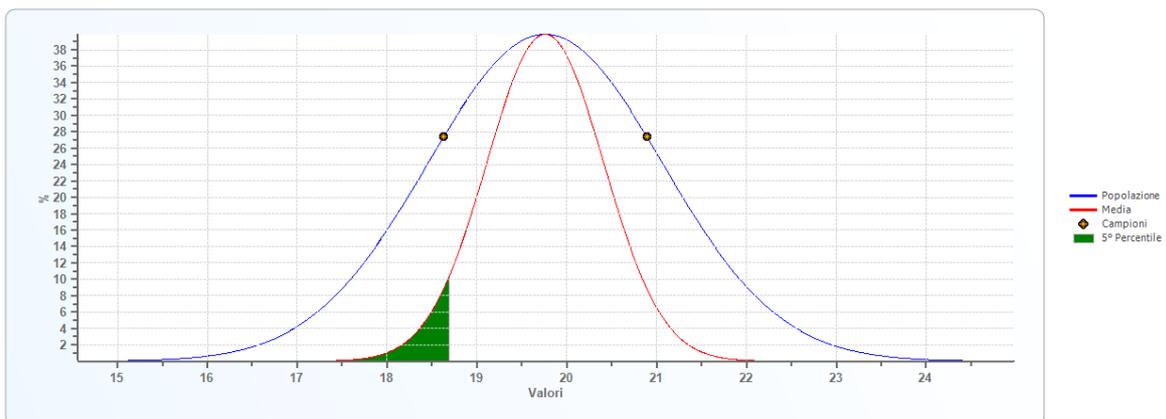
Ey - Modulo di Young



Dry unit weight - Peso di volume naturale



Saturated unit weight - Peso di volume saturo



RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

Strato n. 3

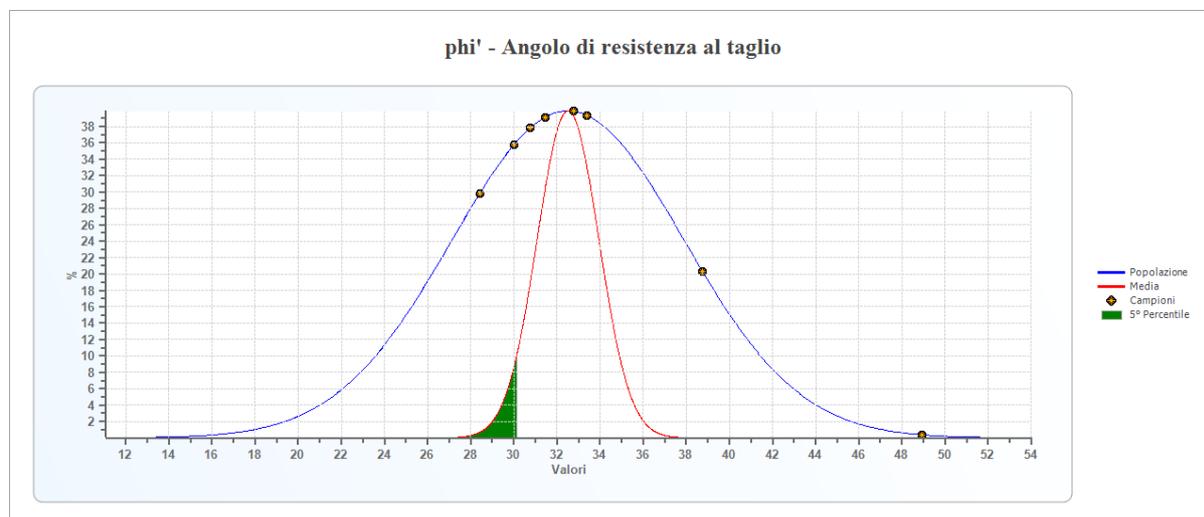
Descrizione | Depositi di conoide consolidati
 Spessore [m] | 2.80

Elenco delle misure

	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Densità relativa [%]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
1	28.43		62.27	5116.13	13253.69	17.65	18.93
2	28.43		61.37	5116.13	13253.69	17.65	18.93
3	30.02		67.65	5723.16	14729.59	18.44	19.12
4	31.45		73.09	6329.21	16205.49	19.12	19.32
5	32.77		77.90	6935.26	17681.39	19.71	19.52
6	30.75		68.14	6025.21	15465.09	18.83	19.22
7	33.40		78.57	7237.31	18416.89	20.01	19.61
8	30.02		63.36	5723.16	14729.59	18.44	19.12
9	30.75		65.64	6025.21	15465.09	18.83	19.22
10	30.75		64.87	6025.21	15465.09	18.83	19.22
11	30.02		61.14	5723.16	14729.59	18.44	19.12
12	30.75		63.40	6025.21	15465.09	18.83	19.22
13	38.75		94.54	10267.56	25791.49	21.48	20.50
14	48.92		100.00	18143.28	44963.49	24.52	21.67

Risultati elaborazione

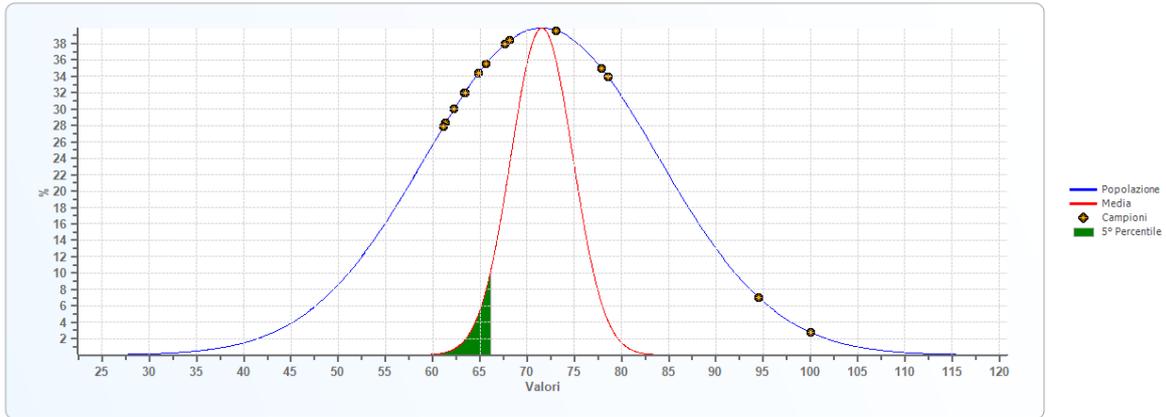
	Angolo di resistenza al taglio [°]	Coesione non drenata [kN/mq]	Densità relativa [%]	Modulo di compressibilità edometrica [kN/mq]	Modulo di Young [kN/mq]	Peso di volume naturale [kN/mc]	Peso di volume saturo [kN/mc]
Tipo di elaborazione	Distribuzione standard	--	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard	Distribuzione standard
Valore considerato	5° percentile media	--	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media	5° percentile media
Valore caratteristico	30.16	--	66.16	5675.47	14614.13	18.56	19.15
Minimo	28.43	--	61.14	5116.13	13253.69	17.65	18.93
Massimo	48.92	--	100.00	18143.28	44963.49	24.52	21.67
Valore medio	32.52	--	71.57	7172.51	18258.23	19.34	19.48
Varianza	28.81	--	151.38	11594862.73	68703365.50	3.17	0.55
Dev. St.	1.43	--	3.29	910.06	2215.26	0.48	0.20
Dev. St. Med.	1.43	--	3.29	910.06	2215.26	0.48	0.20
Percentile (5°)	23.69	--	(5°) 51.33	(5°) 1571.09	(5°) 4623.24	(5°) 16.41	(5°) 18.26
percentile media (5°)	30.16	--	(5°) 66.16	(5°) 5675.47	(5°) 14614.13	(5°) 18.56	(5°) 19.15
C.O.V.	0.17	--	0.17	0.47	0.45	0.09	0.04



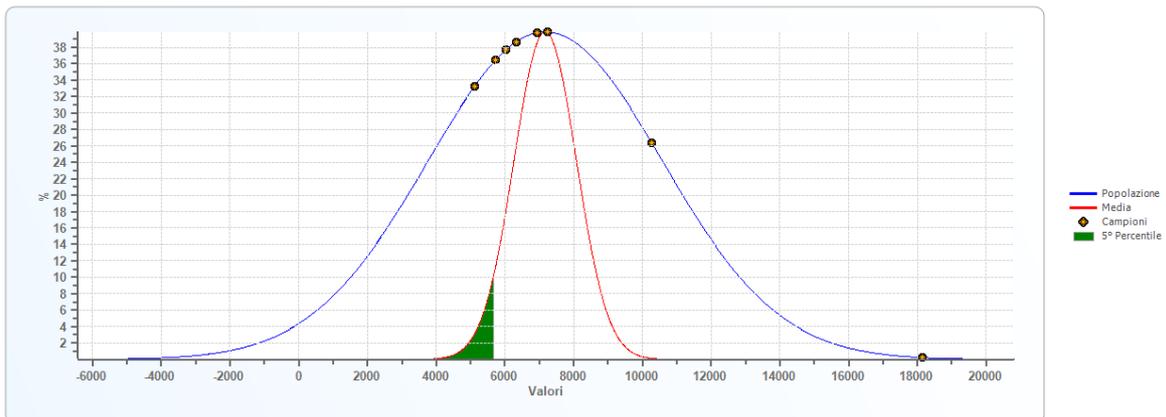
DOTT. GEOL. MATTEO SCALZOTTO
 DOMICILIO FISCALE E UFFICIO OPERATIVO: Via Alpone, 7 - 37030 TERROSSA DI RONCA' (VR)
 Tel. 3382727007

Web: www.alpogeo.it - www.alpogeo.com mail: info@alpogeo.it - studiogeologia.sf@libero.it

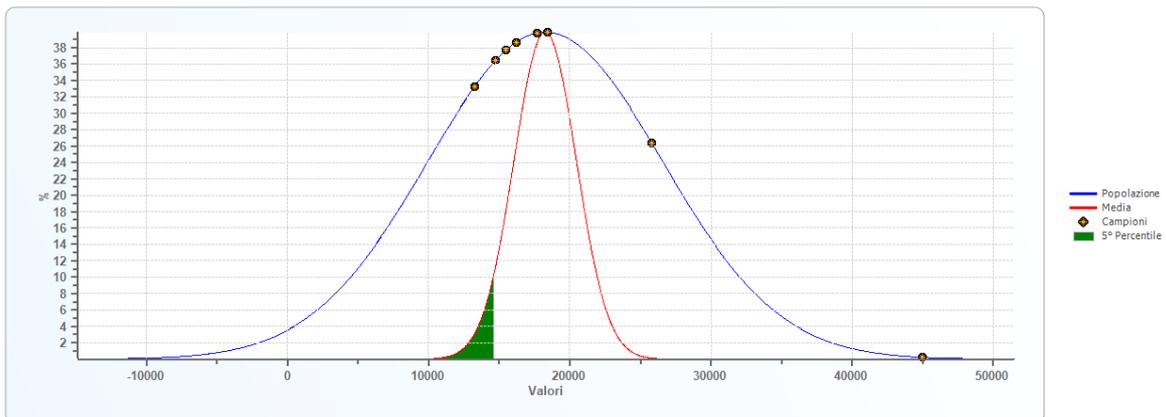
Dr - Densità relativa



Eed - Modulo di compressibilità edometrica

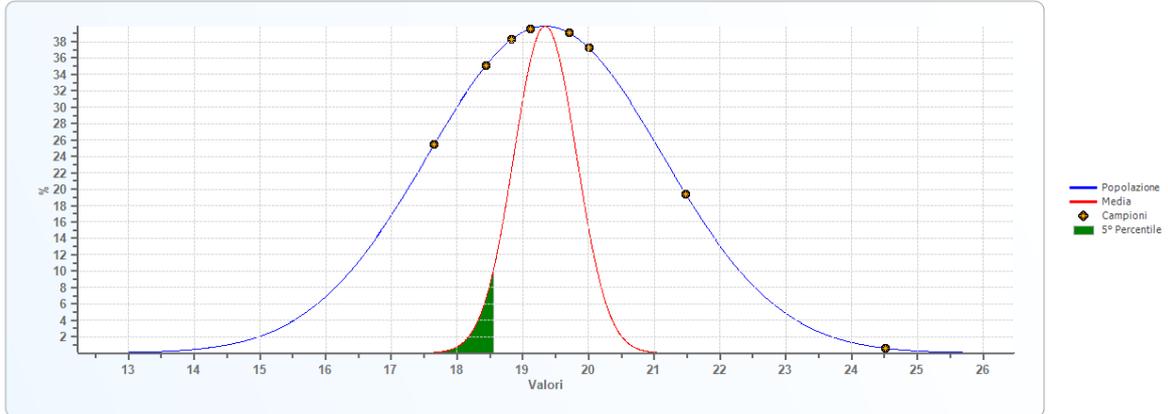


Ey - Modulo di Young

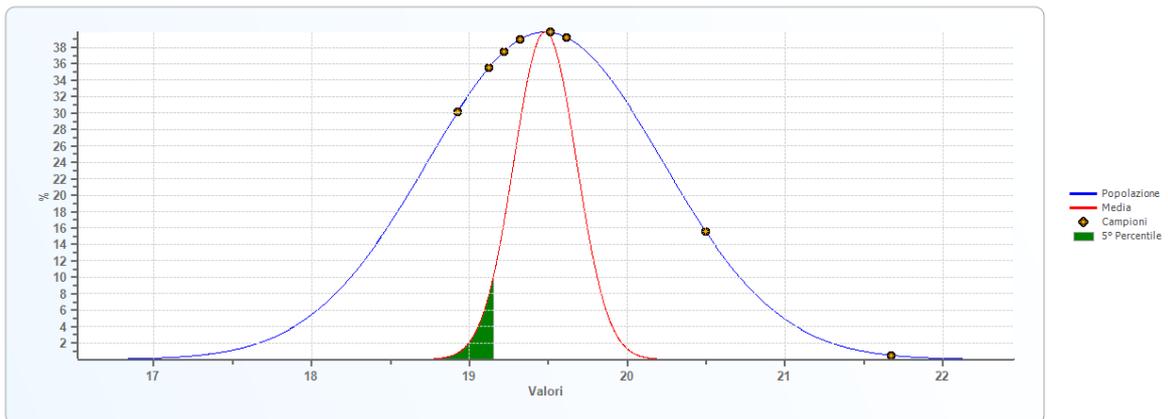


RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

Dry unit weight - Peso di volume naturale



Saturated unit weight - Peso di volume saturo



INDAGINE SISMICA: METODOLOGIA HVSR (RAPPORTI SPETTRALI)

La tecnica dei rapporti spettrali o HVSR (Nakamura,1989)è completamente non invasiva, molto rapida, si può applicare ovunque e non necessita di nessun tipo di perforazione, né di stendimento di cavi, né di energizzazioni esterne diverse dal rumore ambientale.



Sismografo triassiale in dotazione con sensori ortogonali da 4,5 Hz e convertitore A/D 24 bit

INDAGINE HVSR

Nome progetto: Indagine HVSR
Committente: SAVEGNAGO
Cantiere: Riqualificazione urbanistica zona di attenzione
Località: Cornedo Vicentino (VI) – Via Griggio
Responsabile: Dott. Scalzotto Matteo
Data: 10/05/2019

Tracce in Input

Dati riepilogativi:

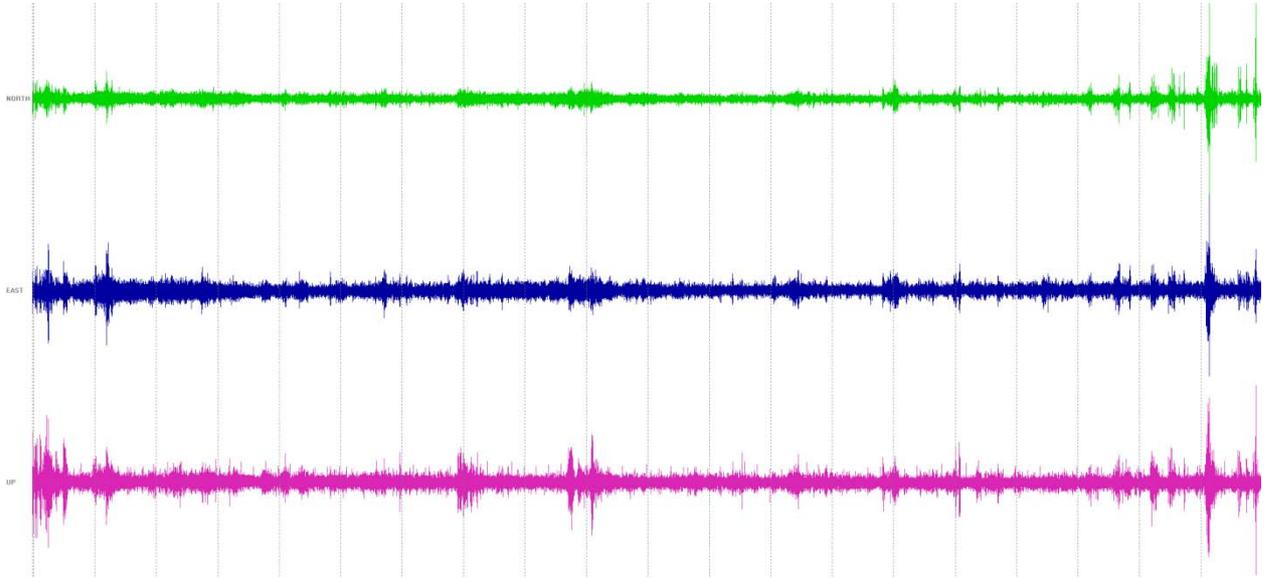
Numero tracce: 3
Durata registrazione: 1200 s
Frequenza di campionamento: 300,00 Hz
Numero campioni: 360000
Direzioni tracce: Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale



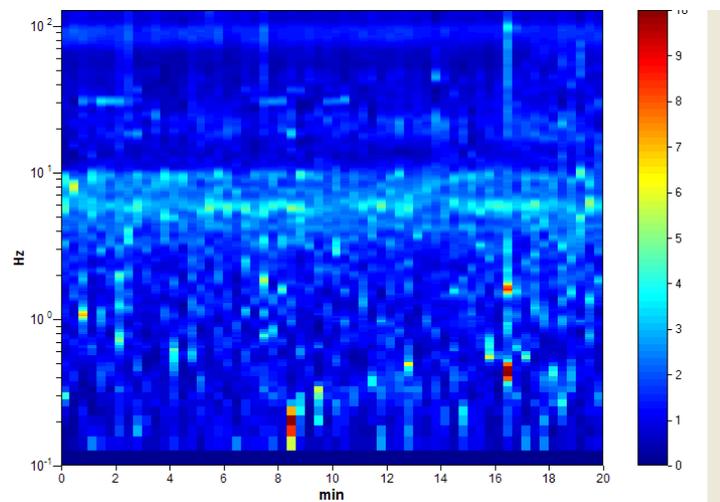
STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

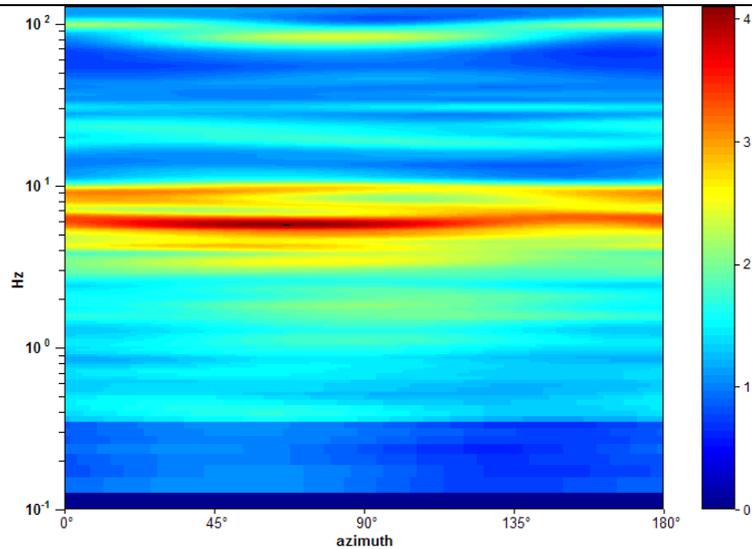
Grafici tracce della terna di sensori ortogonali:



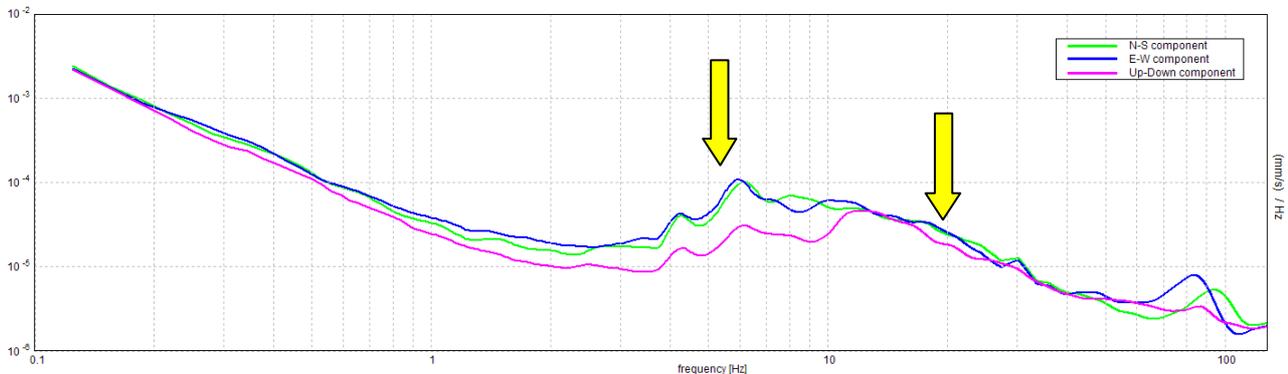
L'acquisizione temporale evidenzia una rumorosità di fondo lieve moderata da alcuni eventi distinti (attività antropiche)



Stabilità del segnale (serie temporale H/V); si nota un evidente picco a 5,81 Hz continuo nel tempo



Direzionalità del segnale (si nota che in particolare il picco a 5,81 Hz della prova HVSR risulta da sorgente non polarizzata pertanto di probabile natura litologica dovuto ad un contrasto di rigidità sismica tra sismo strati; lo stesso dicasi per il picco a 20 Hz)



HVSR: Spettri dei singoli sensori; in rosso sensore verticale, in blu e verde sensori orizzontali; le differenze tra le ampiezze di spettro tra i sensori orizzontali e quello verticale determinano i massimi della funzione H/V; laddove tutte le componenti subiscono un aumento dell'ampiezza spettrale si è in presenza di transienti, mentre il picco litologico è riconoscibile laddove le componenti orizzontali aumentano mentre quella verticale contestualmente diminuisce (freccia gialla)

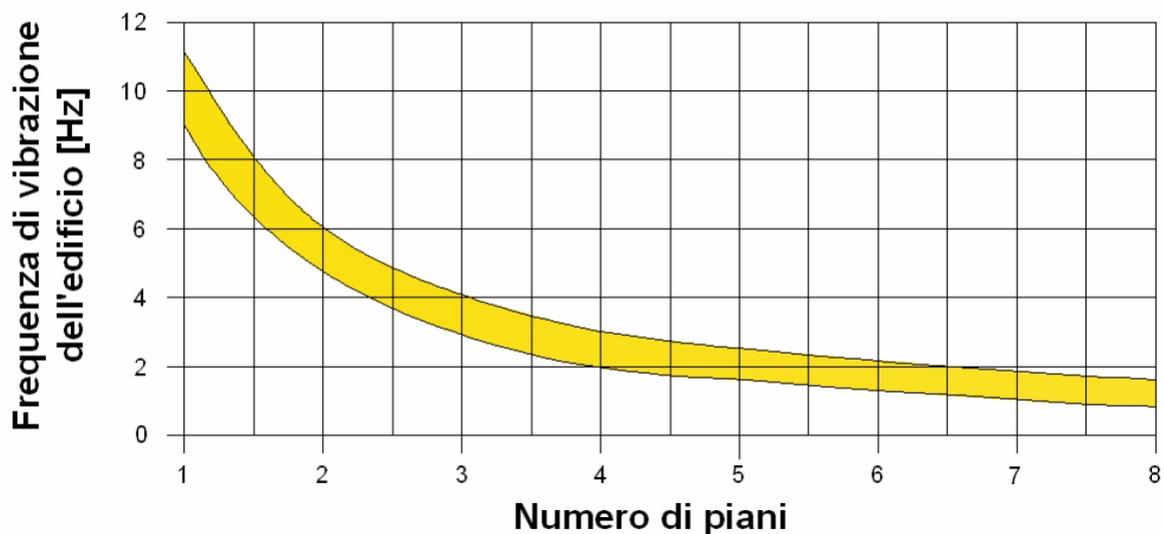
Tale tecnica costituisce una parte importante nella valutazione del rischio sismico di un determinato sito perché permette di calcolarne la frequenza fondamentale o frequenza di risonanza.

La frequenza caratteristica di risonanza di un sito rappresenta un parametro fondamentale per il corretto dimensionamento degli edifici / strutture in termini di risposta sismica locale. Si dovranno quindi adottare adeguate precauzioni nell'edificare edifici aventi la medesima frequenza di vibrazione del terreno per evitare effetti di "doppia risonanza", estremamente pericolosi.

La frequenza fondamentale di risonanza di una struttura può essere misurata eseguendo le misurazioni all'interno della stessa. In seguito sarà possibile confrontarla con quella del terreno su cui sorge per comprendere al meglio il rischio sismico a cui è sottoposto l'edificio in caso di sisma. Infatti la pericolosità è dovuta per l'effetto della doppia risonanza terreno – struttura (esistente o di progetto) laddove risultino coerenti i valori della frequenza di sito e quelli della struttura in analisi, per la quale il periodo fondamentale, se non direttamente misurato, può essere preliminarmente stimato dalla relazione:

$$T_{ed} \approx Ch^{3/4} \approx n/10$$

dove: T_{ed} è il periodo dell'edificio, h è la sua altezza ed n è il numero di piani; mentre il parametro $C = 0,050$ (edifici in muratura), $C = 0.075$ (edifici in muratura e calcestruzzo), $C = 0.085$ (edifici a telaio in calcestruzzo).



Le vibrazioni sismiche ambientali (rumore sismico) sono onde sismiche di bassa energia con ampiezze dell'ordine di 10^{-4} - 10^{-2} mm (Okada, 2003). In riferimento al contenuto in frequenza, il rumore sismico è anche chiamato microtremore se contiene alte frequenze (in genere maggiori di 0.5 Hz) e microsisma per basse frequenze. Per quanto riguarda l'origine del rumore sismico, è certo che le sorgenti dei microsismi sono le perturbazioni atmosferiche sugli oceani che si propagano come onde superficiali sui continenti, mentre le sorgenti dei microtremorisono le attività antropiche come il traffico veicolare, le attività industriali etc. e si propagano come onde superficiali di Rayleigh. Le misure puntuali di rumore sismico possono essere utilizzate per la stima sia degli effetti di sito (funzione di amplificazione), sia degli effetti sulle costruzioni nel rispetto della normativa che ne stabilisce la soglia massima (UNI9916).

In relazione agli effetti di sito, l'analisi delle misure di rumore sismico può essere condotta con tre metodi:



STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

- Spettri di Fourier
- Rapporti spettrali
- Rapporti spettrali H/V

Tra questi quello che sembra fornire i risultati migliori è quello dei Rapporti spettrali H/V noto anche come metodo HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) o metodo di Nakamura .

La tecnica dei rapporti spettrali H/V consiste nel calcolo del rapporto degli spettri di Fourier del rumore nel piano orizzontale H (generalmente lo spettro H viene calcolato come media degli spettri di Fourier delle componenti orizzontali NS ed EW) e della componente verticale V. Il metodo è applicabile alle misure di rumore registrate in una singola stazione posta su sedimenti. Il metodo è stato introdotto da scienziati giapponesi agli inizi degli anni '70, tra i quali Nogoshi e Igarashi (1971) e Shiono et al. (1979), che indagarono sul significato fisico del rapporto H/V e mostrarono la sua relazione diretta con la curva di ellitticità delle onde di Rayleigh. Essi conclusero che il picco massimo di ampiezza si verifica alla frequenza di risonanza fondamentale della copertura di terreni. Nel 1989, Nakamura propose in inglese il rapporto H/V come stima affidabile della funzione di trasferimento delle onde S per un dato sito. Le argomentazioni usate da Nakamura sono estremamente qualitative e si basano sull'ipotesi che i microtremori siano originati da sorgenti molto locali, come il traffico vicino al sismometro, e siano onde di Rayleigh che si propagano in un solo strato su un semispazio. Tale tecnica, ampiamente utilizzata da anni nel settore sismologico, di recente viene sempre più impiegata in campo geotecnico / ingegneristico per derivare i seguenti parametri :

- la frequenza fondamentale di risonanza F_0 dei terreni presenti nel sottosuolo;
- la stima del profilo del terreno in termini delle velocità V_s e V_p e della densità e quindi delle velocità V_s nei primi 30 m (ed oltre) dal piano campagna , attraverso opportuni metodi di inversione
- la frequenza fondamentale di risonanza di una struttura e i relativi modi di vibrare

ELABORAZIONE HVSR

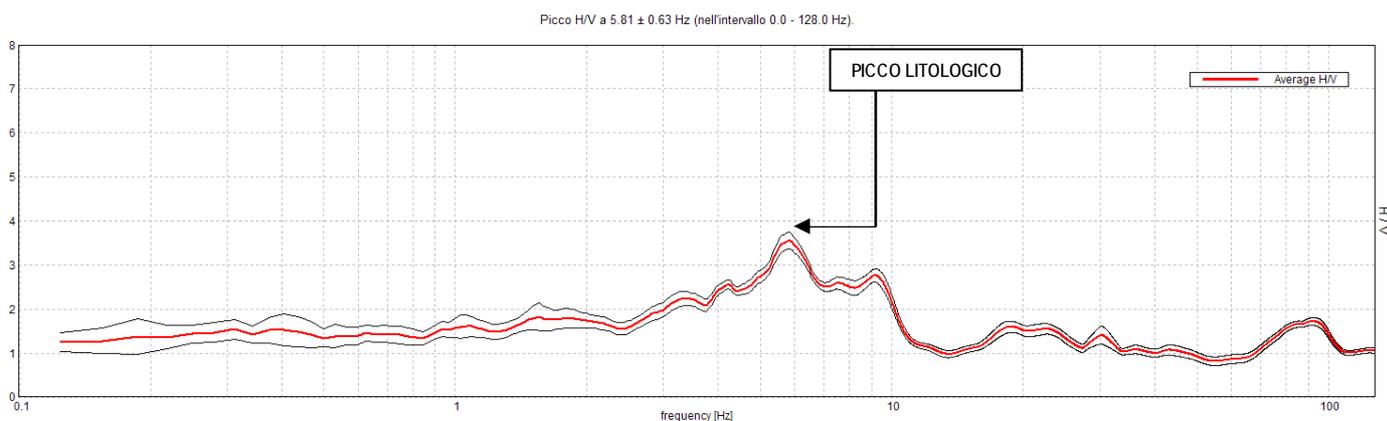
Strumento: TRZ-0023/01-09
 Formato dati: 16 byte
 Fondo scala [mV]: n.a.
 Inizio registrazione: 10/05/19 10:28:43 Fine registrazione: 10/05/19 10:48:44
 Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
 Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.
 Freq. campionamento: 256 Hz
 Lunghezza finestre: 20 s
 Tipo di lisciamento: Triangularwindow
 Lisciamento: 10%

Risultati:

HVSR: Frequenza del picco del rapporto H/V: 50,31 Hz

Grafici rapporto spettrale H/V



Picco H/V a 5.81 ± 0.63 Hz (nell'intervallo 0.0 - 128.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile
 [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	5.81 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	6975.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 280	OK	

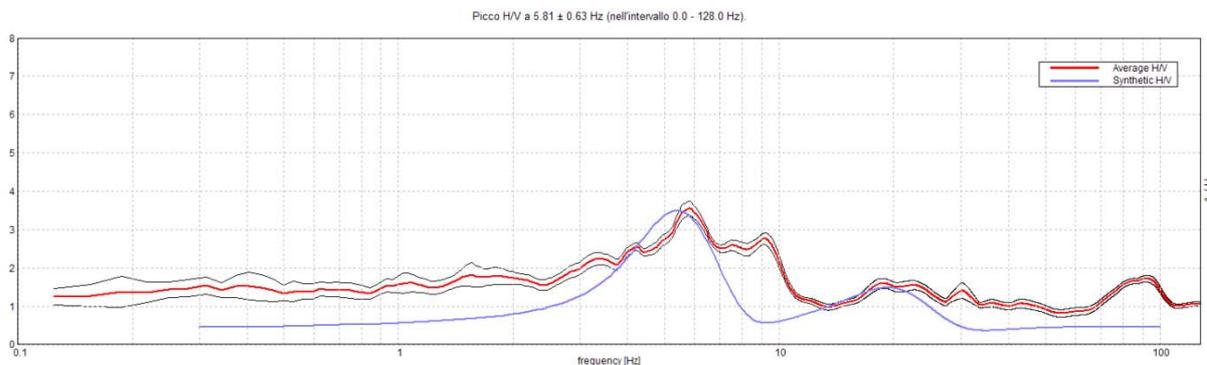
RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
 CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

Criteri per un picco H/V chiaro
 [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

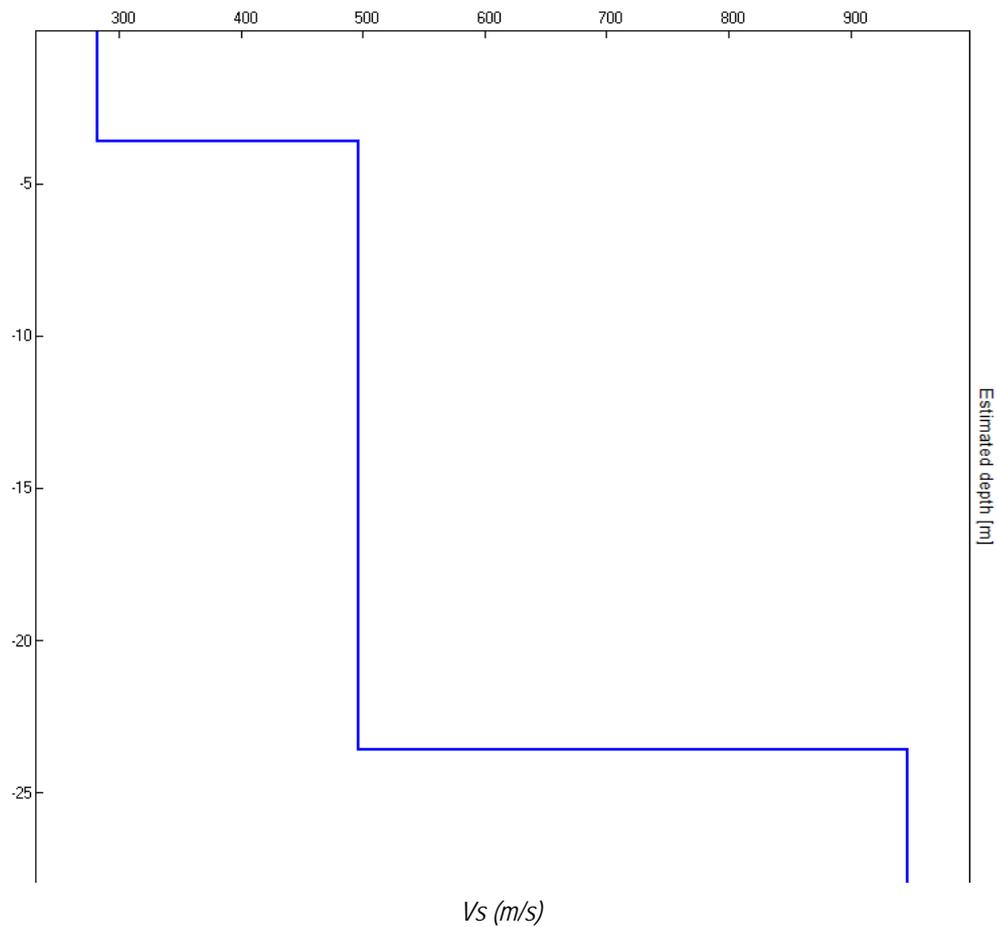
Esiste f in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f) < A_0 / 2$	2.688 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	10.375 Hz	OK	
$A_0 > 2$	$3.55 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.00832 < 0.05$	OK	
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.62963 < 0.29063$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1843 < 1.58$	OK	

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

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



Fitting della curva H/V sperimentale; corrispondenza tra la curva sperimentale (in rosso) e la curva di sintesi (in blu)



HVSR: Profilo di Vs mediante inversione (curva migliore corrispondente ai valori di confidenza più bassi)

Modello sismo stratigrafico

Dati riepilogativi:

Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
3.60	3.60	282	0.42
23.60	20.00	496	0.42
inf.	inf.	947	0.42

Analisi dei risultati

La modellazione in onde di taglio indica la presenza di una successione di sismostrati con velocità di taglio crescenti in profondità; non sono presenti inversioni di velocità (tratti della curva in cui il rapporto $H/V < 1$); in particolare si riscontra un sismo strato superficiale con V_s di circa 282 m/s e spessore stimato in almeno 3,6 m corrispondente a depositi colluviali prevalentemente coerenti di media consistenza passanti a depositi di conoide consolidati con $V_s = 496$ m/s fino ad una profondità presunta di circa 24 m; in successione si registra un incremento delle velocità delle onde di taglio a 947 m/s per la possibile presenza di un substrato particolarmente rigido.

Per quanto riguarda l'analisi della curva H/V si evince quanto segue:

La curva H/V presenta evidenti picchi alle frequenze di 20 Hz e 5,81 Hz i quali, dall'analisi degli spettri delle singole componenti e dalla componente direzionale sono da attribuirsi ad un contrasto di impedenza sismica tra sismostrati (quindi non di natura antropica) stimati nel modello sismo stratigrafico presentato.

La frequenza fondamentale di sito è presumibilmente determinabile nel picco $f_0=5,81$ Hz ($T=0,172$ s) in quanto il picco individuato soddisfa i criteri del protocollo SESAME per un picco chiaro e soprattutto isolato.

STIMA $V_{s,(eq)}$

Dai profili sismo stratigrafici è possibile calcolare il parametro V_s (eq), ai sensi del DM 17/01/2018), attraverso la seguente espressione, quindi stimare la categoria del suolo di fondazione:

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

dove h_1 e V_{s1} indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio (per deformazioni di taglio $D\check{z} < 10^{-6}$) dello strato iesimo per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori e H la profondità del substrato definito come la formazione costituito da roccia o terreno molto rigido caratterizzato da $V_s > 800$ m/s (se tale substrato è a profondità maggiori di 30 m allora $H = 30$). La proposta della nuova normativa conclude che il sito verrà classificato sulla base del valore di V_s (eq) eliminando di fatto le categorie S1 e S2 per le quali si dovrà ricorrere ad una analisi sismica di livello 3 (Risposta Sismica Locale). Inoltre viene eliminata la possibilità di ricavare la categoria del sottosuolo mediante N_{spt3} e Cu_{30} . Viene in sostanza enfatizzata l'importanza del parametro V_s che com'è noto è il parametro geofisico che meglio rappresenta la variabilità geotecnica dei materiali geologici presenti nel sottosuolo.

In base alle determinazioni svolte si evince che la velocità media delle onde di taglio fino alla profondità di 30 m dal piano campagna (p.c.) risulta

Valore Vs eq dal p.c.: 455 m/s ± 20%

Il valore numerico del parametro di cui sopra permette di stimare la seguente categoria sismica del suolo di fondazione:

Categoria	Descrizione
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fine scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

In presenza di morfologie complesse degli orizzonti geofisici è utilizzabile il metodo del reciproco generalizzato (G.R.M., di R. Palmer) che consente di ricostruire rifrattori ondulati a qualunque profondità, utilizzando sempre la geometria dei profili coniugati.

Gli aspetti di base dell'elaborazione sono:

- Il calcolo della funzione analisi-velocità, dalla quale si ottiene la velocità del rifrattore.
- Il calcolo della funzione tempo-profondità, che è una misura della profondità del rifrattore, espressa in unità di tempo.

L'analisi sismica si basa sulla determinazione del tempo di tragitto delle onde sismiche tra due geofoni separati da una distanza variabile XY che entra nel calcolo della velocità di propagazione delle onde nel rifrattore e della sezione tempo – profondità.

Il problema consiste nel calcolare con precisione la distanza XY ottimale per la quale i segmenti dei raggi che viaggiano verso l'alto e arrivano a ciascun geofono, emergano quasi dallo stesso punto del riflettore. Ciò permette di valutare tutte le eventuali variazioni laterali di velocità del rifrattore, e quindi di ricostruire anche morfologie complesse.

INVERSIONE TOMOGRAFICA

La tomografia sismica, per raggi diretti, è una tecnica d'indagine che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche con un potere risolutivo nettamente superiore ad altri metodi, offrendo la possibilità della ricostruzione, con elevato grado di qualità, di anomalie stratigrafiche, anche particolarmente complesse non risolvibili con differenti tecniche d'indagine.

Per le procedure di realizzazione di immagini tomografiche è necessario utilizzare un maggior numero di sorgenti di energizzazione e di punti di ricezione delle onde sismiche, che permettano una distribuzione dei raggi sismici omogenea e con una densità che viene predefinita in funzione del "target" da raggiungere.

Le tecniche operative possono essere molto diverse, si può infatti operare:

- a livello del piano di campagna disponendo i ricevitori (geofoni e idrofoni) ed i trasmettitori (punti di scoppio) su linee parallele;
- utilizzando due fori, residui di sondaggi geognostici, (tomografia cross-hole), dove previo opportuno condizionamento si alloggiano i ricevitori ed i trasmettitori;
- utilizzando un solo foro (sondaggio sismico tomografico), in cui sono alloggiati i ricevitori, eseguendo una serie di tiri a distanze crescenti dall'imboccatura del foro stesso.

Per il trattamento dei dati per la ricostruzione tomografica dell'immagine si utilizza una suddivisione dell'area di studio in celle elementari, calcolando per ciascuna di queste un valore di velocità congruente con il tempo di tragitto medio relativo ai percorsi dei raggi sismici che le attraversano; la presentazione delle elaborazioni eseguite dà come risultato una mappa della distribuzione delle velocità sismiche in una sezione piana contenente le sorgenti ed i geofoni.

Un'illustrazione del metodo sismico sintetica ma di grande chiarezza espositiva è riportata nel seguente passaggio:

"Le classiche prospezioni sismiche si basano sul concetto che le onde acustiche si propagano nei diversi mezzi con velocità differenti. Generando tali onde in un punto (detto di scoppio) e osservando i loro tempi di arrivo in altri punti predeterminati (detti di registrazione), è possibile ricostruire la distribuzione di velocità e con questa definire dal

punto di vista elastico le aree oggetto di studio e individuare anomalie o corpi anomali. L'applicazione della tecnica tomografica alle misure sismiche permette poi di ricostruire l'andamento di tale caratteristica fisica all'interno di una porzione di spazio non accessibile direttamente e di ottenere come risultati, immagini che visualizzano le non omogeneità incontrate nel mezzo.

PROSPEZIONE SISMICA A RIFRAZIONE

Allo scopo di ottenere un modello sismo stratigrafico bidimensionale in onde compressionali "P" sono stati eseguiti n°2 stendimenti sismici a rifrazione. Per la sismica a rifrazione è stata utilizzato un sismografo modulare a 12/24 canali (espandibili a 255), 12 geofoni verticali da 4,5 Hz con distanza intergeofonica di 2 m, un energizzatore sismico costituito da massa battente su piastra in lega di ferro ed alluminio.

Di seguito si riportano le caratteristiche tecniche dello strumento:

Caratteristiche tecniche

<i>Architettura</i>	
Classe strumentale:	sismografo multicanale per geofisica
Topologia:	rete differenziale RS485 half-duplex multipoint
Lunghezza massima della rete:	1200 metri senza ripetitori (virtualmente illimitata con ripetitori)
Numero massimo di canali per tratta:	255
Dimensioni dell'elemento (escluso il cavo):	80x55x18 mm
Peso:	250 g (un elemento con lunghezza cavo 5 metri)
Cavo:	4 conduttori, 2 coppie ritorte, robotico resistente a torsioni, flesso-torsioni, abrasioni ed agenti chimici
<i>Campionamento</i>	
Memoria:	64 kByte (>30000 campioni)
Frequenze in Hz:	200,300,400,500,800,1000,2000,3000,4000, 8000,10000,20000
pari ad intervalli in ms di:	5, 3.33, 2.5, 2, 1,25, 1, 0.5, 0.33, 0.25, 0.125, 0.1, 0.05
Esempi di utilizzo della memoria:	ReMi: 500Hz, t-max 60 secondi MASW: 4000Hz, t-max 7.5 secondi Riflessione: 20000Hz, t-max 1.5 secondi
<i>Dinamica del sistema</i>	
Risoluzione con guadagno 10x:	7.600 µV
Risoluzione con guadagno 1000x:	0.076 µV
Dinamica di base:	96dB (16 bit)
Dinamica massima del preamplificatore:	80dB
Signal to Noise Ratio RMS fra 0.5 e 30Hz:	>90dB
Full range a 10x:	0.5V p-p
Risoluzione RMS a 1000x e 4000SPS:	0.000002V p-p
Dinamica totale teorica:	155dB
Dinamica totale senza postprocessing:	> 127dB (a qualsiasi frequenza di campionamento)
Dinamica totale in postprocessing:	>140dB

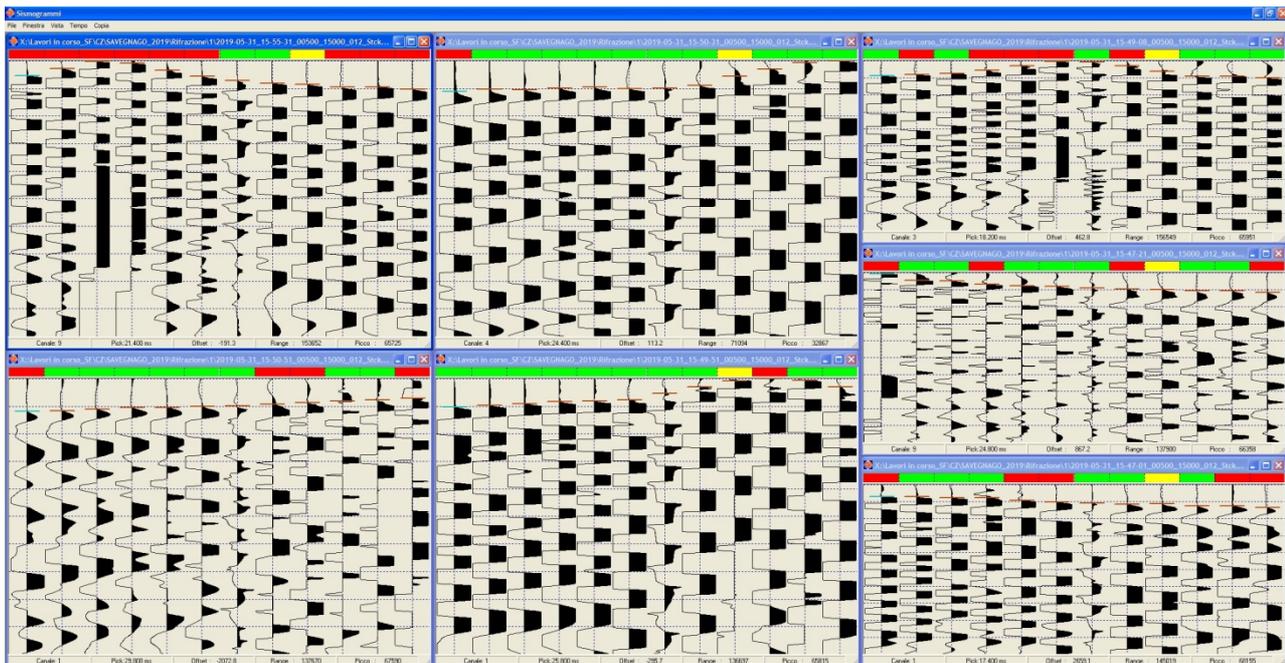
La configurazione degli stendimenti ha previsto l'utilizzo di 7 punti sorgente (2 esterni, 2 agli estremi dello stendimento, 2 mediani e 1 centrale); la profondità massima indagata, considerata la tipologia di sorgente, la distanza tra geofoni e tra sorgenti e le caratteristiche elastiche del substrato e dei terreni indagati, è stata di circa 8 m massimi. L'elaborazione dei dati è stata condotta, previo opportuno filtraggio e pulizia degli stessi, mediante l'utilizzo di due metodologie al fine di avere un pieno controllo dei risultati; in primo luogo sono state valutate in via preliminare le velocità delle singole litologie, cercando, dove possibile di discriminarne la natura. Questa valutazione è stata possibile analizzando le curve tempi/distanze (dromocrone) relative ad ogni sismogramma; ciò ha permesso di ottenere delle superfici di separazione nette ed univoche tra i mezzi elastici (litotipi). L'analisi delle velocità e degli

spessori dei terreni è stata ulteriormente affinata utilizzando il metodo dell'inversione tomografica; in sostanza tale metodo utilizza i tempi di primo arrivo delle onde P ai geofoni unitamente alla geometria dello stendimento, e, attraverso un algoritmo di inversione, costruisce un modello caratterizzato da un gradiente verticale e laterale delle velocità delle onde P. La computazione reciproca di tutti i dati permette, inoltre, di caratterizzare un modello geometrico delle strutture del sottosuolo. Il confronto tra le due metodologie sopra accennate ha permesso di inserire, nelle sezioni tomografiche, delle superfici di separazione coincidenti con il passaggio tra diverse litologie o entro una medesima litologia qualora essa sia caratterizzata da orizzonti a diversa competenza (purchè non di spessore esiguo). L'elaborazione è stata condotta tarando il modello con i dati bibliografici e con le elaborazione delle altre metodologie geofisiche utilizzate in sito.

ELABORAZIONE DEI DATI SITO

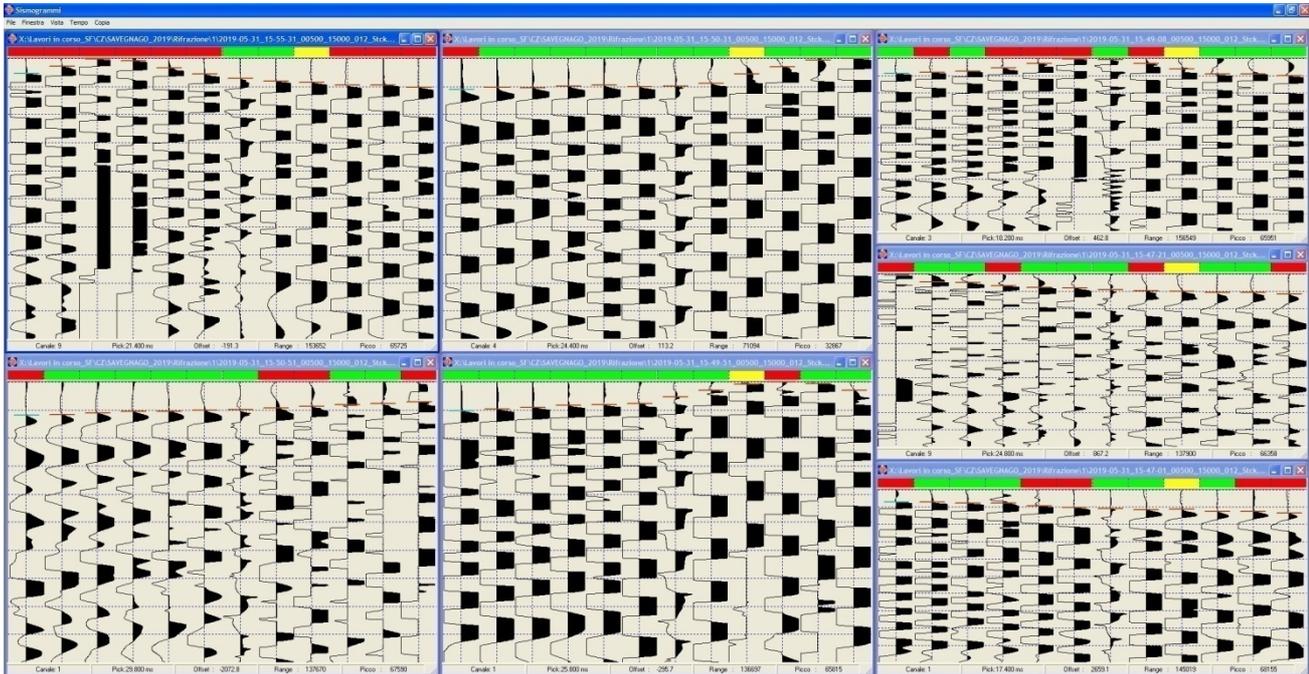
In ogni punto di energizzazione sono stati ripetute due/tre battute in modo da ottimizzare i segnali in fase di elaborazione poiché, per ciascun punto di energizzazione, è stata eseguita l'operazione di "stacking" ovvero di somma dei segnali in modo da metter in evidenza i primi arrivi ed annullare le frequenze relative al rumore di fondo. Successivamente i dati di campagna sono stati convertiti nei formati SEG Y e SEG2 in quanto compatibili con i software di processing dei segnali e di elaborazione.

Quindi, per ogni energizzazione, è stato eseguito il picking ovvero sono stati determinati i tempi dei primi arrivi delle onde P. Di seguito si riportano i sismogrammi di ciascuna energizzazione ed il relativo picking.



STENDIMENTO 1:

Sismogrammi relativo allo ai 7 punti di energizzazione



STENDIMENTO 2:
 Sismogrammi relativo allo ai 7 punti di energizzazione



Esecuzione stendimenti sismici a rifrazione

ELABORAZIONE CON ALGORITMO DI INVERSIONE TOMOGRAFICA SEISOPT2D)

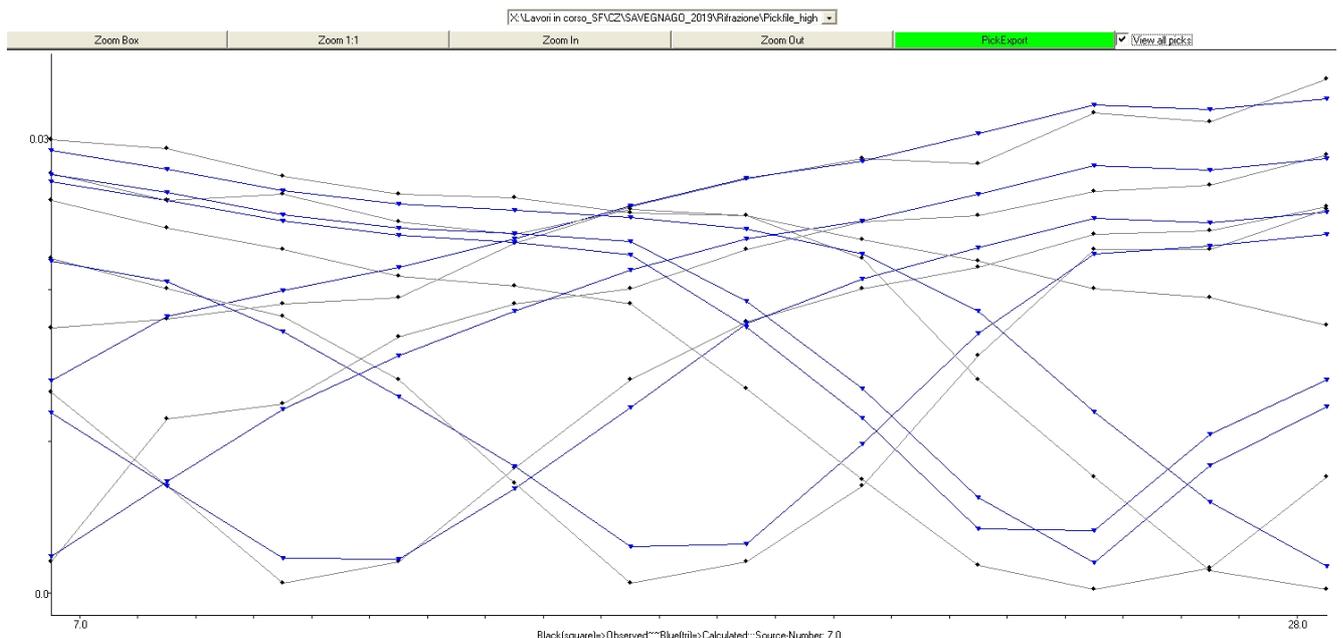
L'algoritmo di inversione tomografica utilizzato permette di affinare l'elaborazione eseguita precedentemente ottenendo una sezione bidimensionale in cui è rappresentato il gradiente di velocità in profondità.

I dati di ingresso richiesti utilizzano informazioni relative alla posizione X e Y dei ricevitori (geofoni) e delle sorgenti (energizzazioni), al numero dei canali ed ai primi arrivi delle onde P determinati in fase di picking.

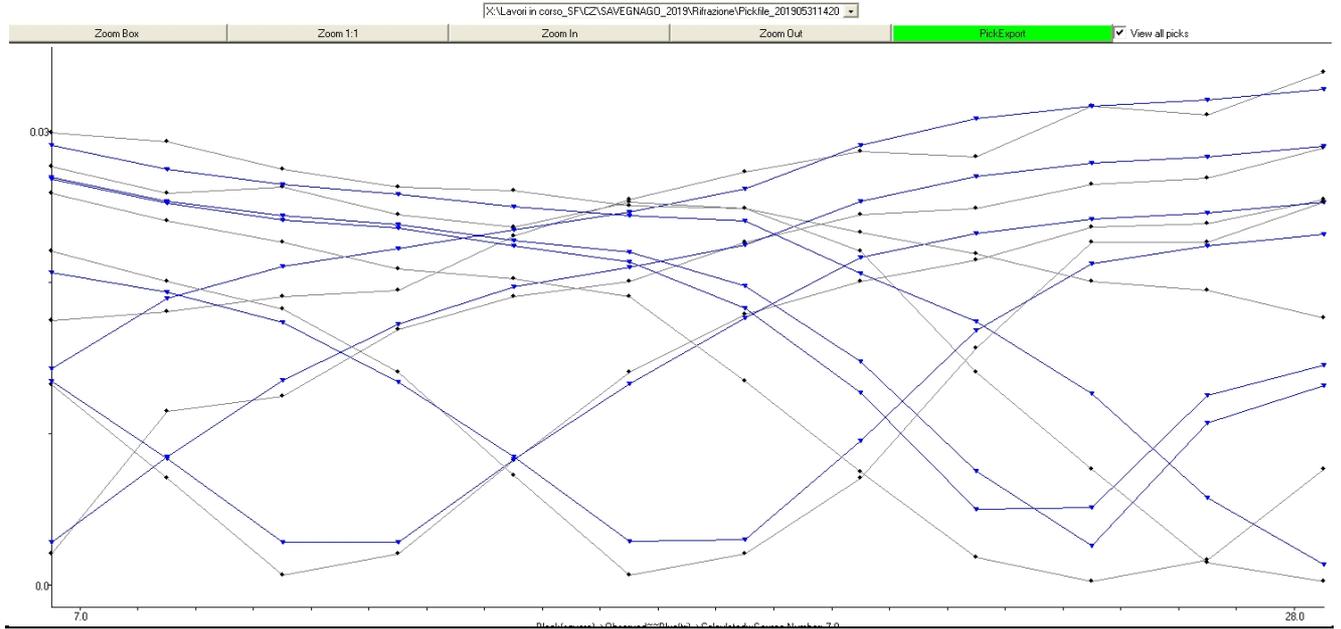
L'algoritmo provvede automaticamente ad una operazione di "fitting" tra i dati osservati generando una serie di dromocrone il più possibile simili a quelle ottenute con i dati di campagna; il processo consta di una serie di iterazioni finchè si arriva a minimizzare l'errore tra i dati osservati e quelli calcolati.

L'elaborazione è stata condotta attraverso varie fasi affinando la risoluzione della matrice fino ad ottenere l'errore più basso.

Il risultato è rappresentato nella figura che segue nella quale si osserva la massima corrispondenza possibile tra le dromocrone reali e quelle calcolate:



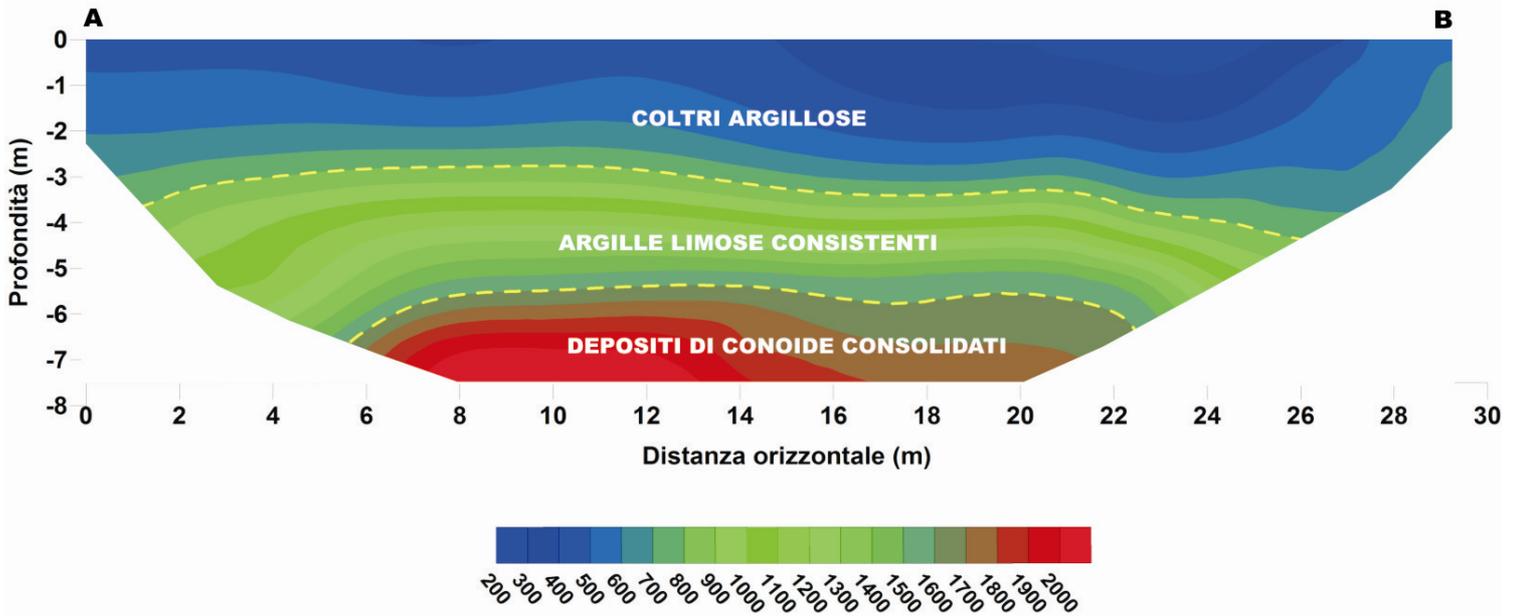
Dromocrone relative allo stendimento 1



Dromocrone relative allo stendimento 2

ANALISI DEI RISULTATI OTTENUTI

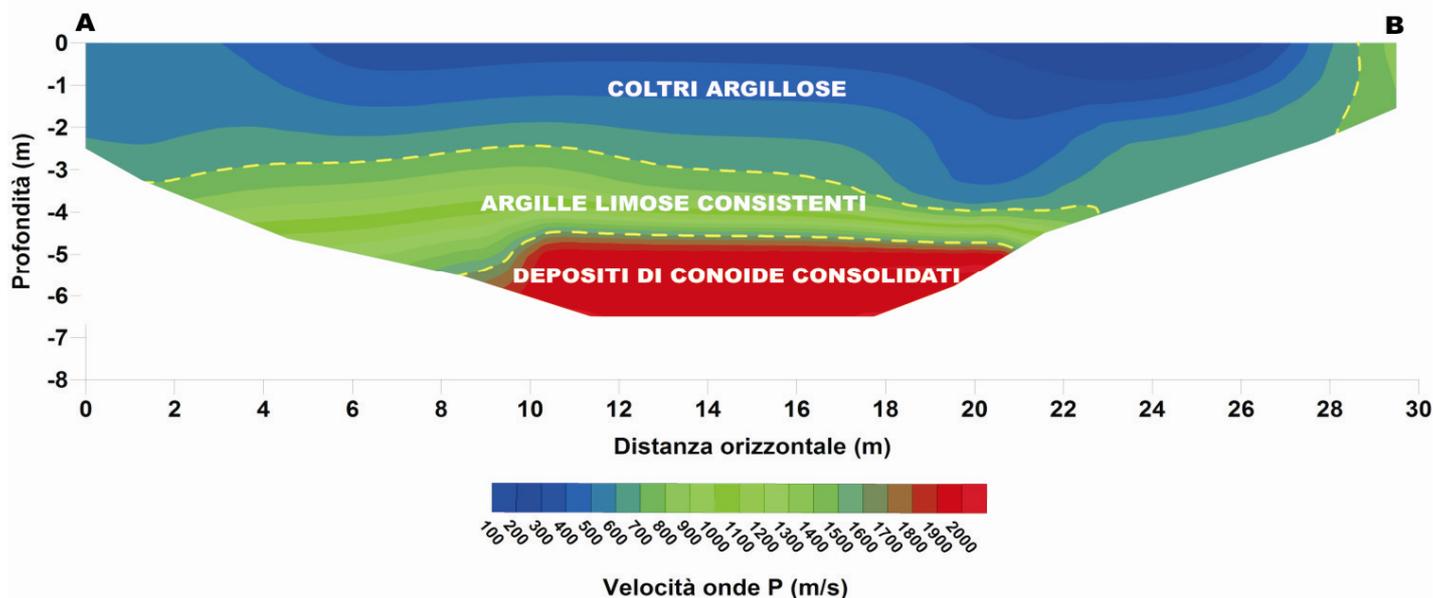
TOMOGRAFIA SISMICA 2D - STENDIMENTO 1
- SAVEGNAGO - CORNEDO VICENTINO -



Velocità onde P (m/s)

Modello elaborato con modellatore di superfici Surfer8

TOMOGRAFIA SISMICA 2D - STENDIMENTO 2
- SAVEGNAGO - CORNEDO VICENTINO -



Profili Tomografici: Dalle elaborazioni risultano essere presenti sostanzialmente 3 sismostrati, di seguito descritti, a partire dallo strato più superficiale.

Strato1: Terreni di natura eluvio-colluviale (argillosi) mediamente consistenti; essi hanno spessore variabile tra 3 m e 3,6 m; tali spessori rimangono più o meno costanti in tutti e due gli stendimenti. La velocità media delle onde compressionali è di circa 400-500 m/s.

Strato 2: Depositi argilloso limosi consistenti; si tratta di depositi colluviali di consistenza prevalentemente buona, con proprietà meccaniche progressivamente migliori in profondità e passanti gradatamente ai sottostanti litotipi. Lo spessore stimato risulta di circa 2-3 m. La velocità media delle onde compressionali è di circa 1200m/s

Strato 3: Depositi di conoide consolidati: si tratta di materiali ad elevata resistenza di natura mista (coesiva e granulare) il cui passaggio dal punto di vista sismo stratigrafico è ben evidente per quanto riguarda le onde compressionali, meno per le onde di taglio (per effetto di un passaggio graduale e del carico citostatico). La velocità delle onde compressionali risulta superiore a 1800 m/s

Caratteristiche elastiche:

Note V_p e V_s è possibile determinare empiricamente le principali costanti elastiche legate alle velocità di propagazione delle onde sismiche:

- Modulo di Young (E) [Kg/cm^2];
- Modulo di Taglio o di Rigidità (Gd) [Kg/cm^2];

- Modulo di Incompressibilità (K) [Kg/cm²];
- Coefficiente di Poisson (Yn).

Modulo di Young (E): esprime la resistenza di un corpo alla deformazione lineare quando lo si sottopone ad uno sforzo di dilatazione o compressione, esso è pari a:

$$E = Vs^2 \rho \cdot [3Vp^2 - 4Vs^2 / Vp^2 - Vs^2]$$

Modulo di Taglio o di Rigidezza (Gd): esprime la resistenza di un corpo alle variazioni lineari di forma quando lo si sottopone ad uno sforzo di taglio puro, esso è pari a: $G = Vs^2 \rho$

Modulo di incompressibilità (K): esprime la resistenza di un corpo alla deformazione volumetrica quando lo si sottopone ad uno sforzo di dilatazione o compressione, esso è pari a:

$$K = \rho [Vp^2 - 4/3 Vs^2]$$

Coefficiente di Poisson (Yn): esprime la misura della deformazione totale subita da un corpo, esso è pari a: $Yn = \frac{1}{2} (Vp/Vs)^2 - 1 / (Vp/Vs)^2 - 1$

Il coefficiente di Poisson è fondamentale; esso è un parametro adimensionale che offre un criterio di valutazione della deformazione totale che può subire una roccia o un terreno, ed è legato al grado di litificazione, alla porosità ed al grado di saturazione della roccia stessa.

MODULI ELASTICI TERRENI (PROSPEZIONE SISMICA IN ONDE S ED ONDE P)

DATI DI INGRESSO				
	γ (g/cm ³)	Possibile natura	vP(m/s)	vS(m/s)
STRATO 1	1.58	Argille	500	282
STRATO 2	1.85	Argille limose consistenti	1200	496
STRATO 3	1.86	Depositi di conoide consolidati	1800	500?
STRATO 4				
STRATO 5				
STRATO 6				

Modulo di Taglio dinamico G_0 (kg/cmq)=Vs*Vs* γ	
STRATO 1	1256.48
STRATO 2	4551.30
STRATO 3	4650.00
STRATO 4	
STRATO 5	
STRATO 6	

Rapporto di Poisson $\nu = ((vP*vP)/(2*vS*vS)-1)/((vP*vP)/(vS*vS)-1)$	
STRATO 1	0.27
STRATO 2	0.40
STRATO 3	0.46
STRATO 4	
STRATO 5	
STRATO 6	

Modulo di incompressibilità K (kg/cmq)= $\gamma*(vP*vP-4/3*vS*vS)$	
STRATO 1	2266.32
STRATO 2	20541.26
STRATO 3	54033.00

Modulo di Young (o di compressibilità dinamico) E (kg/cmq)= $\gamma*vS*vS*((3*vP*vP-4*vS*vS)/(vP*vP-vS*vS))$	
STRATO 1	3183.31
STRATO 2	12716.11
STRATO 3	13561.20

ANALISI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le indagini semidirette (prove penetrometriche) e le indagini indirette di tipo geofisico (sismiche in onde S ed onde P) risultano ben correlabili e restituiscono un modello litostratigrafico e sismostratigrafico che collimano piuttosto bene.

Nel dettaglio si rivengono depositi di medio-basse proprietà meccaniche ed elastiche per uno spessore relativamente modesto (non superiore a 3,6 m) che possono giustificare fenomeni di debole soliflusso per effetto della stagionale saturazione dei terreni solo in concomitanza di eventi particolarmente gravosi (alluvioni intense e/o prolungate).

Già a partire da queste profondità le resistenze meccaniche così come le caratteristiche elastiche risultano elevate conferendo ai depositi più profondi proprietà complessivamente buone.

L'esame della morfologia dei luoghi non evidenzia tracce di soliflusso generalizzato pertanto, dal punto di vista geologico, si può ritenere stabile. Dal Punto di vista urbanistico si può confermare l'area come idonea a condizione all'edificazione in quanto, a seguito di verifiche puntuali, sono possibili interventi edilizi purchè le fondazioni vadano ad immersarsi entro depositi più resistenti (presenti a profondità variabili, comunque non particolarmente profondi).

4 CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DEL SITO

Al fine di determinare se sussiste un pericolo di alluvionamento da parte della valle Preona si procederà ad uno studio idrogeologico del bacino sotteso e ad una verifica della sezione idraulica della valle nella parte più critica (ponte via Gonzati).

Per la determinazione delle altezze critiche di pioggia con il metodo di *Gumbel*, relative al bacino idrografico della Valle Smetterli, il cui spartiacque morfologico è riportato nel sottostante estratto da ctr, si è provveduto alla individuazione, dall'esame degli Annali del Servizio Idrografico Italiano, delle altezze massime di pioggia registrate per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore.



Estratto da ctr con indicazione del bacino della valle Smetterli

Nel seguito si riportano i dati pluviometrici tabellati e quelli ottenuti, dall'elaborazione statistica effettuata con il metodo di Gumbel, relativi alle altezze massime (H_{max}) e critiche (H_{crit}) di pioggia, con tempi di ritorno di 500, 200, 100, 50, 25, 10 anni.

Per valutare il rado di accettabilità della distribuzione di probabilità considerata per la stazione in esame sono stati eseguiti due test di adattamento, consistenti rispettivamente nella determinazione dei limiti della fascia $\alpha = 0.05$ e nel

test di Paerson o del χ^2 . I risultati ottenuti per ogni durata di precipitazione, evidenzialo che la distribuzione statica considerata regolarizza i dati pluviometrici disponibili con un livello di significatività relativamente alto.

A partire dai risultati ottenuti dalle elaborazioni statistiche sopradescritte, sono state quindi costituite le linee segnalatrici di probabilità pluviometrica (per tempi di ritorno da 10 a 50 anni anche fino a 500 anni) sulla base espressione (Tab. 3):

$$h = a t^n$$

Nel prospetto seguente sono riportati, per i tempi di ritorno considerati nelle successive elaborazioni idrologiche e per le regolarizzazioni eseguite sui dati disponibili, i valori dei parametri "a" e "n" delle curve di probabilità pluviometrica, mentre in tab. 3 sono riportati gli andamenti in scala logaritmica delle stesse curve.

I dati si riferiscono alla stazione pluviometrica di Schio e sono stati estratti dalla relazione di compatibilità idraulica del 2° P.I. del Comune di Cornedo Vicentino

Coefficienti di equazione pluviometrica		
PRECIPITAZIONI BREVI		
tr	a	n
50	65,84	0,366
100	72,29	0,366
200	78,72	0,365
PRECIPITAZIONI ORARIE		
tr	a	n
50	60,27	0,315
100	66,15	0,311
200	72,00	0,307

CALCOLO PORTATE DI PIENA TRAMITE METODO RAZIONALE

Nella progettazione di opere idrauliche orientate al controllo delle portate di piena, è prioritariamente indispensabile procedere alla stima della portata massima prevedibile che le solleciterà nel corso della loro vita prevista.

La portata, nella maggior parte dei casi, è originata dalle precipitazioni meteoriche e, più in generale, dipenderà dalle caratteristiche molto variabili, sia nel tempo che nello spazio, delle trasformazioni che l'acqua subisce durante il suo ciclo idrologico. In siffatte condizioni, è praticamente impossibile calcolare la massima portata prevedibile in senso deterministico e bisognerà, quindi, affrontare il problema nel solo modo possibile, e cioè in termini probabilistici. Significa, cioè, che la portata di piena va considerata come una *variabile casuale*, la quale, conseguentemente, dovrà essere stimata relativamente ad un livello di probabilità che essa ha di non essere superata o, meglio ancora, relativamente ad un periodo di tempo (detto *tempo di ritorno*) che intercorre, in media, tra due eventi in cui il valore di tale portata viene superato.

In genere, è possibile riconoscere due tipi di problemi, a seconda del tipo di informazioni di cui si dispone:

1. stima della portata di piena di progetto direttamente dall'analisi probabilistica di osservazioni dirette di portata fatte in passato nel sito;
2. stima della portata di piena di progetto attraverso l'analisi probabilistica preliminare delle precipitazioni nel bacino idrografico interessato e la simulazione conseguente del processo della loro trasformazione in deflussi.

Il calcolo che seguirà si occupa del secondo caso, quello cioè riguardante, in particolare, i bacini idrografici non monitorati e di non eccessive dimensioni (al più qualche decina di km²). Pertanto, in numerosi casi pratici si dispone solo delle precipitazioni meteoriche in alcuni punti del bacino. In tali casi la portata sarà stimata simulando, attraverso un modello matematico, il processo di trasformazione afflussi-deflussi nel bacino idrografico.

Per la determinazione dei tempi di corrivazione e della portata massima (*portata di piena*) del bacino idrografico, essendo lo stesso considerato piccolo per estensione, si adottano le seguenti relazioni matematiche, rispettivamente proposte da Giandotti (T_c) e da Visentini (Q_{max}):

$$T_c \text{ (ore)} = \frac{4 \times \sqrt{S} + 1,5 \times l}{0,80 \times \sqrt{H_m}}$$

$$Q_{max} \text{ (m}^3\text{/sec)} = \frac{0,278 \times S \times H_{crit}(t, T)}{0,80 \times T_c}$$

dove le variabili del bacino sono:

T_c (ore) = tempo di corrivazione;

S (km²) = area del bacino idrografico sotteso dalla sezione di misura;

L (km) = lunghezza dell'asta valliva principale;

H (m) = altitudine media ponderata del bacino:

$$H \text{ (m)} = \frac{\sum_{i=1}^n h_i \times S_i}{S}$$

h_i = altitudine media tra due direttrici;

S_i = superficie compresa tra le due direttrici;

H_0 (m) = quota della sezione di chiusura;

$\overline{H}_m = H(m) - H_0(m)$ = altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura.

Coefficiente di deflusso c

La stima del coefficiente di deflusso è estremamente difficile e costituisce il maggiore elemento di incertezza nella valutazione della portata. Il parametro tiene conto in forma implicita di tutti i fattori che intervengono a determinare la relazione tra la portata al colmo e l'intensità media di pioggia; si utilizzano normalmente valori di riferimento, tratti dalla letteratura scientifica, che spesso sono adattabili con difficoltà alle effettive condizioni del bacino in studio.

Gli studi disponibili, per altro in numero piuttosto limitato, indicano tutti che il valore di c in un dato bacino varia in misura elevata da evento ad evento, in particolare in funzione delle differenti condizioni climatiche antecedenti. E' possibile comunque ipotizzare che, per gli eventi gravosi che sono di interesse nel campo della progettazione e delle verifiche idrauliche, il parametro assuma valori sufficientemente stabili. In qualche caso si assume che il valore di c cresca in funzione del tempo di ritorno dell'evento, supponendo in tal modo una risposta non lineare del bacino.

Normalmente per i bacini di piccole dimensioni si trascura l'effetto di invaso, mentre un'indicazione dei valori da attribuire al fattore di trattenuta del terreno è fornita nella letteratura scientifica come di seguito riportato.

Coefficienti di deflusso raccomandati da *American Society of Civil Engineers* e da *Pollution Control Federation*, con riferimento prevalente ai bacini urbani

Caratteristiche del bacino	c
Superfici pavimentate o impermeabili (strade, aree coperte, ecc.)	0,70 – 0,95
Suoli sabbiosi a debole pendenza (2%)	0,05 – 0,10
Suoli sabbiosi a pendenza media (2 - 7%)	0,10 – 0,15
Suoli sabbiosi a pendenza elevata (7%)	0,15 – 0,20
Suoli argillosi a debole pendenza (2%)	0,13 – 0,17
Suoli argillosi a pendenza media (2 - 7%)	0,18 – 0,22
Suoli argillosi a pendenza elevata (7%)	0,25 – 0,35

Coefficienti di deflusso raccomandati da *Handbook of Applied Hydrology*, Ven Te Chow, 1964

Tipo di suolo	c	
	Uso del suolo	
	Coltivato	Bosco
Suolo con infiltrazione elevata, normalmente sabbioso o ghiaioso	0,20	0,10
Suolo con infiltrazione media, senza lenti argillose; suoli limosi e simili	0,40	0,30
Suolo con infiltrazione bassa, suoli argillosi e suoli con lenti argillose vicine alla superficie, strati di suolo sottile al di sopra di roccia impermeabile	0,50	0,40

La stima del valore appropriato del coefficiente di deflusso richiede pertanto una notevole esperienza, integrata ovunque possibile da dati e osservazioni sperimentali su eventi di piena nella regione idrologica di interesse.

Per la determinazione della portata massima del bacino idrografico, si assume, data la sua limitata estensione, il valore dell'altezza critica $H_{crit}(t, T)$, corrispondente ad un tempo di ritorno T di 50, 100, 200 anni e per una durata t corrispondente al tempo di corrivazione calcolato T_c .

Dall'esame delle annesse tabelle di calcolo e dei grafici, si possono rispettivamente rilevare i valori della/e portata/e massima/e Q_{max} del bacino idrografico della Valle Smetterli, per i vari tempi di ritorno T (anni) e l'andamento delle altezze critiche di pioggia H_{crit} riferite ai tempi di ritorno T (anni) ed al tempo di durata t (ore).

La portata Q_{max} , calcolata per il bacino in esame al ponte di via Sansugari è di 23,30 m³/sec per un tempo di ritorno pari a 200 anni, considerando, i seguenti dati

T_c (ore) = tempo di corrvazione = 1,26 h;

S (km²) = 2,68 km² ;

L (km) = 3000 m;

H (m) = 330 m

$C = 0,5$ (visto che la maggior parte del bacino è costituito da litologie poco permeabili ed è caratterizzato da aree per lo più coltivate).

La valle Preona come si evince dalla documentazione fotografica si presenta molto incassata rispetto all'area individuata come area di attenzione e presenta un alveo largo (5-6 m) con argini costituiti da muri in sasso in buone condizioni.



Foto dell'area di proprietà al di là del ponte di via Gonzati; si nota come l'area sia rialzata rispetto alla strada comunale di via Grigio;



Foto del ponte di via Gonzati;



Foto della valle Preona a valle ponte via Gonzati; si nota come la valle sia incassata rispetto area residenziale di via Griggio e l'alveo sia largo;



Foto della valle Preona a monte del ponte via Gonzati



Foto della valle Preona a valle ponte via Gonzati; si nota il notevole dislivello tra la strada e l'alveo della valle;



**STUDIO DI GEOLOGIA, GEOTECNICA
GEOFISICA , IDROGEOLOGIA E AMBIENTE
DOTT. MATTEO SCALZOTTO GEOLOGO**

RELAZIONE GEOLOGICO, GEOTECNICA E IDROGEOLOGICA RELATIVA ALL'AREA DI ATTENZIONE GEOLOGICA
CENSITA DAL PAI DEL BRENTA BACCHIGLIONE IN VIA GRIGGIO

L'unica situazione critica, considerando le pendenze, si potrebbe avere in corrispondenza del ponte di via Gonzati, in cui si evidenzia un leggero restringimento della valle e quote tra la valle e la strada di via Griggio sono minori.

Per questo è stata fatta una valutazione sulla portata critica in questo punto della valle che risulta ampiamente dimensionata anche per portate di piena calcolate per Tr di 200 anni.

Il valore calcolato è di 81,62 mc/s, valore ampiamente superiore a 23,30 mc/s, valore calcolato per piogge critiche di 200 anni per il bacino sotteso in questo punto.

Di seguito si riportano i fogli di calcolo sopraccitati.

STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA

Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I. "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

Descrizione : Valle Preona

Punto di sezione : Via Griggio

TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)	
DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO	DATI RISULTANTI
S ⇒ 2,68 [Km ²] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione $T_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow 1,26$ [ore]
L ⇒ 3 [Km] Lunghezza asta principale	
Hm ⇒ 330 [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
Ho ⇒ 210 [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE							
FORMULA							
Curva di probabilità pluviometrica	$h_{(t)} = at^n$	h ₀ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)					
VALORI DI a ED n AL VARIARE DI Tr PER EVNTI DI DURATA ORARIA							
		a Tr 50	n Tr 50	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200
		65,84	0,366	72,29	0,366	78,72	0,365
MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE							
Tr	h(t)	h ₀ = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore] 1,26 Tr = tempo di ritorno					
50	71,67						
100	76,69						
200	85,67						

PORTATE DI MASSIMA PIENA	
FORMULA del METODO RAZIONALE	
$Q_c = 0,278 \frac{ch_{(t)}S}{T_c}$	dove Q_c ⇒ portata al colmo c ⇒ 0,5 coefficiente di deflusso $h_{(t)}$ ⇒ 0 S ⇒ 2,68 [Km ²] Superficie Bacino T_c ⇒ 1,26 [ore] Tempo di corrivazione
RISULTATI	
Tr	Q_c [m³/sec]
50 ⇒	21,176
100 ⇒	23,251
200 ⇒	25,313
Tr = tempo di ritorno [anni]	

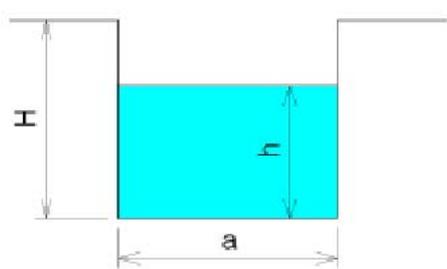
Software Freeware
distribuito da geologi.it

**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
 SEZIONE IDRAULICA DI FORMA RETTANGOLARE**

Descrizione: Valle Preana
Punto di sezione: Ponte via Gonzati

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)		
H ⇒	1,50	ALTEZZA [m]
a ⇒	5,00	[m]
h ⇒	1,50	[m]
p ⇒	2%	Pendenza
m ⇒	0,25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI		
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h$	⇒ 8,000 [m]
Area di deflusso	$A = ah$	⇒ 7,5000 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒ 0,938 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 1,50 m

FORMULE (moto uniforme)		
Portata	$Q = AV$	dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri p}$	dove c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI		
c	⇒	79,48
V	⇒	10,88 [m/sec]
Q	⇒	81,623 [m³/sec]

Software Freeware distribuito da geologi.it

4 CONCLUSIONI

Lo scrivente ha esaminato l'area di proprietà classificata dal PAI del Brenta-Bacchiglione come area di attenzione a pericolosità geologica sita in via Grigio.

Dai dati rilevati emerge che:

- Dalle analisi geologica e idraulica in sede di redazione del PAT non era stata evidenziata per il sito in esame nessuna particolare criticità né idraulica né geologica; l'area è classificata come area idonea a condizione all'edificazione;
- Come si evince dalla carta della pericolosità idraulica del PTCP l'area in esame si trova in area di conoide non attiva (art. 10);
- L'area è inserita nel PAI del Brenta Bacchiglione come area di attenzione geologica.

Dalla relazione di compatibilità idraulica dello Studio Geosistemi per conto del Comune per la seconda variante del P.I. si evince che:

Nel territorio comunale di Cornedo Vicentino, è presente la classe di rischio R1.

In relazione alla fragilità geologica, il PTCP individua alcuni elementi morfologici: gli stessi, sono stati riportati nel PAI come zone di attenzione, senza una verifica critica, interpretandole come espressioni di dinamiche morfologiche in atto. Per gli interventi (ID_3 e ID_159) che ricadono in aree classificate dal P.T.C.P. in funzione del grado di rischio idraulico e geologico, vale l'art. 10 delle N.T.A. "*Carta delle Fragilità PTCP - Direttive generali per le aree a pericolosità e/o rischio idraulico e geologico*".

La presente relazione ha messo in evidenza che l'area in esame non presenta particolari criticità né geologiche né idrogeologiche.

CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

Le indagini semidirette (prove penetrometriche) e le indagini indirette di tipo geofisico (sismiche in onde S ed onde P) risultano ben correlabili e restituiscono un modello litostratigrafico e sismostratigrafico che collimano piuttosto bene.

Nel dettaglio si rivengono depositi di medio-basse proprietà meccaniche ed elastiche per uno spessore relativamente modesto (non superiore a 3,6 m) che possono giustificare fenomeni di debole soliflusso per effetto della stagionale saturazione dei terreni solo in concomitanza di eventi particolarmente gravosi (alluvioni intense e/o prolungate).

Già a partire da queste profondità le resistenze meccaniche così come le caratteristiche elastiche risultano elevate conferendo ai depositi più profondi proprietà complessivamente buone.

L'esame della morfologia dei luoghi non evidenzia tracce di soliflusso generalizzato pertanto, dal punto di vista geologico, si può ritenere stabile. Dal Punto di vista urbanistico si può confermare l'area come idonea a condizione all'edificazione in quanto, a seguito di verifiche puntuali, sono possibili interventi edilizi purchè le fondazioni vadano ad immersarsi entro depositi più resistenti (presenti a profondità variabili, comunque non particolarmente profondi).

CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Dalle indagini idrogeologiche eseguite sul bacino afferente la valle Preonasi è potuto verificare come il sito in esame non possa essere caratterizzato da eventi di alluvionamento della valle sia per la morfologia della valle sia per il suo assetto idraulico che è in grado di smaltire portate di pianacritica con tempi di ritorno di 200 anni.

A detta dello scrivente e viste le indagini eseguite per l'area di attenzione in esame non esiste pericolosità né di frana né idraulica limitatamente al sito in esame.

A seguito incontro con i funzionari della Direzione Difesa del suolo della Regione Veneto – U.O. Geologia Dott. Arziliro Luciaano e Dott. Patrizio Buscemi, avuto luogo nel Settembre 2019 è stato definito l'iter successivo al fine di valutare i rischi relativi all'intera l'area di conoide ossia:

- Definizione dell'intero bacino di alimentazione della conoide e sua rappresentazione cartografica (DTM)
- Applicazione delle linee guida della regione Veneto "criteri da utilizzare per la valutazione delle zone di attenzione in presenza di conoide"
- Analisi delle sezioni critiche
- Trasferimento dei dati su shape file
- Valutazione della presenza di eventuali aree di dissesto che possono apportare trasporto solido
- Valutare gli eventi storici, verificare eventuali portate e sezioni

L'iter di cui sopra è necessario per riqualificare le aree di attenzione.

Indagini e relazione eseguite nel periodo di GIUGNO 2019


Dr. Geol. Matteo Scalzotto

ORDINE DEI GEOLGIST
Dr. Geol.
MATTEO
SCALZOTTO
N° 652
REGIONE DEL VENETO