



COOPROGETTI

AZIENDA CON SISTEMA QUALITÀ CERTIFICATO
NORMA UNI-EN-ISO 9001:2008
CERT. SGS ITALIA s.r.l. N°IT09/0043

localizzazione

**REGIONE VENETO
PROVINCIA DI TREVISO
COMUNE DI BREDA DI PIAVE**

tavola

D.04

committente

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI BREDA DI PIAVE

lavoro

**OPERE DI ADEGUAMENTO SISMICO E ENERGETICO
DELLA SCUOLA PRIMARIA DI SALETTO DI BREDA
DI PIAVE - CIG: Z3523230A0**

FATTIBILITÀ TECNICO ECONOMICA

oggetto

scala

RELAZIONE GEOLOGICA

responsabile di progetto	gruppo di progettazione	ambito progettuale
--------------------------	-------------------------	--------------------

S.c.r.l.
- ingegneria
- urbanistica
- ambiente
- architettura
- ricerca

PROGETTAZIONE GENERALE

E COORDINAMENTO

ing. Mario Visentin - arch. Paolo Peronio

ing. Matteo Bordugo

PROGETTO STRUTTURALE

ing. Tiberio Altinier

PROGETTO IMPIANTISTICO

ing. Maurizio Casoni

SICUREZZA

arch. Pier Nicola Carnier

collaborazione e aspetti specialistici

dott.geol. Paola Parente

C.C.I.A. PN

19501

P.IVA

00170010938

data progetto	rev.	data	motivo	riferimenti
				redatto NNN
Agosto 2018				controll. FLC
				archivio 1838P_DR04_RO.pdf

Regione Veneto
Provincia di Treviso
Comune di Breda di Piave

RELAZIONE GEOLOGICA

Opere di adeguamento sismico ed energetico
della scuola primaria di Saletto di Breda di Piave

CIG Z3523230A0

Committente

Amministrazione Comunale di
Breda di Piave

Tecnico

dott. geol. Paola Parente

Data

Agosto 2018



1 - PREMESSA	3
2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....	4
3 – MODELLO GEOLOGICO DELL’AREA D’INTERVENTO	9
4 – GEODINAMICA E SISMICITA’	11
4.1 Categoria di sottosuolo	12
4.2 Valutazione della frequenza di sito	14
4.3 Liquefazione	15
5 – MODELLO GEOTECNICO	18
6 – CONCLUSIONI	19

1 - PREMESSA

La presente relazione geologica viene redatta a supporto del progetto di “Adeguamento sismico ed energetico della scuola primaria di Saletto di Breda di Piave”.

Lo studio fa riferimento alla relazione geologica a supporto della Variante Generale al PRGC, redatta dal dott. Eros Tomio nel 2002.

Si è inoltre utilizzato il materiale di supporto al progetto del PAT del Comune di Breda di Piave, in particolare la relazione geologica e la cartografia allegata a firma del dott. Paolo Sivieri (2014, non ancora adottato).

Ad integrazione dei dati geologici generali sono state eseguite le seguenti prove geognostiche:

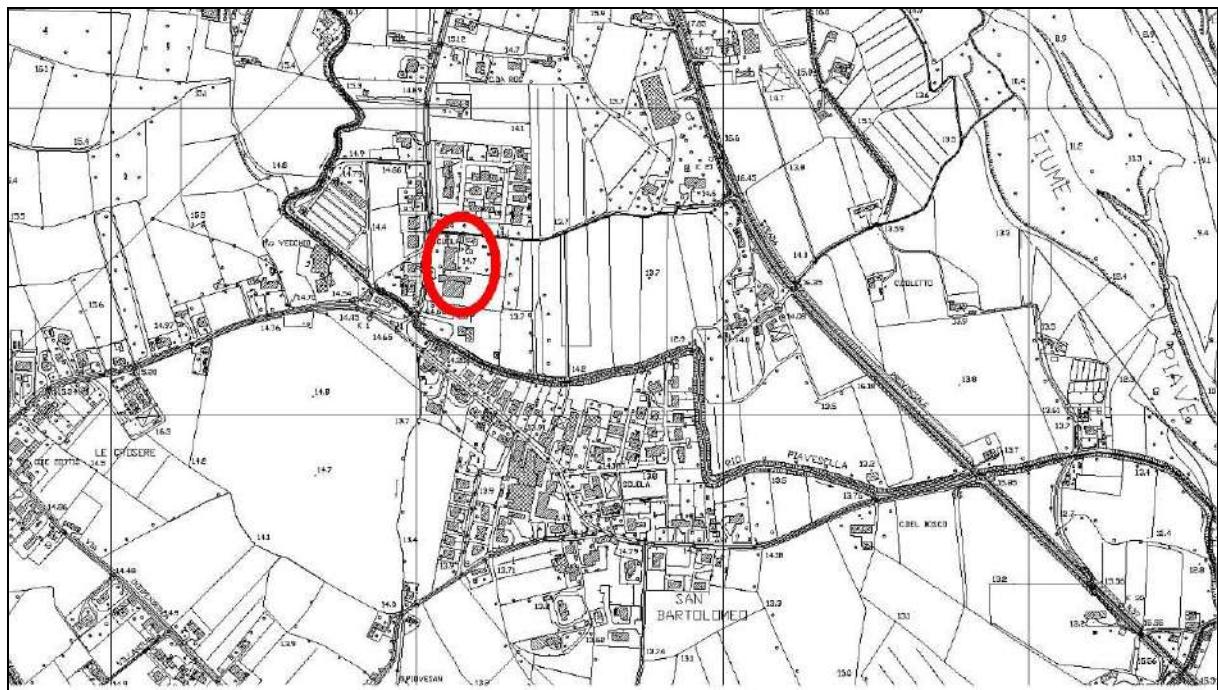
- N.2 prove penetrometriche dinamiche pesanti;
- N.1 prova sismica MASW;
- N.1 prova sismica HVSR.

Nella redazione di questo documento si è fatto riferimento alla seguente normativa:

- Decreto Ministeriale 17/01/2018 Norme Tecniche per le Costruzioni.
- D.M. 16.01.1996 – “Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche”.
- Circ. LL.PP. 24.09.1988 n° 30483: “Istruzioni riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- D.M. 11.03.1988 – “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e le rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- D.M. 24.01.1986: Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche”;

2 – INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'intervento di progetto si inserisce nella parte orientale del comune di Breda di Piave, in posizione intermedia tra le frazioni di San Bartolomeo e Saletto.



Estratto CTR in scala 1:10.000 con localizzazione dell'area d'intervento.

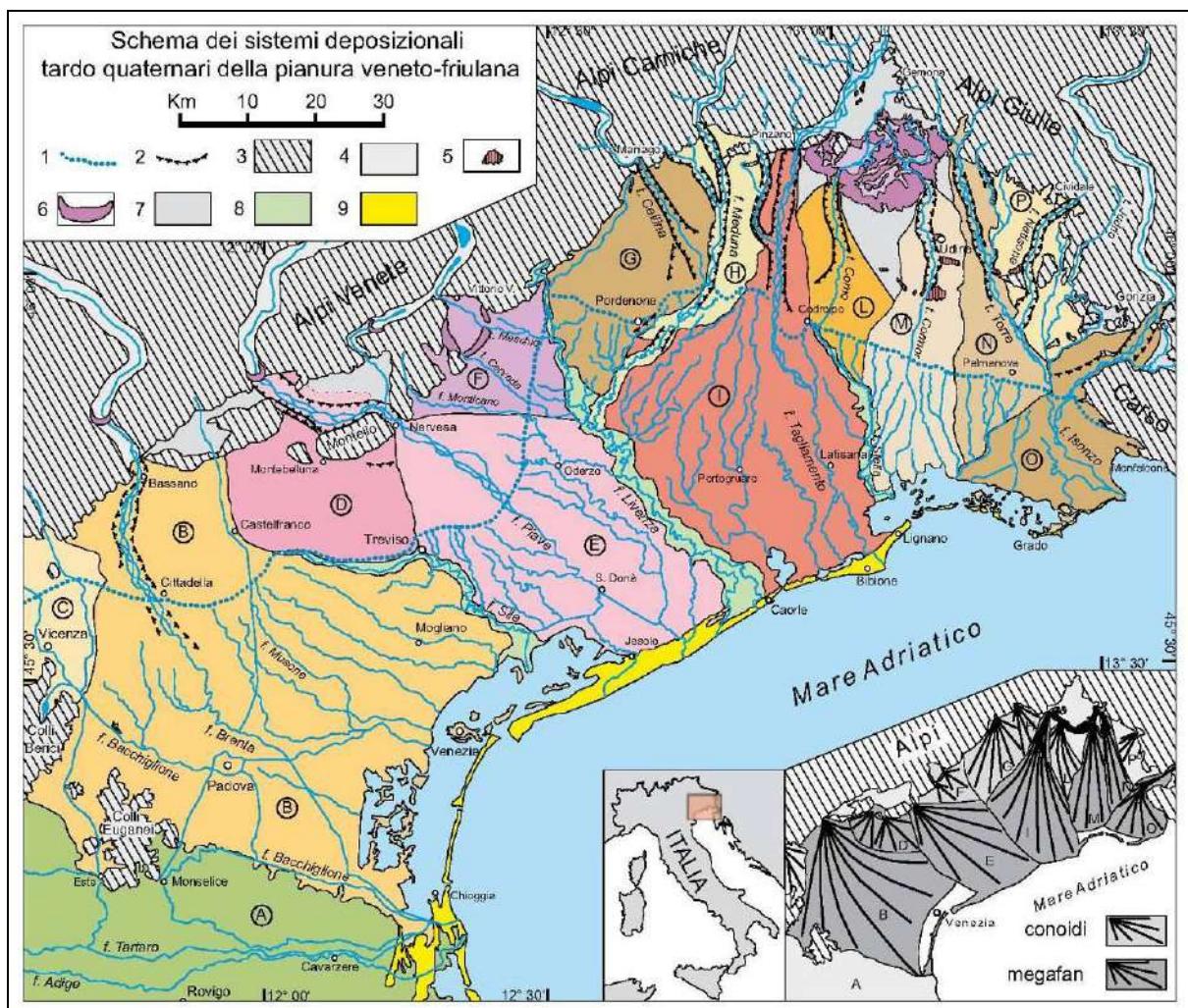
L'assetto morfologico e geologico dell'area è strettamente legato alla presenza del fiume Piave, ubicato ad est dell'area d'intervento ad una distanza di circa 450 m dalla sua arginatura.

Il corso d'acqua si presenta completamente arginato e segue un andamento generale in direzione NW-SE.

La deposizione della pianura veneta è avvenuta in tempi geologicamente recenti, con accumulo di sedimenti di origine glaciale e fluvio glaciale. Il territorio del Comune di Breda di Piave è compreso nel megafan di Nervesa, in prevalenza costituiti da depositi grossolani ghiaiosi sabbiosi, solo localmente in superficie si rilevano miscele a composizione fine.

La rete idrografica legata alle divagazioni sul megafan (tipico letto a canali intrecciati), è testimoniata dalle lingue ghiaiose di alcuni paleovalvei e dai dossi fluviali che rendono il paesaggio morfologicamente articolato.

Il territorio comunale si colloca tra alta e bassa pianura, sull'ala destra del conoide del Piave.



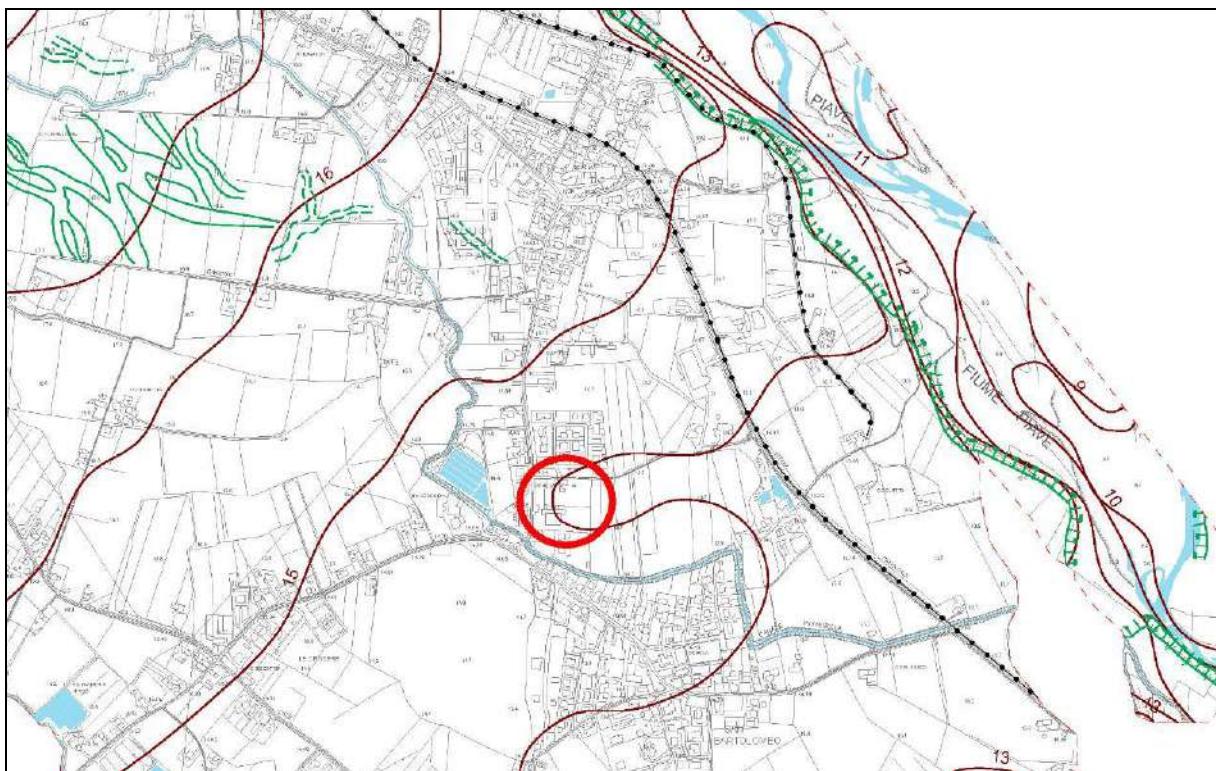
Schema dei sistemi deposizionali della pianura veneto – friulana. (da: Fontana, Mozzi e Bondesan, 2004). E – megafan di Nervesa.

L'inquadramento geologico generale fa riferimento alla cartografia di supporto al PAT che si riporta di seguito.

L'assetto morfologico generale è quello di un piano monoclinale in direzione NW-SE, con delle articolazioni legate ai corsi d'acqua minori.

La quota media dell'area d'indagine è di circa 14 m s.l.m. e la pendenza è di circa 1.7%.

A NW dell'area d'intervento, la "Carta geomorfologica" indica delle tracce di "corso fluviale estinto", si tratta di paleoalvei in alcuni casi certi, in altri di individuazione incerta.



da: Carta geomorfologica” – PAT del Comune di Breda di Piave

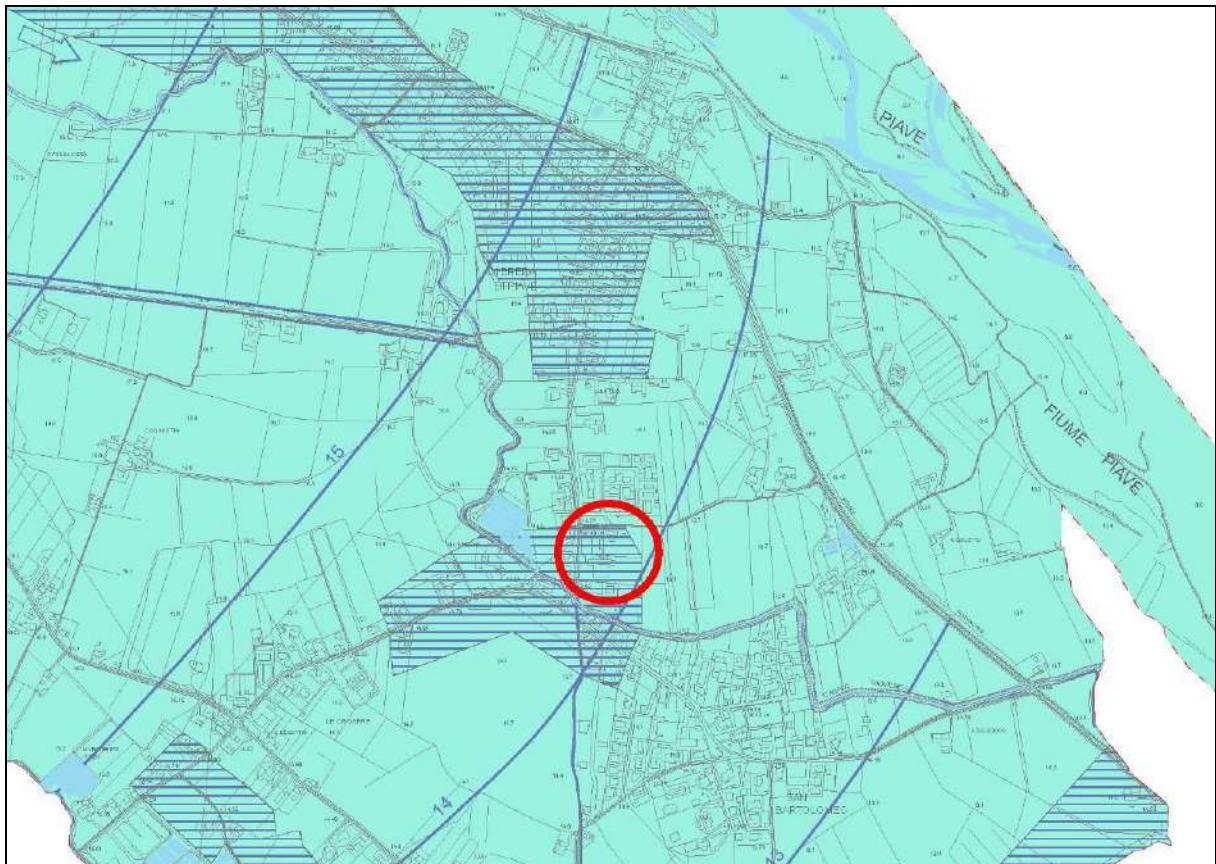
L'area si inserisce, da un punto di vista idrogeologico, in zona di transizione tra alta e bassa pianura. Il territorio comunale è ricco di zone di risorgiva. Non ne sono segnalate, nella “Carta idrogeologica”, nella zona di Saletto e San Bartolomeo.

L'area d'intervento è inserita in zona con falda freatica a profondità compresa tra 0-2 m dal p.c.

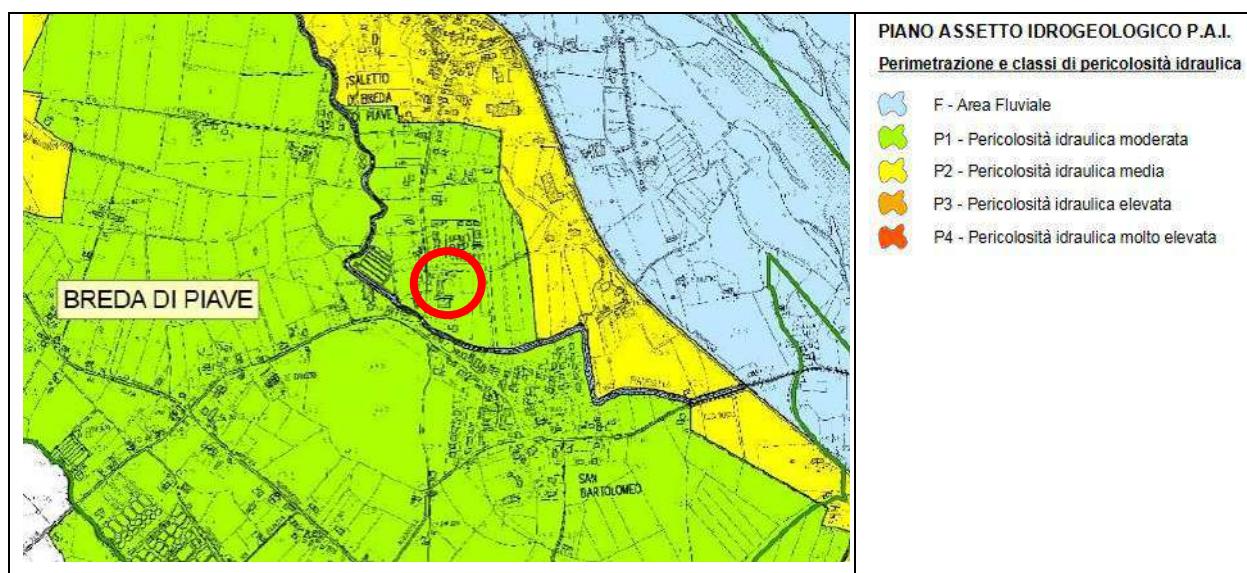
L'idrografia superficiale è caratterizzata dalla presenza del Rio Piovesella, a circa 50-60 m verso S-SW, corso d'acqua affluente di destra idrografica del fiume Piave.

La “Carta idrogeologica” dello studio geologico del PAT inserisce l'area d'indagine in zona soggetta ad inondazioni periodiche per insufficienza della rete minore e aree a deflusso difficoltoso.

La “Carta della pericolosità idraulica” del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Piave, inserisce l'area in zona P1 – pericolosità moderata.



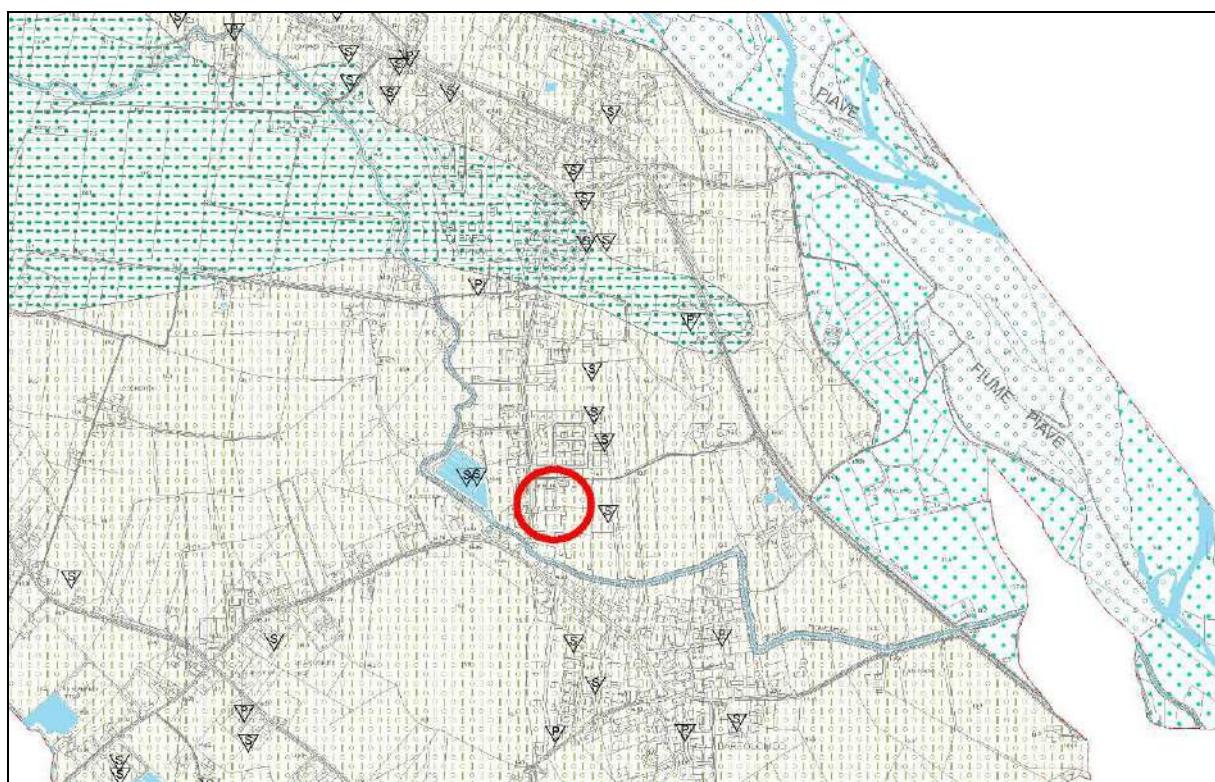
da: "Carta idrogeologica" – PAT del Comune di Breda di Piave



da: "Carta della pericolosità idraulica" – PAI del fiume Piave

Da un punto di vista della litologia, l'area si inserisce nella piana alluvionale del Piave, contraddistinta dalla presenza di sedimenti ghiaiosi e sabbiosi. In particolare tali sedimenti si rilevano lungo le direttrici fluviali formate dal Piave durante l'Olocene.

La "Carta litologica", sotto riportata, evidenzia in zona depositi granulari più o meno addensati a tessitura prevalentemente ghiaioso sabbiosa.



Materiali granulari più o meno addensati dei terrazzi fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa (L-ALL-01)



Materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione e littorali (L-ALL-03)



Materiali sciolti di deposito recente ed attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente (L-ALL-04)



Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa (L_ALL_05)

da: "Carta litologica" – PAT del Comune di Breda di Piave

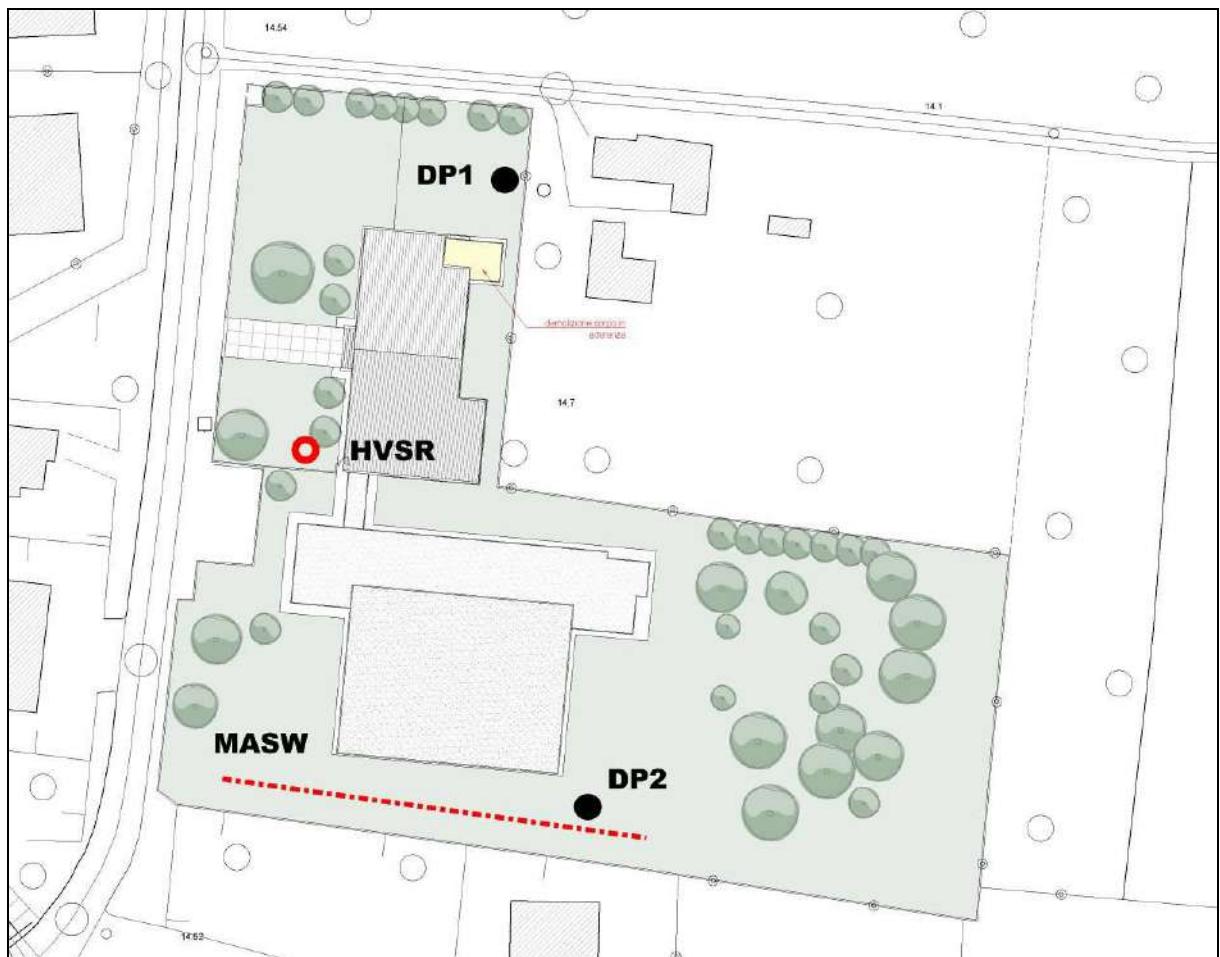
La prova indicata in cartografia in posizione limitrofa all'intervento di progetto è un pozzo inserito nell'Archivio Nazionale delle indagini del sottosuolo dell'ISPRA. La stratigrafia indicata evidenzia un'alternanza di livelli ghiaiosi e livelli argilosì / limosi, fino alla profondità di 95 m dal p.c.

Tale situazione è da collegare alla ciclicità dei fenomeni alluvionali del fiume Piave.

3 – MODELLO GEOLOGICO DELL'AREA D'INTERVENTO

Per la definizione del modello geologico dell'area d'intervento sono state eseguite due prove penetrometriche dinamiche superpesanti.

Sono state inoltre eseguite, per una completa caratterizzazione dell'area, una prova sismica MASW e una prova HVSR.



Localizzazione prove geognostiche.

La successione dei sedimenti individuata viene di seguito riportata:

DP1

0.00 – 1.80	Limo sabbioso
1.80 – 4.20	Ghiaia e sabbia
4.20 – 5.40	Limo sabbioso / argilloso
5.40 – 8.60	Sabbia e ghiaia
8.60 – 10.2	Limo sabbioso / argilloso

DP2

0.00 – 0.60	Sabbia limosa
0.60 – 1.40	Limo sabbioso / argilloso
1.40 – 2.60	Sabbia limosa con ghiaia
2.60 – 3.60	Limo sabbioso / argilloso
3.60 – 5.20	Sabbia ghiaiosa
5.20 – 7.00	Limo argilloso
7.00 – 10.2	Limo sabbioso ghiaioso

Le prove evidenziano un'alternanza di livelli ghiaiosi e ghiaioso sabbiosi e livelli limo sabbiosi e argillosi. La variabilità è legata alla fase di deposizione operata dal fiume Piave e dai corsi minori.

Il livello della falda non è stato rilevato in fase di esecuzione delle prove in quanto il foro in entrambi i casi è franato all'estrazione delle aste. L'occlusione del foro è avvenuta alla profondità di 1.5 – 1.9 m dal p.c. Si ritiene, indicativamente di considerare questa profondità come livello della falda.

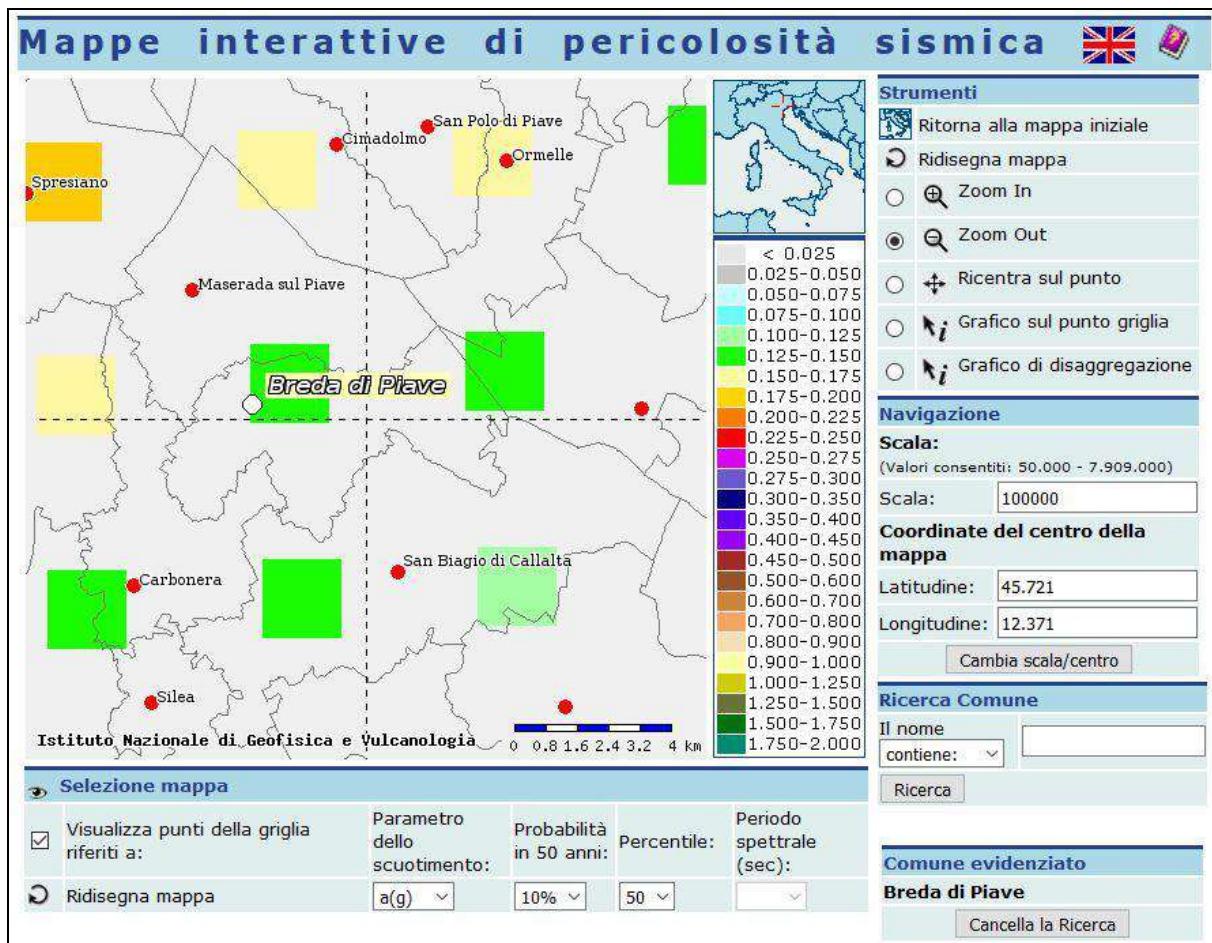
Dal profilo litostratigrafico ottenuto con le due prove, si può sintetizzare il seguente modello geologico:

Strato 1	H = 1.4 – 1.8 m	Sabbie limose e limi sabbiosi / argillosi
Strato 2	H = 1.2 – 2.4 m	Ghiaia e sabbia / sabbia limosa con ghiaia
Strato 3	H = 1.0 – 1.2 m	Lim sabbiosi / argillosi
Strato 4	H = 1.6 – 3.2 m	Sabbia e ghiaia
Strato 5	H = 1.6 – 5.0 m	Eteropia litologica tra limi argillosi e limi sabbiosi / argillosi localmente con ghiaia

4 – GEODINAMICA E SISMICITA'

Il comune di Breda di Piave è classificato, da un punto di vista sismico, in Zona 3 (DGR 245 del 2008 del Veneto, in applicazione all'Ordinanza del Consiglio dei Ministri 3274 del 20.03.2003).

Comune	Zona sismica	Area di Alta/Bassa sismicità	ag con Ps (50 anni) = 10% o Tr = 475 anni
Breda di Piave	3	Bassa	0.125 < ag ≤ 0.150



Mappa interattiva di pericolosità sismica.

Dal grafico di disaggregazione della pericolosità sismica con TR = 450 anni, si ottengono

Magnitudo – valore medio 5.0-5.5

distanza 26.9 Km

Il territorio comunale non ricade in alcuna zona sismogenetica attualmente in vigore (ZS9).

Il territorio comunale non è interessato da faglie attive e capaci (dal catalogo Ithaca).

Sulla base del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15) vengono individuati i principali eventi sismici della zona.

Breda di Piave				
PlaceID	IT_26734			
Coordinate (lat, lon)	45.722, 12.333			
Comune (ISTAT 2015)	Breda di Piave			
Provincia	Treviso			
Regione	Veneto			
Numero di eventi riportati	2			
Effetti		In occasione del terremoto del		
Int.	Anno Me Gi Ho Mi Se	Area epicentrale	MMDP	Io Mw
NF	1908 07 10 02 13 3	Carnia	119	7-8 5.31
NF	1952 01 18 01 36	Pordenonese	108	5 4.44

da: "Catalogo parametrico terremoti italiani" CPTI15.

4.1 Categoria di sottosuolo

Per la definizione della Categoria di Sottosuolo è stata eseguita una prova sismica MASW (relazione allegata). Considerato la profondità del substrato in zona sicuramente > 30m, il valore della Velocità equivalente è stato ricavato paria a Vs30 = 291 m/sec.

Secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, l'intervento può essere inserito nella categoria di sottosuolo C, definita: "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m, 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".

Per la definizione dei parametri di sito si sono considerati i seguenti dati:

Coordinate WGS84: Lat. 45.719812 Long. 12.398585

Classe d'uso: III

Vita nominale: $V_N = 50$ anni

Coeff. d'uso: $C_U = 1.5$

Vita di riferimento: $V_R = V_N \times C_U = 75$ anni

Categoria topografica T1 - superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$

Coeff. di amplificazione topografica St = 1

La probabilità di superamento della vita di riferimento è stata valutata considerando i seguenti stati limite:

Stato Limite di Operatività (SLO = 0.81)

Stato limite di Danno (SLD = 0.63)

Stato limite di salvaguardia della Vita (SLV = 0.1)

Stato limite di prevenzione del Collasso (SLC = 0.05)

In funzione dello stato limite considerato e quindi della relativa probabilità di superamento, i parametri di sito di riferimento per l'area d'intervento risultano:

	SLO	SLD	SLV	SLC
ag	0.048g	0.062g	0.158g	0.205g
Fo	2.505	2.473	2.515	2.570
Tc*	0.256 sec	0.279 sec	0.352 sec	0.364 sec

dove

ag acc. orizzontale massima di sito

Fo valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro
in acc. orizzontale

Tc* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro
in acc. orizzontale

I coefficienti sismici principali risultano:

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss	1.5	1.5	1.46	1.38
St	1.0	1.0	1.0	1.0
Cc	1.65	1.6	1.48	1.47
Kh	0.014	0.019	0.055	0.079
Kv	0.007	0.009	0.028	0.040
Amax	0.704	0.910	2.263	2.775
Beta	0.20	0.20	0.24	0.28

4.2 Valutazione della frequenza di sito

Si è proceduto alla registrazione della frequenza propria del sito, attraverso una prova sismica con tecnica HVSR, utilizzando un tromografo digitale (Tromino della Micromed spa).

Il riconoscimento della frequenza di risonanza propria del sito, viene ricavato dal rapporto spettrale H/V del rumore sismico. Inoltre, attraverso una stima delle Vs (ricavata dalla relazione $H = Vs/4f_0$), si possono determinare la profondità dei contrasti d'impedenza del sottosuolo (funzione di densità e modulo elastico del terreno).

L'acquisizione dei dati è stata effettuata alla frequenza di 128 Hz, per un tempo di 20 minuti.

Dall'analisi dei diagrammi allegati, emergono i seguenti dati:

$$f_0 = 1.19 \text{ Hz} \quad A_0 = 2.10$$

Il probabile orizzonte riflettente ha una profondità intorno ai 90-100 m dal p.c.



Esecuzione prova HVSR

4.3 Liquefazione

Nella verifica a liquefazione si considerano i sedimenti presenti fino ad una profondità di circa 15 m dal p.c.

Il metodo di Sherif e Ishibashi, ammette che si possano verificare fenomeni di liquefazione solo nei livelli che presentino le seguenti caratteristiche:

- siano costituiti da sabbie o sabbie limose e/o ghiaiose;
- si trovino sotto il livello statico della falda;
- gli strati di copertura non liquefacibile abbiano spessore inferiore a 3 metri.

Dal grafico di disaggregazione della “Mappa interattiva di intensità sismica” si sono ricavate:

- magnitudo media di riferimento 5.5
- distanza media 26.9 Km

Lo studio di microzonazione sismica del territorio comunale di Breda di Piave e in particolare la carta delle MOPS definisce la zona come “stabile suscettibile di amplificazione locale” legata alla presenza di depositi ghiaiosi alluvionali. Non è invece inserita in zona di attenzione per instabilità legata alla liquefazione.

La verifica relativa alla suscettibilità alla liquefazione dei sedimenti è stata eseguita sulla base dei risultati ricavati sia dalle prove penetrometriche che dalla prova MASW.

La verifica viene eseguita con metodi semplificati che tengono conto dello sforzo di taglio indotto dal sisma (CSR) e della resistenza al taglio mobilitata (CRR).

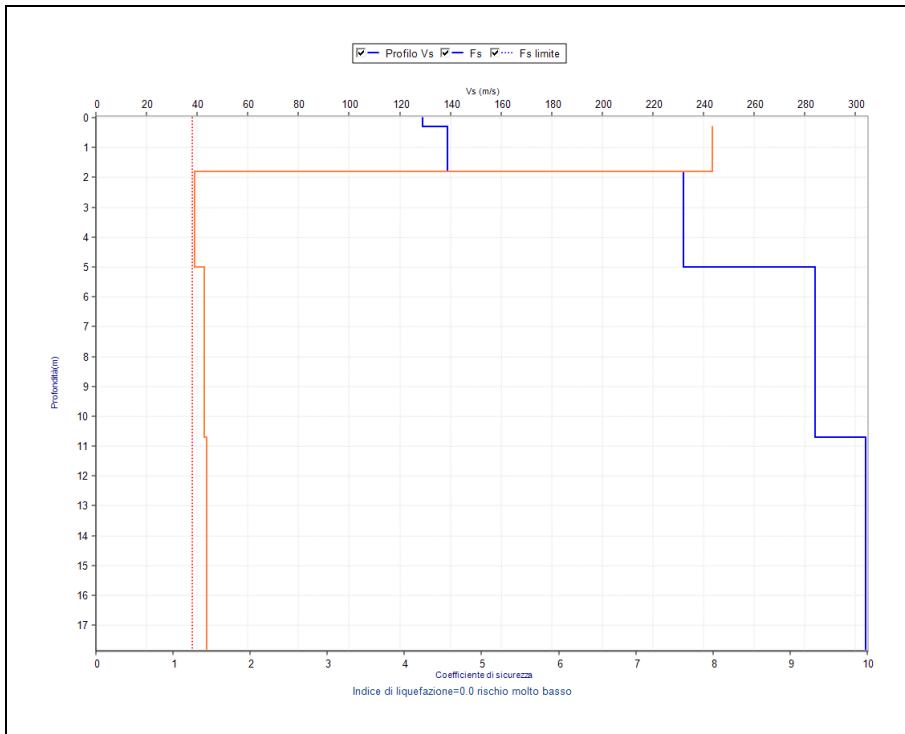
I grafici di seguito riportati, ottenuti valutando CSR e CRR con il metodo di Boulanger e Idriss, 2004 sia con il profilo delle VS ricavato dalla prova MASW che con i profili SPT ricavati dalle prove penetrometriche, hanno permesso di ricavare l’indice di liquefazione che è risultato:

- profilo VS indice = 0.0 rischio di liquefazione definito “molto basso”
- profilo SPT da DP1 indice = 1.6 rischio di liquefazione definito “basso”

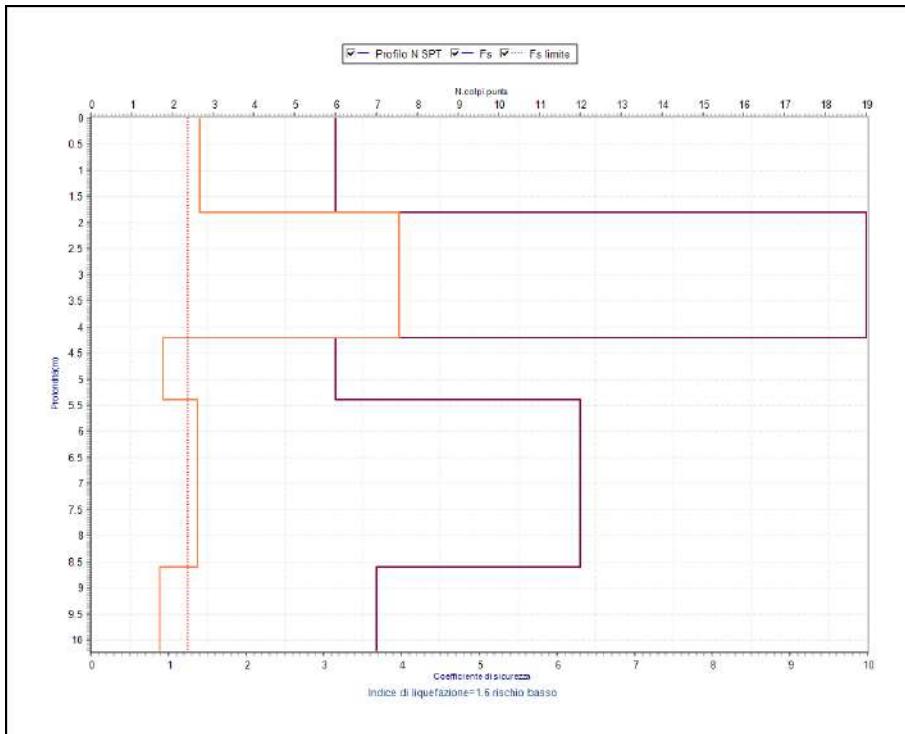
Il livello che potrebbe essere interessato dal fenomeno si trova alla profondità di -4.2 m dal p.c. e ha uno spessore pari a 1.2 m. La copertura non liquefacibile ha pertanto uno spessore > 3 m.

- profilo SPT da DP2 indice = 1.1 rischio di liquefazione definito “basso”

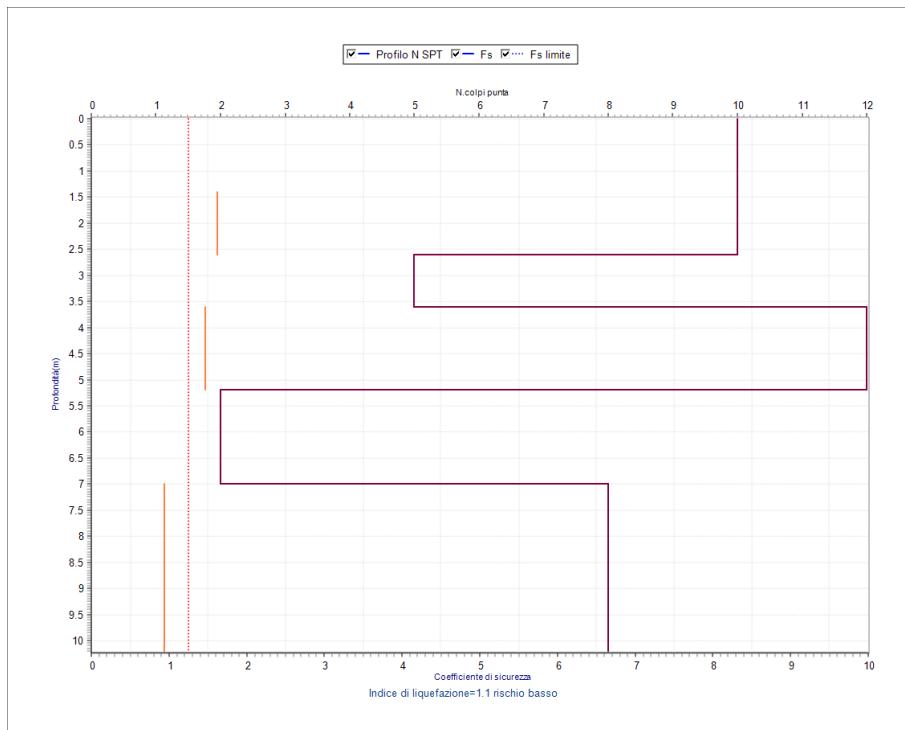
Il livello che potrebbe essere interessato dal fenomeno si trova alla profondità di -7 m dal p.c. La copertura non liquefacibile ha pertanto uno spessore > 3 m.



Analisi del rischio di liquefazione – stima con profilo Vs da prova MASW



Analisi del rischio di liquefazione – stima con profilo SPT da DP1



Alla luce delle verifiche eseguite, si ritiene che il fenomeno della liquefazione sia poco probabile.

5 – MODELLO GEOTECNICO

La definizione del modello geotecnico viene fatta sulla base delle prove eseguite e del modello geologico indicato in precedenza.

In sintesi risulta:

Strato 1	H = 1.4 – 1.8 m	Sabbie limose e limi sabbiosi / argillosi	
	$\Phi' = 28^\circ - 31^\circ$	$Y = 1.85$	$Dr = 0.35-0.4$
Moderatamente addensato			
Strato 2	H = 1.2 – 2.4 m	Ghiaia e sabbia / sabbia limosa con ghiaia	
	$\Phi' = 30^\circ - 33^\circ$	$Y = 1.95$	$Dr = 0.35-0.5$
Moderatamente addensato			
Strato 3	H = 1.0 – 1.2 m	Limi sabbiosi / argillosi	
	$\Phi' = 27^\circ - 28^\circ$	$Y = 1.8$	$Dr = 0.35$
Moderatamente addensato			
Strato 4	H = 1.6 – 3.2 m	Sabbia e ghiaia	
	$\Phi' = 31^\circ$	$Y = 1.9$	$Dr = 0.4$
Moderatamente addensato			
Strato 5	H = 1.6 – 5.0 m	Eteropia litologica tra limi argillosi e limi sabbiosi / argillosi	
	localmente con ghiaia		
LA	$Cu = 0.4 \text{ Kg/cm}^2$	$Y = 1.9$	$Ed = 38 \text{ Kg/cm}^2$
Moderatamente consistente			
	$LSG/LSA \Phi' = 28^\circ - 29^\circ$	$Y = 1.85$	$Dr = 0.35-0.4$
Moderatamente addensato			

6 – CONCLUSIONI

Alla luce dell'indagine svolta, si riportano le seguenti considerazioni conclusive:

- 1 L'area d'intervento è localizzata in comune di Breda di Piave, in località Saletto. L'area si presenta subpianeggiante e la quota media è di circa 14 m s.l.m.
- 2 Il modello geologico, in relazione alle prove geognostiche eseguite, è caratterizzato da alternanze di livelli ghiaioso sabbiosi e limoso sabbiosi / argillosi, legati alle divagazioni del fiume Piave nel tempo.
- 3 Il modello idrogeologico, è quello di transizione tra alta e bassa pianura, in un territorio ricco di zone di risorgiva. La falda nella zona d'intervento è posizionata mediamente ad una profondità di 0-2 m dal p.c.
- 4 L'area è inserita in zona soggetta a periodiche inondazioni per insufficienza della rete minore e per deflusso difficoltoso (da studio geologico PAT), ed è inserita in zona di pericolosità idraulica P1 = pericolosità moderata (PAI del fiume Piave).
- 5 La classificazione sismica del territorio della Regione Veneto, inserisce il comune di Breda di Piave in zona sismica 3, definita bassa sismicità (DGR 245 del 2008 del Veneto, in applicazione all'Ordinanza del Consiglio dei Ministri 3274 del 20.03.2003).
- 6 La valutazione della categoria di sottosuolo è stata fatta con l'esecuzione di una prova MASW. Considerato la profondità del substrato in zona sicuramente > 30m, il valore della Velocità equivalente è stato ricavato pari a $V_{s30} = 291$ m/sec. Secondo quanto previsto dal DM 17/01/2018, l'intervento può essere inserito nella categoria di sottosuolo C, definita: "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30m, 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". I parametri ed i coefficienti di sito vengono riportati nello specifico paragrafo.
- 7 La frequenza di sito definita da una prova HVSR eseguita nell'area della scuola, è risultata pari a 1.19 Hz ($A_0 = 2.1$).
- 8 Alla luce delle caratteristiche dei sedimenti presenti e dei loro parametri geotecnici, dalle verifiche eseguite, si ritiene poco probabile che si verifichi il fenomeno della liquefazione.

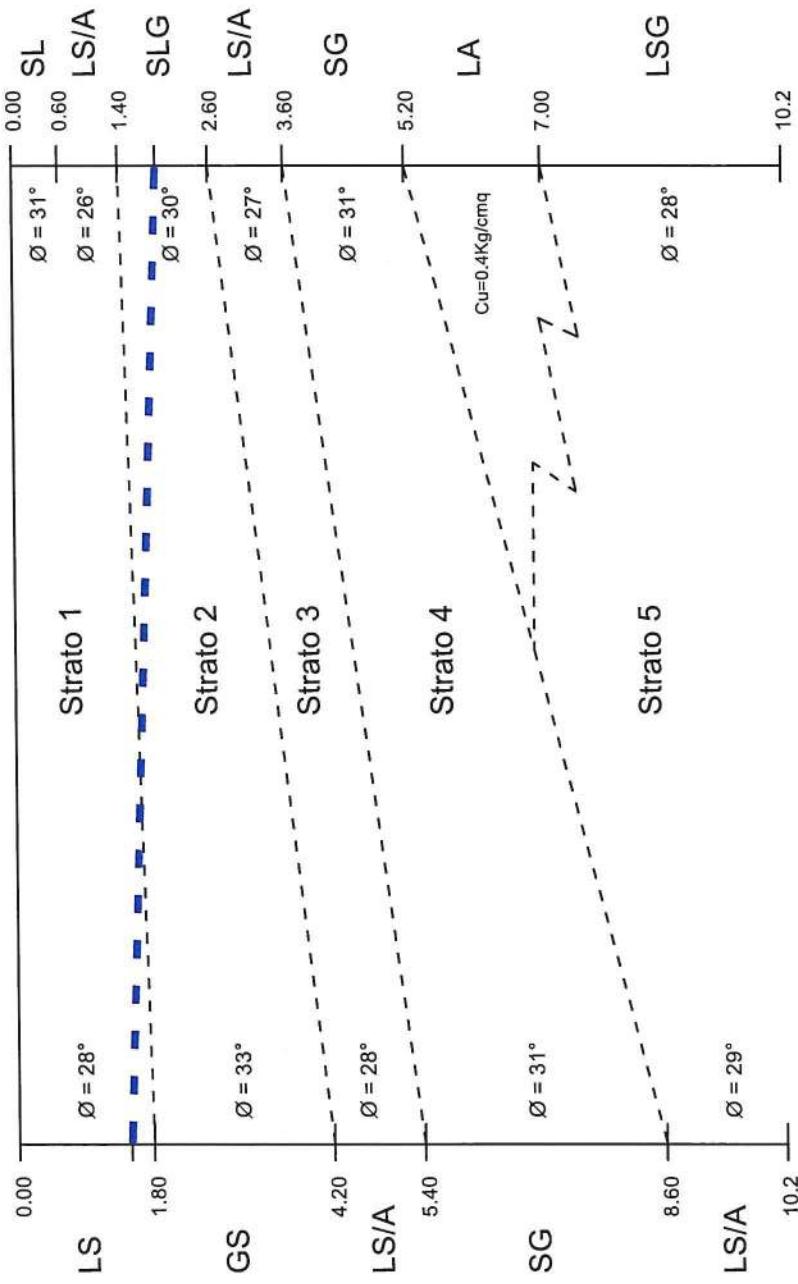
Alla luce dell'indagine svolta, le condizioni geologiche del sito risultano compatibili con l'intervento di progetto.

Pordenone, 01/08/2018

dott. geol. Paola Parente

DP1

DP2

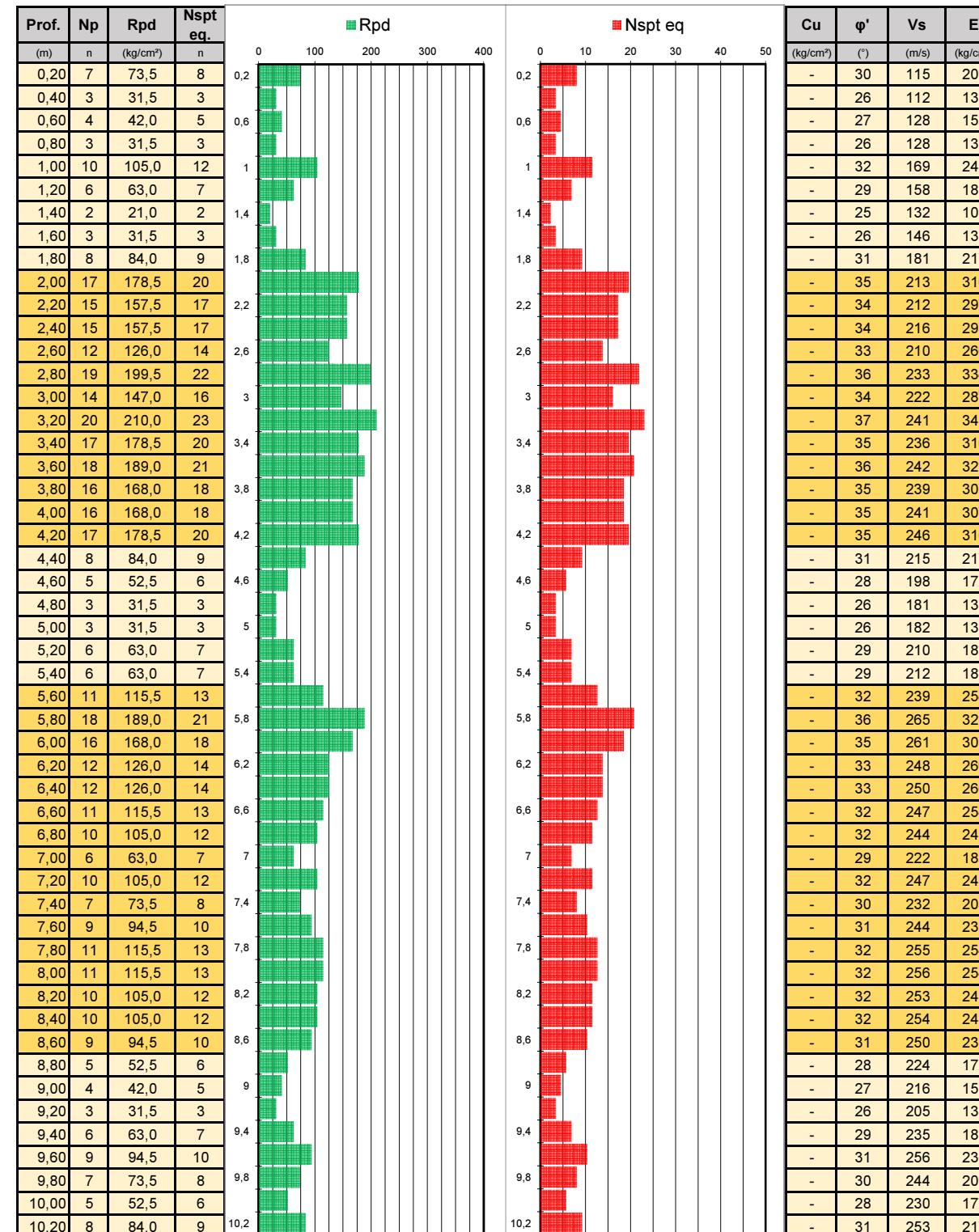
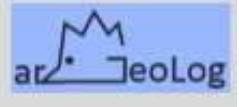


G = ghiaia
 S = sabbia
 L = limo
 A = argilla
 ■ Livello della falda

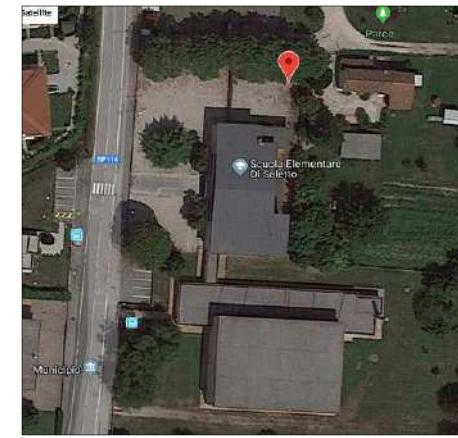
PROFILO LITOESTRATIGRAFICO

Committente Dott.ssa Geol. Paola Parente
Ubicazione Saletto di Breda di Piave (TV)- Scuola Primaria
ProvaDPSH 20180716dpsh1SalettoScuola
WGS84 Lat 45.720312 - Lng 12.398682
ED50 Lat 45.721211 - Lng 12.399671
Prof. falda da p.c. non rilevata fino ad 1.50m (occlusione foro)
Data 16.07.2018 - 10:00

ALESSANDRO Indagini CPT e DPSH
RICCIO (+39) 333 2 777 199
GEOLOGO arigeolog@gmail.com
P. IVA 01775970930



Valori di picco medi per strato					
Cu	φ'	Vs	E	Base strato	Nspt
(kg/cm²)	(°)	(m/s)	(kg/cm²)	(m)	n
-	30	115	203	1,80	6
-	26	112	133	4,20	19
-	27	128	153	5,40	6
-	26	128	133	8,60	12
-	32	169	243	10,20	7
-	29	158	188		
-	25	132	108		
-	26	146	133		
-	31	181	217		
-	35	213	316		
-	34	212	297		
-	34	216	297		
-	33	210	266		
-	36	233	334		
-	34	222	287		
-	37	241	343		
-	35	236	316		
-	36	242	325		
-	35	239	307		
-	35	241	307		
-	35	246	316		
-	31	215	217		
-	28	198	172		
-	26	181	133		
-	26	182	133		
-	29	210	188		
-	29	212	188		
-	32	239	254		
-	36	265	325		
-	35	261	307		
-	33	248	266		
-	33	250	266		
-	32	247	254		
-	32	244	243		
-	29	222	188		
-	32	247	243		
-	30	232	203		
-	31	244	230		
-	32	255	254		
-	32	256	254		
-	32	253	243		
-	32	254	243		
-	31	250	230		
-	28	224	172		
-	27	216	153		
-	26	205	133		
-	29	235	188		
-	31	256	230		
-	30	244	203		
-	28	230	172		
-	31	253	217		



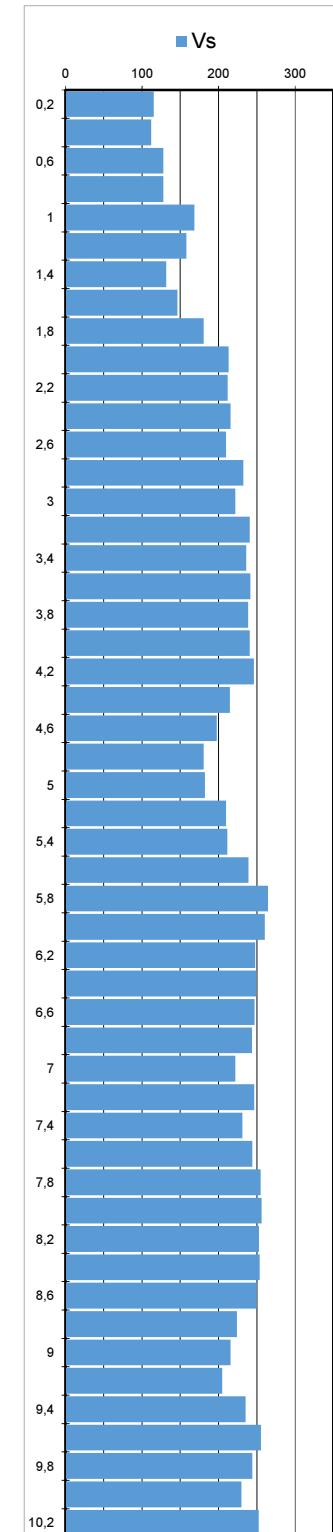
Ubicazione dell'indagine (fonte Google.com)

Rif. norma	DIN 4094
Peso massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm
Lunghetza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero di colpi per punta	20

Dati tecnici dello strumento (Pagani TG63-100)

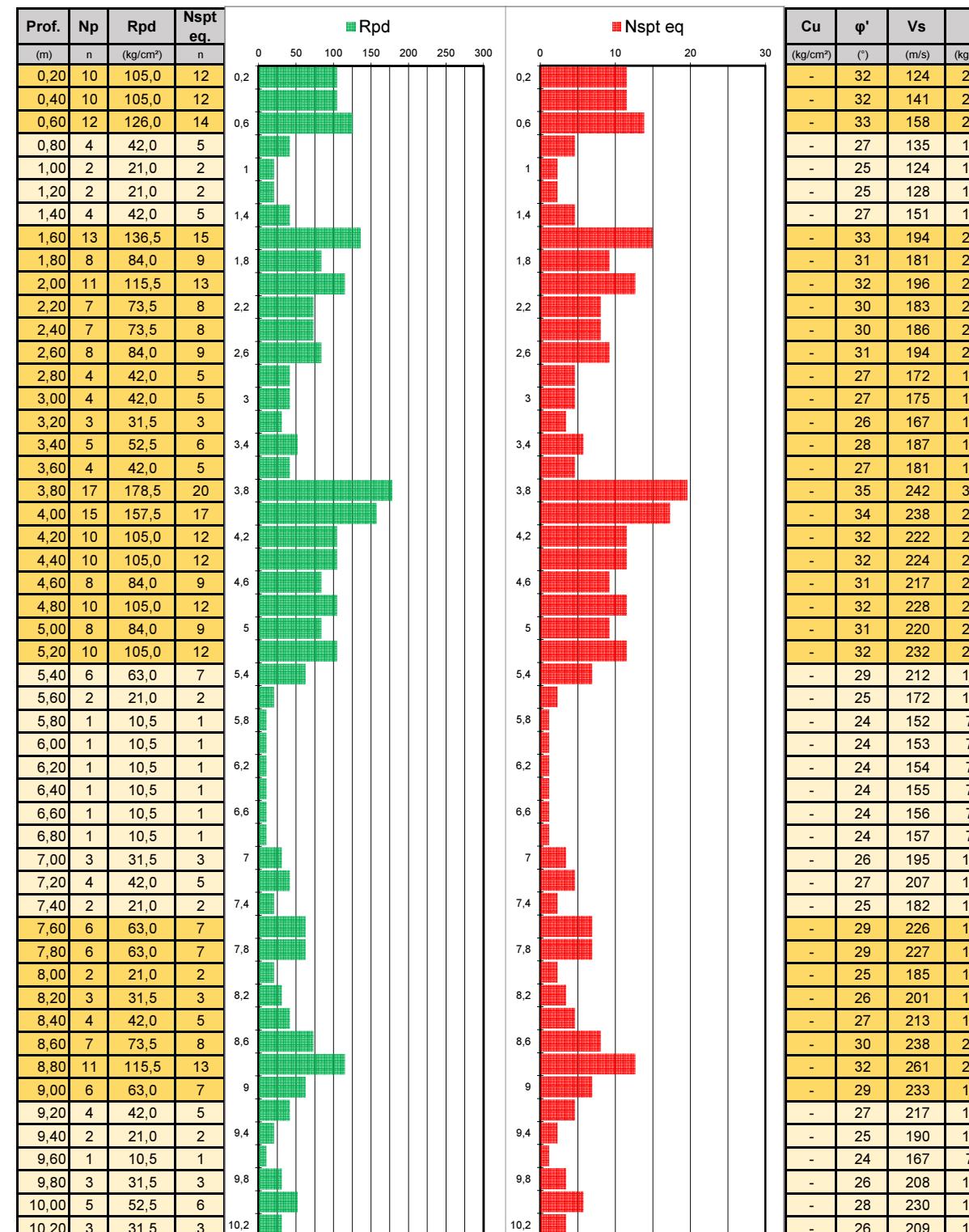
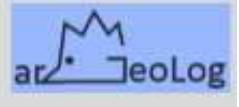


Esecuzione dell'indagine penetrometrica dinamica superpesante D.P.S.H.

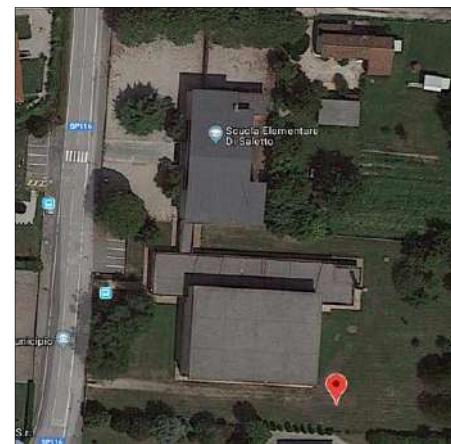


Committente Dott.ssa Geol. Paola Parente
Ubicazione Saletto di Breda di Piave (TV)- Scuola Primaria
ProvaDPSH 20180716dpsht2SalettoScuola
WGS84 Lat 45.719413 - Lng 12.398920
ED50 Lat 45.720312 - Lng 12.399909
Prof. falda da p.c. non rilevata fino ad 1.90m (occlusione foro)
Data 16.07.2018 - 11:00

ALESSANDRO Indagini CPT e DPSH
RICCIO (+39) 333 2 777 199
GEOLOGO arigeolog@gmail.com
P. IVA 01775970930



Cu	φ'	Vs	E	Valori di picco medi per strato					
				Base strato	Nspt	Cu	φ'	Vs	E
-	32	124	243	(m)	n	(kg/cm²)	(°)	(m/s)	(kg/cm²)
-	32	141	243	0,60	12	-	-	29	141
-	33	158	266	1,40	3	-	-	26	134
-	27	135	153	5,20	10	-	-	31	202
-	25	124	108	7,40	2	-	-	25	172
-	25	128	108	9,00	6	-	-	29	223
-	27	151	153	10,20	3	-	-	26	204
-	33	194	277						129
-	31	181	217						
-	32	196	254						
-	30	183	203						
-	30	186	203						
-	31	194	217						
-	27	172	153						
-	27	175	153						
-	26	167	133						
-	28	187	172						
-	27	181	153						
-	35	242	316						
-	34	238	297						
-	32	222	243						
-	32	224	243						
-	31	217	217						
-	32	228	243						
-	31	220	217						
-	32	232	243						
-	29	212	188						
-	25	172	108						
-	24	152	77						
-	24	153	77						
-	24	154	77						
-	24	155	77						
-	24	156	77						
-	24	157	77						
-	26	195	133						
-	27	207	153						
-	25	182	108						
-	29	226	188						
-	29	227	188						
-	25	185	108						
-	26	201	133						
-	27	213	153						
-	30	238	203						
-	32	261	254						
-	29	233	188						
-	27	217	153						
-	25	190	108						
-	24	167	77						
-	26	208	133						
-	28	230	172						
-	26	209	133						

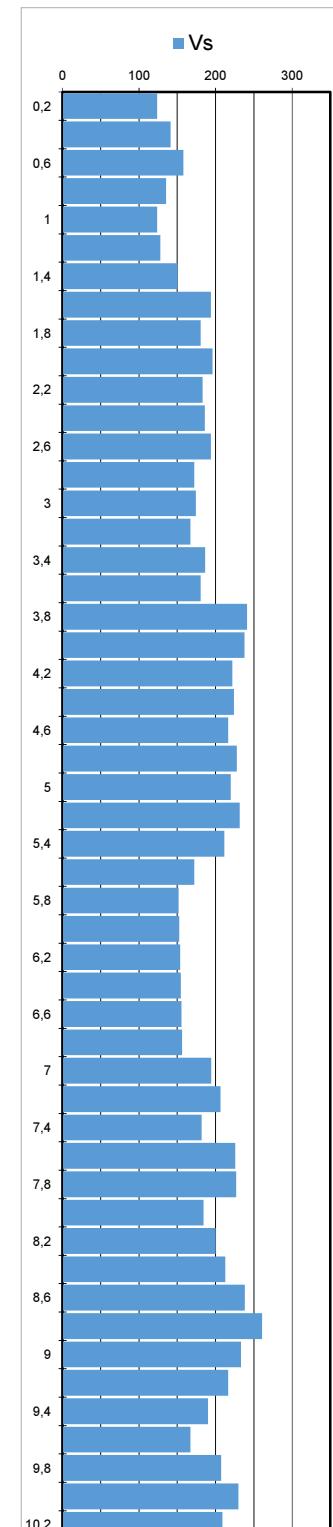


Rif. norma	DIN 4094
Peso massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero di colpi per punta	20

Dati tecnici dello strumento (Pagani TG63-100)



Esecuzione dell'indagine penetrometrica dinamica superpesante D.P.S.H.





ISPR

Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale
[Contatti](#) | [Mappa](#) | [Ricerca](#)

**Indagini nel
sottosuolo (L.
464/84)**

Archivio nazionale delle indagini del sottosuolo (Legge 464/1984)

Scheda indagine

Codice: 166033
Regione: VENETO
Provincia: TREVISO
Comune: BREDA DI PIAVE
Tipologia: PERFORAZIONE
Uso: DOMESTICO
Profondità (m): 95.00
Quota pc slm (m): 15
Anno realizzazione: 2000
Numero diametri: 1
Presenza acqua: SI
Portata massima (l/s): 1
Portata esercizio (l/s): 1
Numero falde: 4
Numero filtri: 1
Numero piezometrie: 1
Stratigrafia: SI
Certificazione(*): ND
Numero strati: 8
Longitudine ED50 (dd): 12.401111
Latitudine ED50 (dd): 45.720554
Longitudine WGS84 (dd): 12.400143
Latitudine WGS84 (dd): 45.719661

(*)Indica la presenza di un professionista
nella compilazione della stratigrafia

Ubicazione indicativa dell'area d'indagine



Google

Immagini © 2013 Cnes/SpotImage, DigitalGlobe, European Space Agency, Ikonos, Spazio, Terra, Satellitale, Landsat.

DIAMETRI PERFORAZIONE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	0	95	95	105

FALDE ACQUIFERE

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	2	8	6
2	34	39	5
3	71	78	7
4	85	95	10

POSIZIONE FILTRI

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)	Diametro (mm)
1	89	95	6	75

MISURE PIEZOMETRICHE

Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)
NOV / 2000	-4			

STRATIGRAFIA

Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0	2	2.0		ARGILLA
2	2	8	6.0		GHIAIA
3	8	34	26.0		ARGILLE - LIMI

4	34	39	5.0	SABBIA - GHIAINO
5	39	71	32.0	ARGILLE
6	71	78	7.0	GHIAINO
7	78	85	7.0	ARGILLE
8	85	95	10.0	GHIAIE

ISPRA - Copyright 2010

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45,720711
longitudine: 12,399574
Classe: 3
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

	Sito 1 ID: 11417	Lat: 45,7295	Lon: 12,3455	Distanza:
4309,530				
Sito 2 ID: 11418		Lat: 45,7301	Lon: 12,4170	Distanza:
1712,057				
Sito 3 ID: 11640		Lat: 45,6801	Lon: 12,4180	Distanza:
4731,859				
Sito 4 ID: 11639		Lat: 45,6795	Lon: 12,3465	Distanza:
6164,231				

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 75anni
Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	45	[anni]
ag:	0,048	g
Fo:	2,505	
Tc*:	0,256	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	75	[anni]
ag:	0,062	g
Fo:	2,473	
Tc*:	0,279	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0,158	g
Fo:	2,515	
Tc*:	0,352	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0,205	g

GeostruPS_report_25-7-2018_18-33

Fo: 2,570
Tc*: 0,364 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SLO:

Ss: 1,500
Cc: 1,650
St: 1,000
Kh: 0,014
Kv: 0,007
Amax: 0,704
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,600
St: 1,000
Kh: 0,019
Kv: 0,009
Amax: 0,910
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,460
Cc: 1,480
St: 1,000
Kh: 0,055
Kv: 0,028
Amax: 2,263
Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,380
Cc: 1,470
St: 1,000
Kh: 0,079
Kv: 0,040
Amax: 2,775
Beta: 0,280

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 45.719812
longitudine: 12.398585

BREDA DI PIAVE, SCUOLA PRIMARIA DI SALETTO

Strumento: TZ3-0028/01-14

Formato dati: 32 byte

Fondo scala [mV]: 51

Inizio registrazione: 16/07/18 09:12:14 Fine registrazione: 16/07/18 09:32:14

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Coordinate WGS84 Lat.45.719902 Long.12.398345

Durata registrazione: 0h20'00". Analisi effettuata sull'intera traccia.

Freq. campionamento: 128 Hz

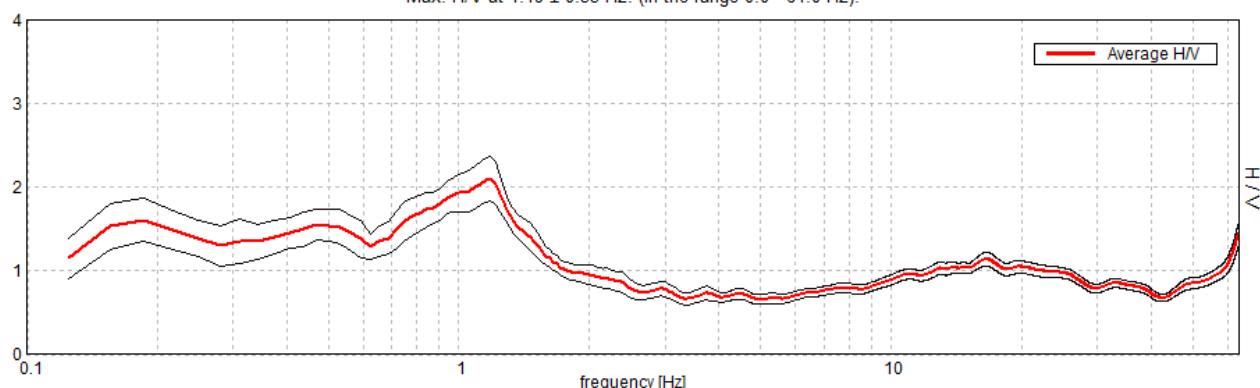
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

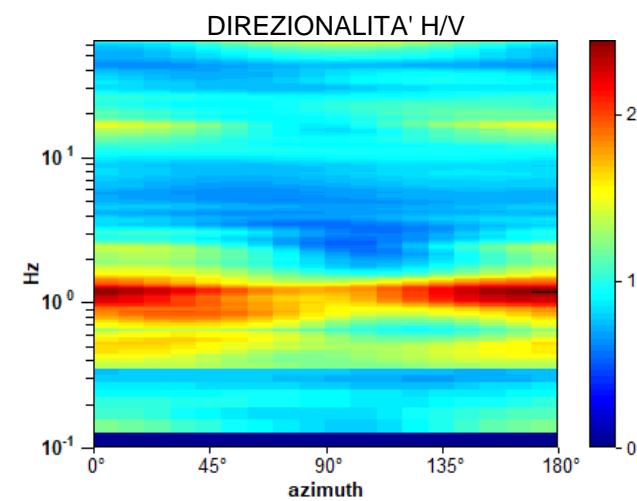
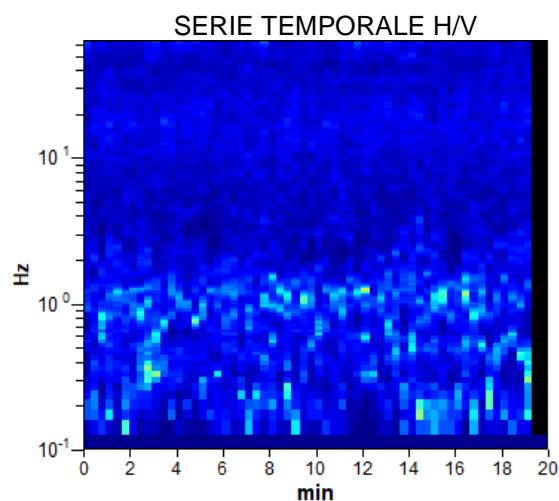
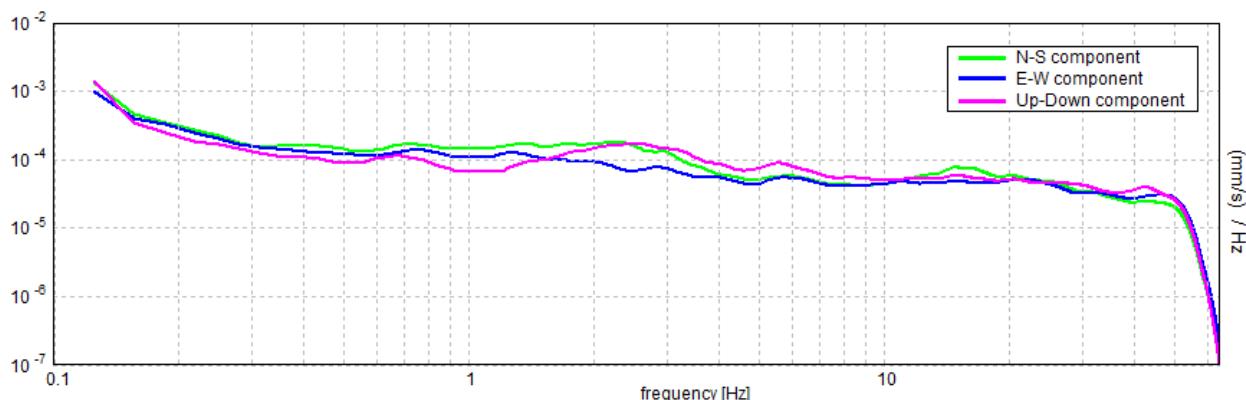
Lisciamento: 10%

RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE

Max. H/V at 1.19 ± 0.35 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di [Grilla](#) prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 1.19 ± 0.35 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile [Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]					
$f_0 > 10 / L_w$	$1.19 > 0.50$	OK			
$n_c(f_0) > 200$	$1425.0 > 200$	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 58	OK			
Criteri per un picco H/V chiaro [Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]					
Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$			NO		
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	1.719 Hz	OK			
$A_0 > 2$	2.10 > 2	OK			
$f_{picco}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.29715 < 0.05$		NO		
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.35286 < 0.11875$		NO		
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.2606 < 1.78$	OK			
L_w n_w $n_c = L_w n_w f_0$ f f_0 σ_f $\varepsilon(f_0)$ A_0 $A_{H/V}(f)$ f^- f^+ $\sigma_A(f)$ $\sigma_{logH/V}(f)$ $\theta(f_0)$	lunghezza della finestra numero di finestre usate nell'analisi numero di cicli significativi frequenza attuale frequenza del picco H/V deviazione standard della frequenza del picco H/V valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$ ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0 ampiezza della curva H/V alla frequenza f frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$ frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$ deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa deviazione standard della funzione log $A_{H/V}(f)$ valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$				
Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{logH/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20



Dr. geol. Gianpaolo Gazzano
Viale S. Marco, 60 34074 Monfalcone (GO)
Tel. 0481 414271 Fax 0481 792019
P.IVA 00551450315

Spett.
Dr. geol. Paola Parente
L.go S. Giovanni 24
33170 Pordenone

ordine: 1250/18

**COMUNE DI BREDA DI PIAVE
LOCALITÀ SALETTO
SCUOLA ELEMENTARE**

PROSPEZIONI GEOFISICHE SISMICHE CON
METODOLOGIA MASW (MULTICHANNEL
ANALYSIS OF SURFACE WAVES)

relazione tecnica

MONFALCONE, LUGLIO 2018

CONTENUTI	PAGINE
1 INTRODUZIONE	1
2 METODOLOGIA	2
2.1 Strumentazione	3
3 ACQUISIZIONE DATI	4
4 ELABORAZIONE DEI DATI	7
4.1.1 Calcolo Vs ₃₀	8

1 INTRODUZIONE

Su incarico della dr. geol. Paola Parente di Pordenone, il dr. geol. Gianpaolo Gazzano di Monfalcone ha eseguito una campagna di indagini geofisiche all'interno dell'area di pertinenza della Scuola Elementare di Saletto di Breda di Piave, con lo scopo di definire la sequenza sismostratigrafica della zona di intervento e i parametri sismici della stessa, con particolare attenzione alla V_{seq} , definita dalle NTC2018, vigenti al momento dei rilievi.

L'indagine sismica è stata condotta applicando la metodologia MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) che ha consentito la ricostruzione della sequenza sismo stratigrafica individuandola velocità delle onde di taglio (S).

Sono state analizzate sia le componenti longitudinali delle onde di Rayleigh sia le componenti trasversali delle onde di Love.



2 METODOLOGIA

L'analisi delle caratteristiche di un segnale che si propaga nel suolo a seguito di una energizzazione ha messo in luce che la quasi totalità dell'energia si propaga tramite onde S; nonostante ciò a seguito della facile trattazione analitica delle onde P, in passato si è preferito concentrarsi su questo tipo di onde, finendo per considerare le onde S come un disturbo.

Studi recenti hanno invece consentito di creare un modello matematico anche per trattare le onde S, cercando di godere del vantaggio della elevata energia associata a questo tipo di propagazione.

L'analisi delle onde S mediante tecnica MASW-SASW e REMI viene eseguita mediante la trattazione spettrale del sismogramma, cioè a seguito di una trasformata di Fourier, che restituisce lo spettro del segnale.

In questo dominio, detto dominio trasformato, la separazione tra il segnale delle onde S da altri tipi di segnale, come onde P, propagazione in aria, risulta decisamente semplificata.

L'osservazione dello spettro consente di notare che l'onda S si propaga a velocità variabile a seconda della frequenza dell'onda stessa, questo fenomeno è detto dispersione, ed è caratteristico di questo tipo di onde.

La teoria sviluppata suggerisce di caratterizzare tale fenomeno mediante una funzione detta *curva di dispersione*, che associa ad ogni frequenza la velocità di propagazione dell'onda.

La curva, facilmente estraibile dallo spettro del segnale, è approssimativamente posizionata sui massimi del valore assoluto dello spettro.

Dal confronto della curva di dispersione sperimentale con quella relativa ad un modello sintetico, che verrà successivamente adattato in base alle differenze tra le due curve, si procede per approssimazioni successive fino ad ottenere un modello sintetico a cui è associata una curva di dispersione sperimentale coincidente con la curva sperimentale. Questa fase di interpretazione è comunemente detta inversione.

Entrambe le due fasi di interpretazione, per quanto debbano seguire le linee guida dettate dalla teoria, devono rigorosamente essere controllate accuratamente dall'utente poiché non è possibile affidarsi completamente ad un sistema automatico che lavora alla ricerca della soluzione solo



matematicamente più precisa, ma spesso non coincidente con la reale sequenza sismostratigrafica.

2.1 Strumentazione

Per i rilievi sismici è stato utilizzato un sismografo MAE modello Sysmatrack a 24 canali.



Sismografo Sysmatrack

Le caratteristiche fornite dal produttore sono:

- Risoluzione: 24 bit
- Numero canali: da 12 a 24
- Campioni per canale : 20.000
- Campionamento : da 80 a 13.500 c/s
- Analisi del rumore ambientale pre-acquisizione
- Test geofoni automatico
- Funzioni Trigger e Pre-Trigger
- Filtri settabili da software



3 ACQUISIZIONE DATI

I rilievi sono stati effettuati all'interno dell'area del giardino della scuola, applicando la metodologia MASW con 12 geofoni a 4,5 Hz in onde S spaziati di 3 m e schema di energizzazione a 1 punto; sono stati registrati sismogrammi sia in onde di Rayleigh (componente verticale e longitudinale orizzontale) che in onde di Love (componente trasversale orizzontale). È stata utilizzata una frequenza di campionamento di 1 KHz, con 2,048 secondi di registrazione.

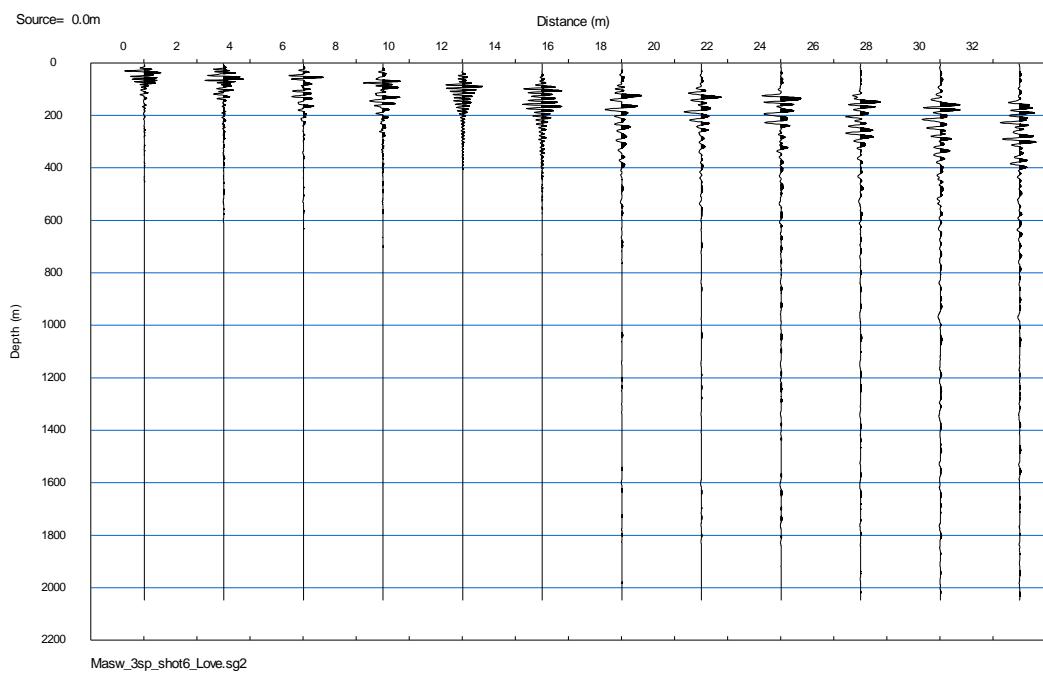
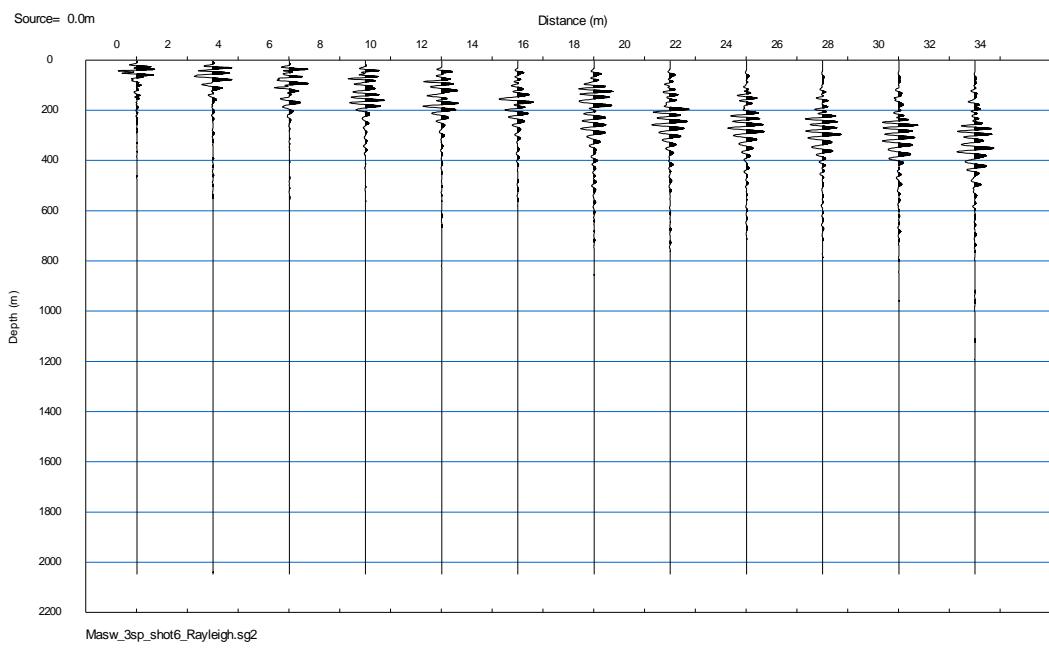
Per ogni sismogramma sono state realizzate più energizzazioni tramite una massa battente di 8 Kg e una piastra in materiale sintetico posta in corrispondenza del *punto di scoppio*, per le componenti di Rayleigh, e una travesina lignea, per le componenti di Love.

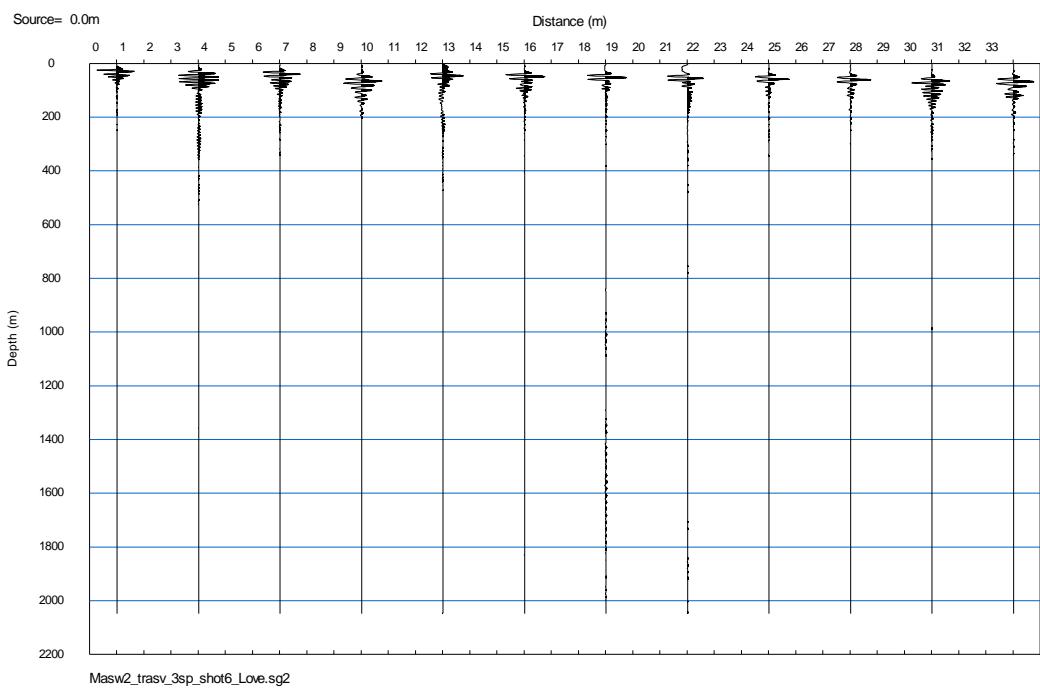
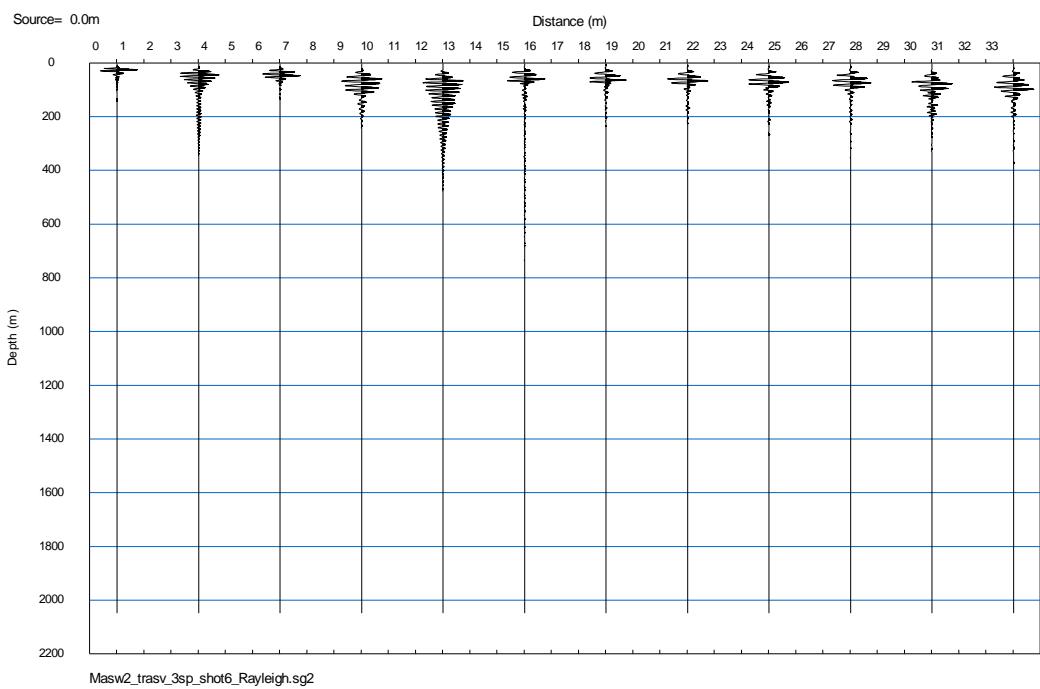


Posizione schematica della linea MASW (fonte GoogleEarth)

La verifica del rumore di fondo effettuata preventivamente ha indicato la possibilità di eseguire la prova lungo l'allineamento scelto.







Masw - Registrazione componenti Rayleigh e Love

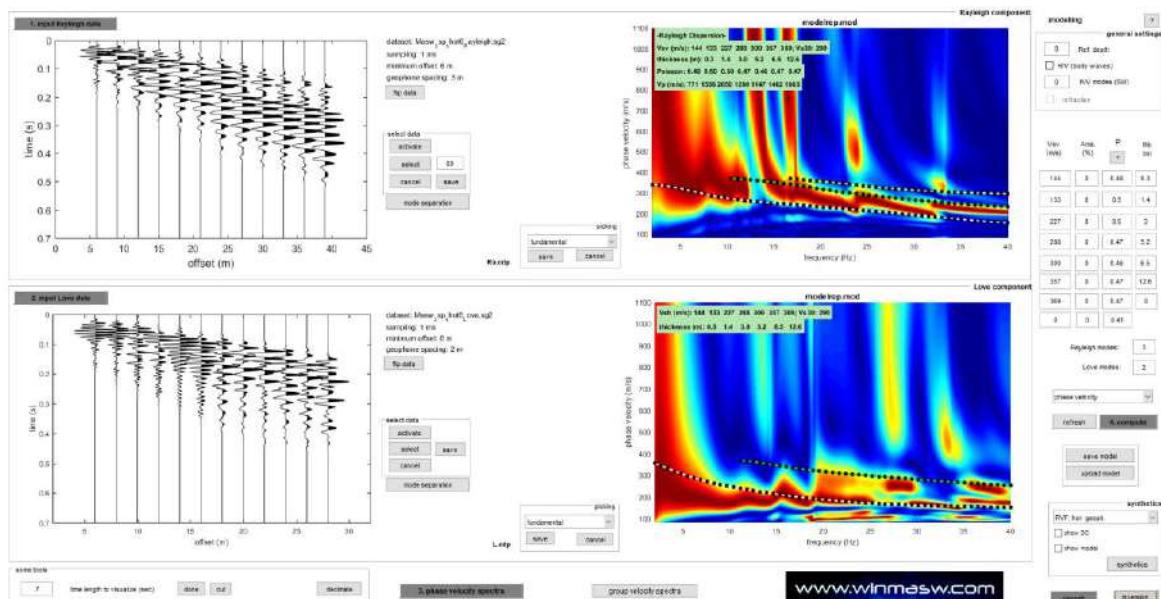


GeA – Geofisica Applicata
di Gianpaolo Gazzano & C S.a.s.
Viale S. Marco, 60
34074, Monfalcone (Gorizia)

4 ELABORAZIONE DEI DATI

L'analisi dei dati si è fondata sulla definizione di un modello stratigrafico iniziale basato sulla stratigrafia del sondaggio geognostico adiacente, in prima istanza ottimizzato sulla curva di risposta delle componenti di Love. Considerato che, in genere, le componenti di Love risuonano sulla loro frequenza fondamentale mentre le per componenti di Rayleigh può averne maggior ampiezza su modi di vibrare superiori è stato scelto di definire il modello iniziale sulle componenti di Love.

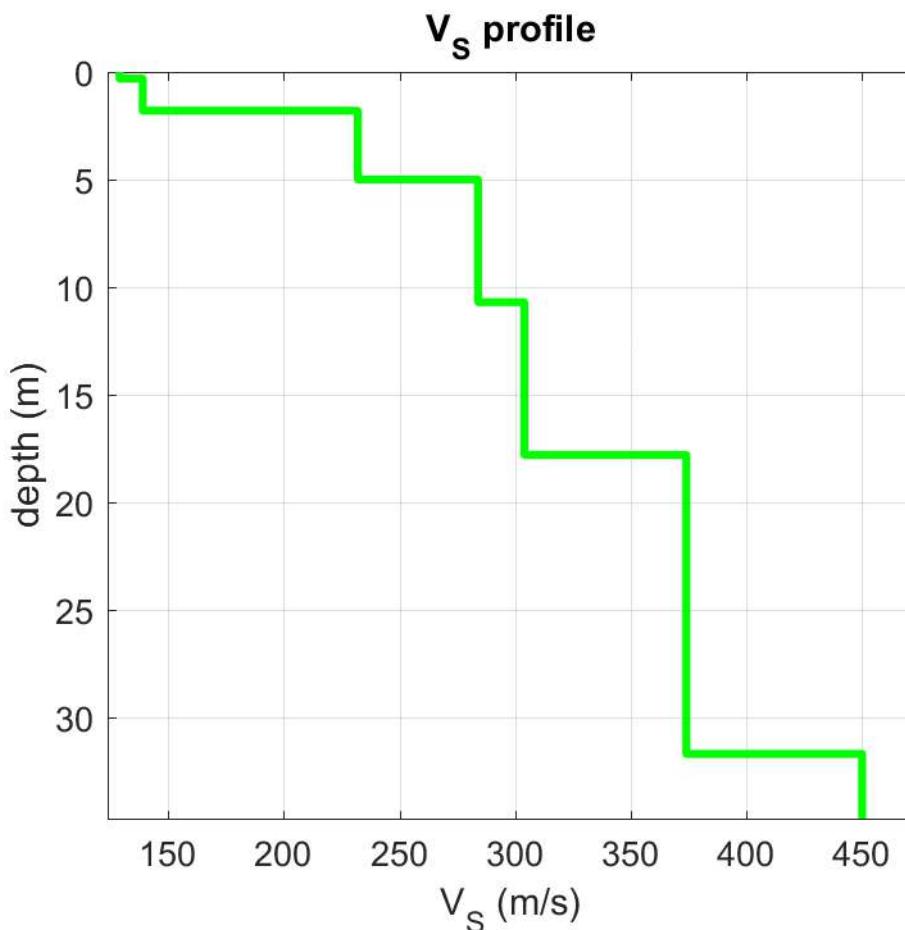
Dal modello iniziale si è quindi proceduto all'ottimizzazione della sequenza sismostratigrafica basandosi sull'analisi comparativa della curva di dispersione di ciascuna componente acquisita.



Masw - Grafici di elaborazione comparata

Nel diagramma sottostante viene quindi indicata la sequenza stratigrafica tipica basata sul *fitting* dei modelli di entrambe le prove.





Modello stratigrafico ottimizzato definitivo

Subsurface model

Shear-wave velocities (m/s): 129 139 232 284 304 374 450

Thicknesses (m): 0.3 1.5 3.2 5.7 7.1 13.9 ∞

4.1.1 Calcolo V_{s30}

Con il D.M. 17/01/2018 è stata aggiornata la normativa sismica del D.M. 14/01/2008, che attribuisce alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo.

Il decreto propone l'adeguamento del precedente un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica della sequenza stratigrafica dei terreni da edificare; sono così state ridefinite le cinque tipologie base di terreni (A - B - C - D - E), mentre sono state abolite le due speciali (S1 e



S2), la cui definizione era, in precedenza, in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno.

In particolare la nuova classificazione è basata sui valori assunti dal parametro $V_{s,eq}$, definito dalla formula:

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

dove: N =numero di strati

h_i = spessore dell' i esimo strato

$V_{s,i}$ = velocità delle onde S nel corrispondente i esimo strato

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

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera. Per muri di sostegno di terrapieni, la profondità è riferita al piano di imposta della fondazione.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato sono definite in Tab. 3.2.II del D.M. 2018



Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<i>Anmassi 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.</i>
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina 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.</i>
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.</i>
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina 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.</i>
E	<i>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.</i>

Il calcolo del parametro per la sequenza stratigrafica in oggetto, che non presenta il livello attribuibile al substrato sismico, ha evidenziato un valore $V_{s_{eq}} = 291$ m/s, che determina l'ascrizione della zona alla categoria C, definita dal DM sopra citato.

Monfalcone, 24 luglio 2018

GeA – Geofisica Applicata
Dr. geol. Gianpaolo Gazzano




GeA – Geofisica Applicata
di Gianpaolo Gazzano & C S.a.s.
Viale S. Marco, 60
34074, Monfalcone (Gorizia)