FERRANIAECOLOGIA

IMPIANTO DI TRATTAMENTO RIFIUTI ORGANICI CON PRODUZIONE DI BIOMETANO E COMPOST DI QUALITA'



PROGETTO DEFINITIVO

R02 Relazione Geologica

Progettista

Dott. Roberto Ricci – Geologo

Via Argentina, 3/3

16156 – Genova

Proprietà

Ferrania Ecologia Srl

Viale Libertà n. 5717014 – Cairo Montenotte (SV)

CF/PI 01594270090

Revisioni		Data	Descrizione	Redatto
	0	21/11/16	Revisione zero	

RICCI Dott. ROBERTO
Geologo
Via Argentina, 3/3 - Tel. 010/6975029
16156 GENOVA - PEGLI

Cod. Fiscale: RCC RRT 59E23 D969U
Partita IVA: 02826170108

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

PROVINCIA DI SAVONA

PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DELL'IMPIANTO DI TRATTAMENTO DEI RIFIUTI ORGANICI IN LOC. FERRANIA – COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE (SV).

RELAZIONE GEOLOGICA

Richiedente: FERRANIA ECOLOGIA SRL

Progettista: Ing. Sergio FENOGLIO

Il Tecnico Abilitato
Dott. Geol. Roberto RICCI

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Decreto Ministeriale 14.01.2008

Testo Unitario - Norme Tecniche per le Costruzioni

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008. Circolare 2 febbraio 2009.

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

Eurocodice 8 (1998)

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture

Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

Eurocodice 7.1 (1997)

Progettazione geotecnica – Parte I : Regole Generali. UNI

Piano di Bacino Fiume Po

D.G.R. 1362/10

P.R.G. Comune di Cairo Montenotte

D. Lgs. 152/06

1.0 - PREMESSA

Il progetto prevede l'ampliamento dell'impianto di trattamento dei rifiuti organici esistente nell'area industriale di Ferrania, nel Comune di Cairo Montenotte.

Poiché trattasi di una costruzione con **caratteristiche ordinarie**, sulla scorta del D.M. 14.01.2008 la Classe d'Uso, come meglio specificato oltre, è la **Classe II** (NTC 2008 – 2.4.2.). Questa relazione, pertanto, seguendo i dettami della norma vigente e dello stato dell'arte è finalizzata alla costruzione del modello geologico.

2.0 - METODOLOGIA SEGUITA PER L'ESECUZIONE DELL'INDAGINE

L'indagine è stata eseguita mediante un accurato rilevamento di superficie, opportunamente esteso alle zone limitrofe al sito sede dell'intervento, mirante alla valutazione dell'assetto geomorfologico ed idrologico del complesso, all'individuazione dei litotipi costituenti il substrato roccioso, alla determinazione della potenza detritica che li ricopre e delle caratteristiche geomeccaniche dell'area interessata dalle opere oggetto d'indagine.

In via preliminare ci si è avvalsi delle indagini eseguite all'interno dell'area industriale per altri interventi, omogenei a quello in progetto (in particolare n° 2 sondaggi eseguiti all'interno dell'area d'intervento prevista).

Ciò ha permesso di programmare una campagna geognostica esecutiva, consistente in:

- esecuzione di n° 3 sondaggi;
- esecuzione di n° 2 indagini sismiche HVSR.

A seguito delle conoscenze acquisite con i sopralluoghi, dalle precedenti esperienze professionali maturate nella stessa area e dai dati desunti dalla bibliografia corrente, si sono così potuti acquisire tutti gli elementi necessari per fornire le risposte ai sensi della normativa vigente, come di seguito riportato.

3.0 - CARATTERISTICHE DELLA ZONA OGGETTO DI INDAGINE

3.1 - Inquadramento geografico

L'impianto dispone di una viabilità di accesso esistente e, grazie al collegamento autostradale, si trova in posizione che può essere considerata baricentrica rispetto al territorio savonese, la sua dislocazione permette ai mezzi che debbono accedervi di evitare zone a viabilità congestionata essendo facilmente raggiungibile sia dalla rete stradale provinciale che dall'autostrada, uscita dal casello di Altare, evitando l'attraversamento di centri urbani, e si trova lungo la variante alla strada provinciale Ponte della Volta, immediatamente individuabile sul lato destro della carreggiata per chi arriva dall'autostrada, in sponda sinistra del fiume Bormida di Mallare, con accesso che si diparte dalla rotonda appositamente realizzata.

3.2 - Inquadramento geologico

Dal punto di vista geologico la zona di Ferrania è caratterizzata da un substrato roccioso, visibile sui versanti sia in numerosi affioramenti naturali sia in spaccati realizzati dall'opera antropica, cartografato secondo la Carta Geologica d'Italia, Foglio 81 – Ceva come *Formazione del Santuario di Savona*, costituita essenzialmente da scisti filladici, mentre nell'area subpianeggiante propria dell'intervento, rimodellata dalla sistemazione delle aree e dalla costruzione dei fabbricati industriali esistenti, il substrato è costituito dai depositi alluvionali attuali e recenti del Fiume Bormida di Mallare (cfr. carta geologica in scala 1:5000 allegata) che ricoprono il substrato roccioso sopra descritto.

3.3 - Inquadramento geomorfologico

Dal punto di vista geomorfologico l'area dell'intervento risulta subpianeggiante, già oggetto di sistemazioni in passato.

3.4 - Inquadramento idrogeologico

L'ammasso roccioso che costituisce il substrato è caratterizzato da una sostanziale impermeabilità, mentre i depositi alluvionali di copertura sono dotati di una certa permeabilità per porosità, maggiore o minore in funzione della frazione argillosa presente nella coltre stessa, e sono interessati da una falda strettamente collegata all'andamento idraulico del Fiume Bormida di Mallare.

La realizzazione degli interventi non prevede comunque importanti interferenze con il deflusso della falda idrica sotterranea, come già riscontrato per la realizzazione dell'impianto oggi esistente e come confermano le ulteriori indagini eseguite.

4.0 – PERICOLOSITA' E FATTIBILITA' DELL'OPERA

Per la definizione della pericolosità e della fattibilità si è fatto riferimento al Piano di Bacino del Fiume Po e al Piano Regolatore Generale del Comune di Cairo Montenotte (cfr. stralci cartografici fuori scala allegati).

Per quanto riguarda il Piano di Bacino del Fiume Po l'area dell'intervento è al di fuori di tutte le aree a rischio, sia idrauliche che geomorfologiche.

Per quanto riguarda il Piano Regolatore Generale del Comune di Cairo Montenotte l'area è perimetrata in una zona destinata per insediamenti produttivi, al di fuori delle aree esondabili.

Non sussistono quindi problemi né riguardo la pericolosità geologica né riguardo la pericolosità idraulica, per cui l'intervento è senz'altro fattibile nel rispetto delle normative vigenti.

5.0 – RISULTATI DELLE INDAGINI

Gli elaborati progettuali prevedono la sistemazione dell'area come indicato nelle planimetrie allegate.

L'indagine è stata attuata, come già riportato, mediante:

- esecuzione di n° 3 sondaggi, oltre a n° 2 sondaggi già eseguiti in passato;
- esecuzione di n° 2 indagini sismiche HVSR.

5.1 – Sondaggi

Il sondaggio S1 (cfr. stratigrafia e documentazione fotografica allegate) è stato spinto sino alla profondità di 8.55 metri dal piano campagna, evidenziando la seguente stratigrafia:

a. materiale di riporto e coltre argillosa dal piano campagna sino alla profondità di 1,5 metri;
b. cappellaccio di alterazione del substrato roccioso dalla profondità di 1,5 metri sino alla profondità di 5 metri;
c. roccia molto fratturata, costituita da scisti filladici della Formazione del Santuario di Savona, dalla profondità di 5 metri sino a fondo foro.

Non è stata individuata la presenza di falda.

Il sondaggio S2 (cfr. stratigrafia e documentazione fotografica allegate) è stato spinto sino alla profondità di 10 metri dal piano campagna, evidenziando la seguente stratigrafia:

a. riporto prevalentemente granulare dal piano campagna sino alla profondità di 3 metri;
b. depositi argillosi dalla profondità di 3 metri sino alla profondità di 3,5 metri;
c. cappellaccio di alterazione del substrato roccioso dalla profondità di 3,5 metri sino alla profondità di 5,5 metri;
d. roccia molto fratturata, costituita da scisti filladici della Formazione del Santuario di Savona, dalla profondità di 5,5 metri sino a fondo foro.

Non è stata individuata la presenza di falda.

Il sondaggio S3 (cfr. stratigrafia e documentazione fotografica allegate) è stato spinto sino alla profondità di 9 metri dal piano campagna, evidenziando la seguente stratigrafia:

a. riporto prevalentemente granulare dal piano campagna sino alla profondità di 2 metri;
b. depositi prevalentemente argillosi dalla profondità di 2 metri sino alla profondità di 3,4 metri;
c. roccia fratturata, costituita da scisti filladici della Formazione del Santuario di Savona, dalla profondità di 3,4 metri sino a fondo foro.

Non è stata individuata la presenza di falda.

Il sondaggio S4 (cfr. stratigrafia e documentazione fotografica allegate) è stato spinto sino alla profondità di 6,5 metri dal piano campagna, evidenziando la seguente stratigrafia:

a. riporto dal piano campagna sino alla profondità di 0,5 metri;
b. depositi argillosi dalla profondità di 0,5 metri sino alla profondità di 2,3 metri;
c. cappellaccio di alterazione del substrato roccioso dalla profondità di 2,5 metri sino alla profondità di 5,5 metri;
d. roccia molto fratturata, costituita da scisti filladici della Formazione del Santuario di Savona, dalla profondità di 5,5 metri sino a fondo foro.

Non è stata individuata la presenza di falda.

Il sondaggio S5 (cfr. stratigrafia e documentazione fotografica allegate) è stato spinto sino alla profondità di 6,5 metri dal piano campagna, evidenziando la seguente stratigrafia:

a. riporto prevalentemente granulare dal piano campagna sino alla profondità di 3,5 metri;
b. trovante roccioso dalla profondità di 3,5 metri sino alla profondità di 4,5 metri;
c. depositi alluvionali con ciottoli dalla profondità di 4,5 metri sino alla profondità di 5,1 metri;
d. roccia molto fratturata, costituita da scisti filladici della Formazione del Santuario di Savona, dalla profondità di 5,1 metri sino a fondo foro.

5.2 - Indagine sismica HVSR

Nello specifico sono state eseguite due prove sismiche in corrispondenza dei sondaggi S1 e S3 con analisi dei microtremori ambientali mediante un

tromografo digitale ad altissima sensibilità (Tromino).

In estrema sintesi la tecnica H/V mette in relazione le variazioni del rapporto (alle varie frequenze) tra la componente orizzontale e verticale dei microtremori ambientali, con le variazioni litostratigrafiche che si incontrano nel sottosuolo e fornisce così un'indicazione lito-stratigrafica al di sotto del punto di misura.

Laddove il rapporto H/V ha un picco si ha una variazione di litologia [più correttamente si tratta di una variazione delle proprietà meccaniche dei mezzi attraversati di solito associata ad una variazione litologica; nella maggior parte dei casi le due cose coincidono ma potrebbe anche trattarsi di un puro addensamento del materiale che è tanto più marcato quanto più grande è il picco in questione].

Il passo ulteriore è mettere in rapporto la frequenza a cui avviene questo passaggio con la sua profondità (inversione), operazione questa usualmente eseguita o tramite punti di taratura noti nelle vicinanze del sito di indagine o tramite algoritmi di calcolo sviluppati utilizzando le Vs medie conosciute per i singoli livelli individuati.

L'indagine eseguita (cfr. allegati) mostra due curve abbastanza simili e coerenti.

Dall'esame del grafico relativo al primo tromino si individua un preciso settore di passaggio con picco a circa 18 hz che evidenzia il passaggio dai depositi superficiali al substrato roccioso caratterizzato da Vs = 839 m/s. La stratigrafia tipo è pertanto correlata ad un modello a due orizzonti.

Per quanto riguarda le velocità delle onde s è stato desunto il seguente modello

sismo stratigrafico:

Terreno	Profondità (m)	Vs (m/s)
Materiali superficiali	5.20	356
Substrato roccioso alterato	inf	800

La Vs 30 misurata a partire da p.c. (fondazione diretta superficiale) è pari a 658 m/s.

Dall'esame del grafico relativo al secondo tromino si individua un preciso settore di passaggio con picco a circa 15 hz che evidenzia il passaggio dai depositi superficiali al substrato roccioso caratterizzato da Vs = 746 m/s. La stratigrafia tipo è pertanto correlata ad un modello a due orizzonti.

Per quanto riguarda le velocità delle onde s è stato desunto il seguente modello sismo stratigrafico:

Terreno	Profondità (m)	Vs (m/s)
Materiali superficiali	5.60	330
Substrato roccioso alterato	inf	746

La Vs 30 misurata a partire da p.c. (fondazione diretta superficiale) è pari a 604 m/s.

5.3 – Caratteristiche geologiche e geomofologiche dell'area d'intervento

In base alle risultanze stratigrafiche ottenute con le indagini sopra riportate sono state ricostruite le sezioni in scala 1:250 1:500 allegate, che evidenziano la presenza di materiale di riporto e colluviale in tutta l'area dell'intervento, senza

presenza di falda, con spessore medio di circa 5 metri e substrato roccioso al di sotto di tale profondità. La velocità delle onde S nei primi 30 metri permette di classificare il terreno di fondazione come “B”.

5.4 – Caratteristiche geotecniche dell’area d’intervento

Per quanto riguarda i parametri geotecnici dei terreni di fondazione individuati si confermano invece i parametri già indicati per cui si ottiene:

Riporto e depositi alluvionali

peso di volume	γ	**19-20**	**kN/mc**
angolo d’attrito efficace	ϕ'	**30-35°**	
densità relativa	**Dr**	**> 60%**	

Substrato roccioso alterato

peso di volume	γ	**23**	**kN/mc**
coesione	**C**	**90**	**kPa**
angolo d’attrito efficace	ϕ'	**30°**	
Modulo di Young	E_{tan}	**0.48**	**GPa**
Coefficiente di Poisson	ν	**0.31**	

7.0 – ZONAZIONE SISMICA

Il Comune di Cairo Montenotte risulta classificato in classe 4 (D.G.R. 1362/10).

Le opere in progetto poggeranno le fondazioni ed interagiranno con un substrato che in base alle indagini eseguite è assimilabile ad un terreno di tipo "B" rispetto alla normativa (O.P.C.M. 3274/03 e tab. 3.2.II delle NTC 2008).

L'area non presenta pericolosità sismica locale per effetti di sito.

7.1 - Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,3521508482276

longitudine: 8,31871724635941

Classe: 2

Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1 ID: 16909 Lat: 44,3720Lon: 8,3140 Distanza: 2241,430

Sito 2 ID: 16910 Lat: 44,3750Lon: 8,3837 Distanza: 5760,484

Sito 3 ID: 17132 Lat: 44,3251Lon: 8,3880 Distanza: 6275,500

Sito 4 ID: 17131 Lat: 44,3221Lon: 8,3182 Distanza: 3340,677

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,019	g
Fo:	2,582	
Tc*:	0,158	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,025	g
Fo:	2,546	
Tc*:	0,190	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,057	g
Fo:	2,616	
Tc*:	0,306	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,072	g
Fo:	2,668	
Tc*:	0,326	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:		SLD:		SLV:		SLC:	
Ss:	1,200	Ss:	1,200	Ss:	1,200	Ss:	1,200
Cc:	1,590	Cc:	1,530	Cc:	1,390	Cc:	1,380
St:	1,000	St:	1,000	St:	1,000	St:	1,000
Kh:	0,004	Kh:	0,005	Kh:	0,012	Kh:	0,016
Kv:	0,002	Kv:	0,003	Kv:	0,006	Kv:	0,008
Amax:	0,225	Amax:	0,295	Amax:	0,672	Amax:	0,847
Beta:	0,180	Beta:	0,180	Beta:	0,180	Beta:	0,180

8.0 - CONCLUSIONI

La zona, come detto, è inserita in un'area che non presenta problemi né riguardo la pericolosità geologica né riguardo la pericolosità idraulica, per cui l'intervento è senz'altro fattibile nel rispetto delle normative vigenti.

L'intervento non apporterà modifiche all'assetto idrogeologico dell'area e di conseguenza si esprime parere favorevole alla realizzazione delle opere previste dal progetto.

Dott. Geol. Roberto Ricci



Genova, 03 novembre 2016

CARTA GEOLOGICA

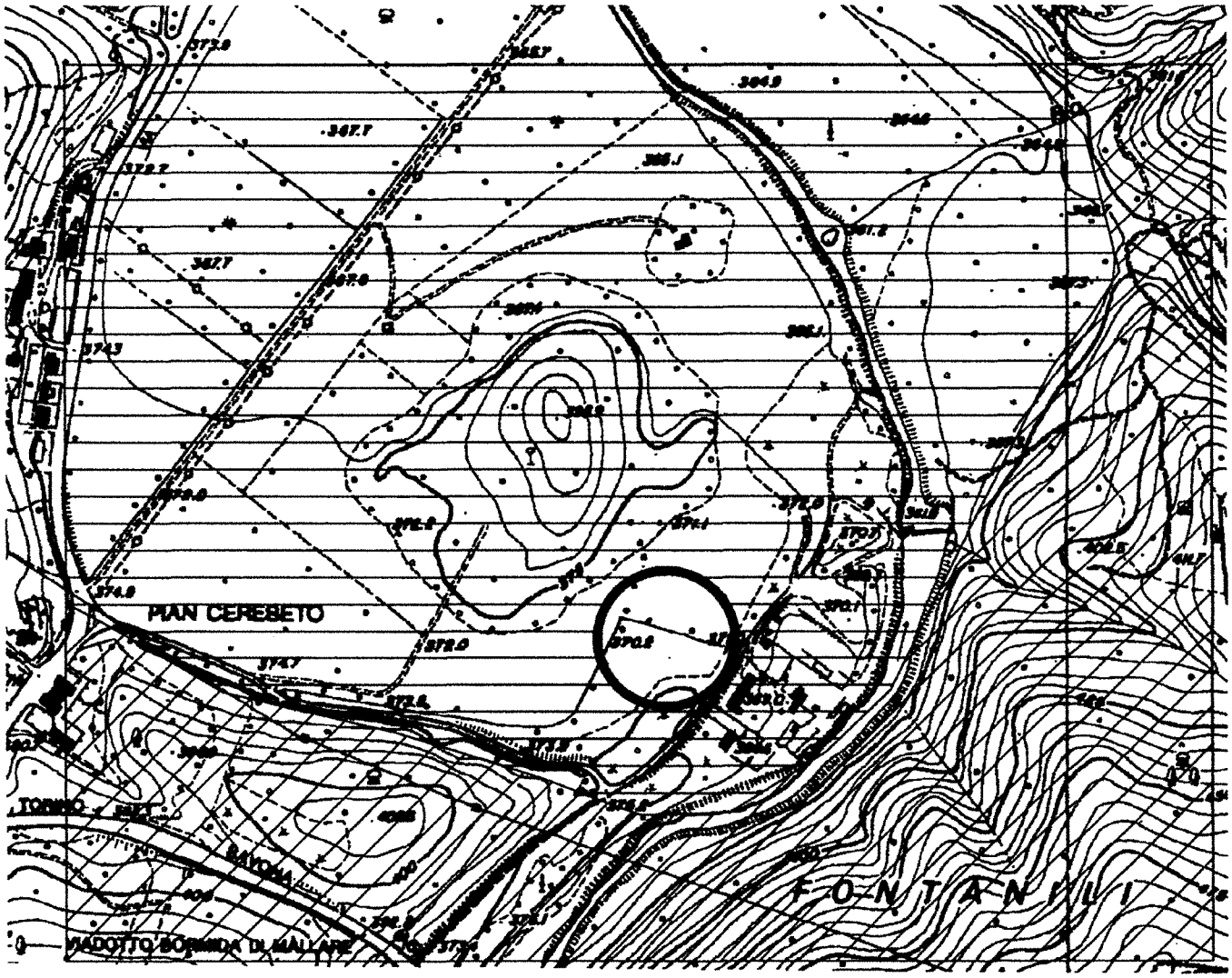
scala 1:5000

N

Depositi alluvionali attuali e recenti

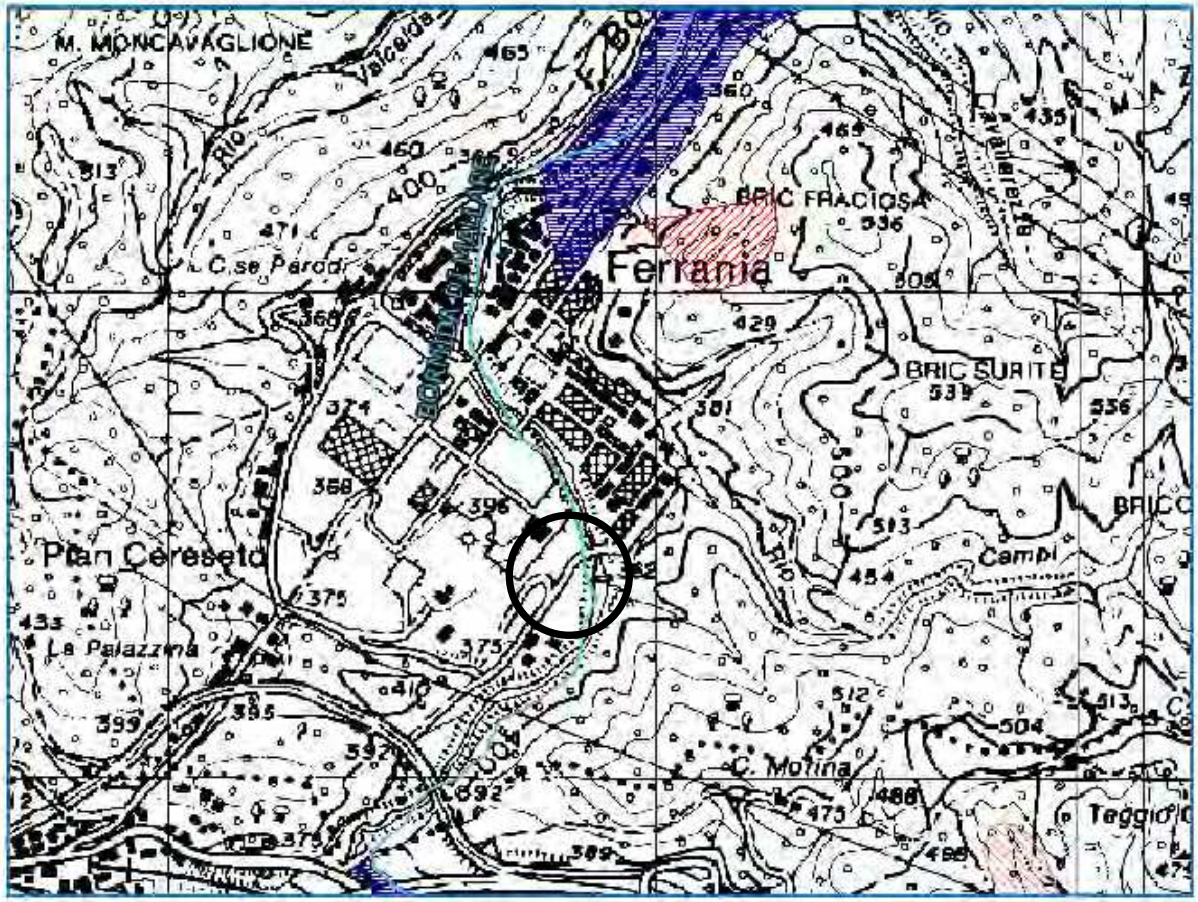
Formazione del Santuario di Savona

Area del progetto.



Autorità di bacino del fiume Po

Bacino di rilievo nazionale





Parametri linee segnaltrici

Corsi d'acqua

Quadro d'unione

frana quiscente (Fq)

frana attiva (Fa)

pericolo molto elevato (Ee)

Area dell'intervento

STRALCIO CARTA PRG

COMUNE DI CAIRO M.

Fuori scala

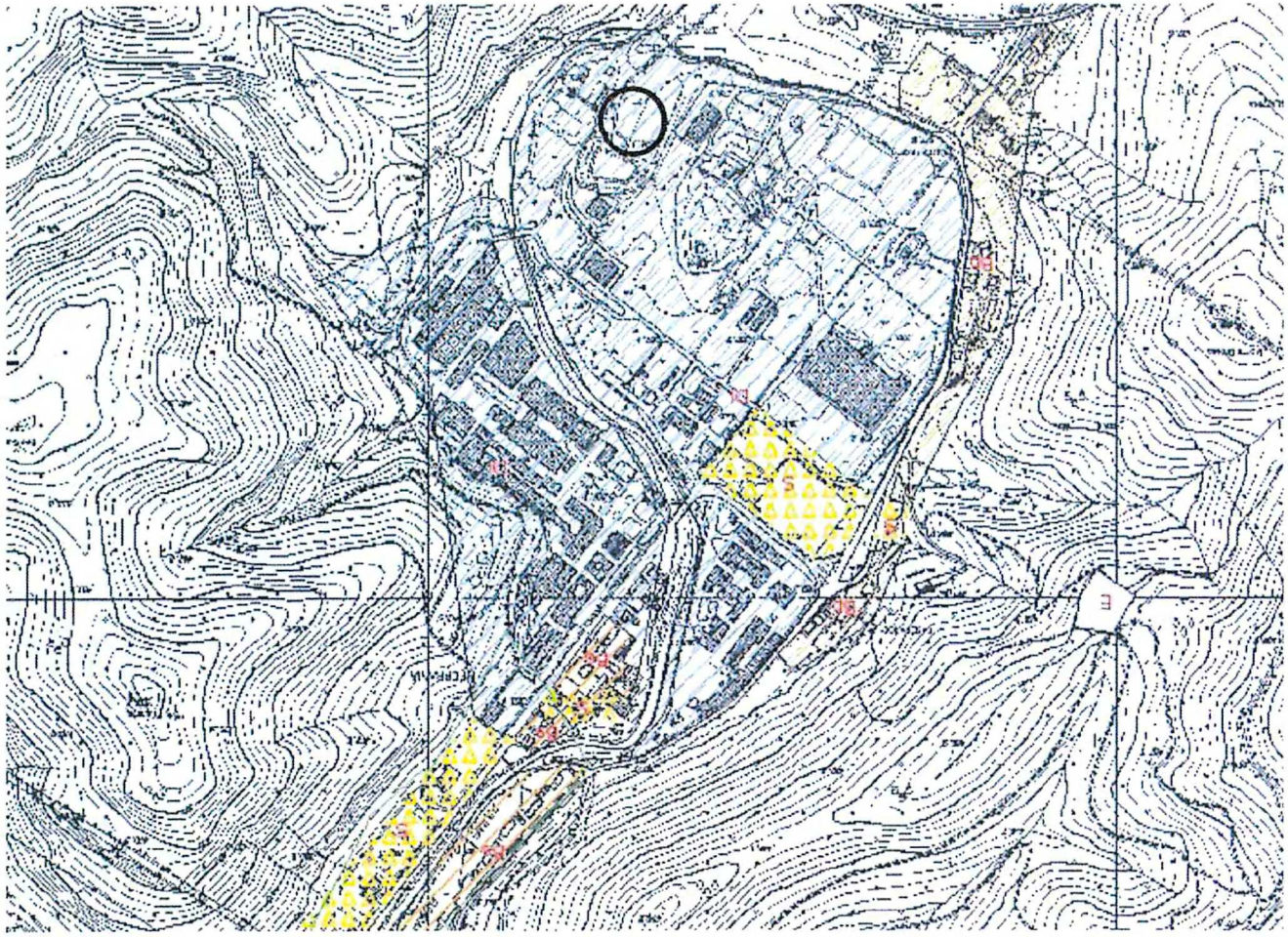


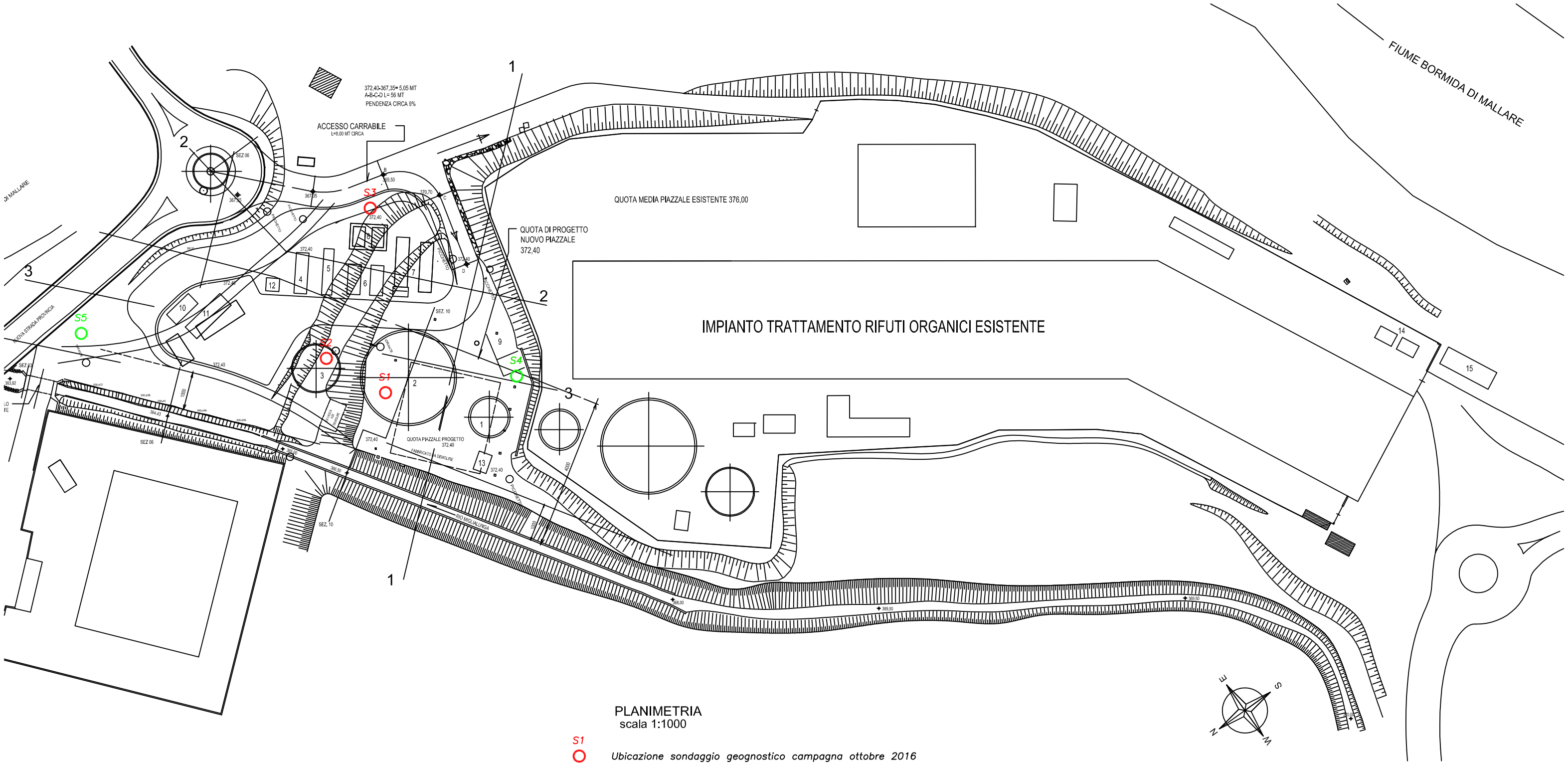
Area oggetto dell'intervento.



Aree esondabili.

- A = centri storici
- Ba = zone per insediamenti storico-ambientali
- Bd = zone residenziali di completamento dense
- Bm = zone residenziali di completamento medie
- Bp = zone residenziali di completamento periferiche
- Br = zone semirurali
- Brag = zone residenziali villa raggio
- Bs = zone residenziali sature
- C = cave
- Cd = zone residenziali di espansione dense
- Cm = zone residenziali di espansione medie
- Cp = zone residenziali di espansione periferiche
- d = discariche
- Da = zone per insediamenti artigianali di completamento
- Dac = zone per insediamenti artigianali e commercio
- Das = zone per insediamenti produttivi artigianali
- Di = zone per insediamenti produttivi
- Dlon = zone per insediamenti artigianali S.Giuseppe
- Dsa = zone per insediamenti artigianali sature
- Dt = zone per attività direzionali e commerciali
- E = zone agricole - coltivi - zone omogenee
- Ebo = bosco - zone omogenee
- Eo = zone agricole a orti
- F = zone a servizi di interesse generale
- IF = impianti ferroviari
- Pu = parchi urbani
- S = zone a servizi di interesse comunale





PLANIMETRIA
scala 1:1000

S1 *Ubicazione sondaggio geognostico campagna ottobre 2016*

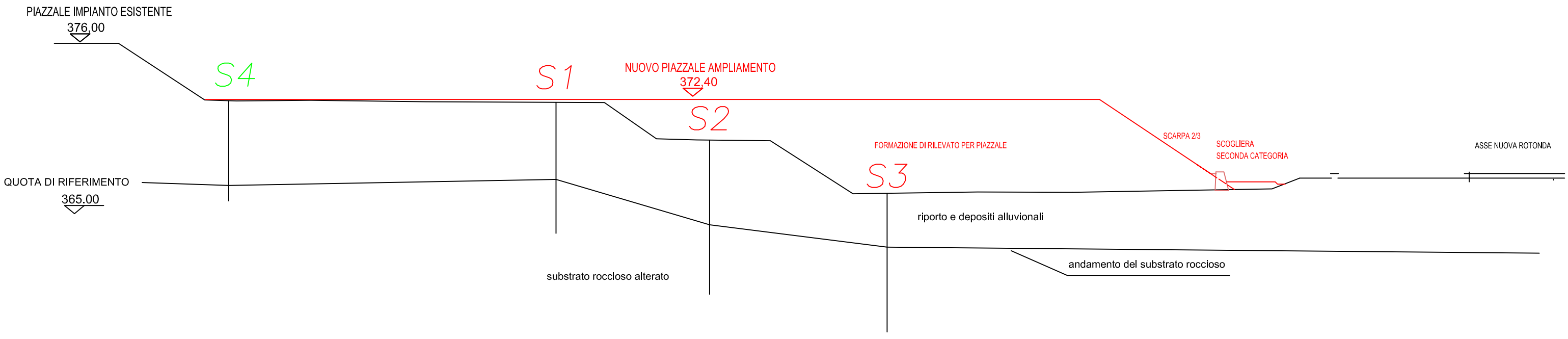
S4 *Ubicazione sondaggio geognostico campagna maggio 2012*

SEZIONE 01

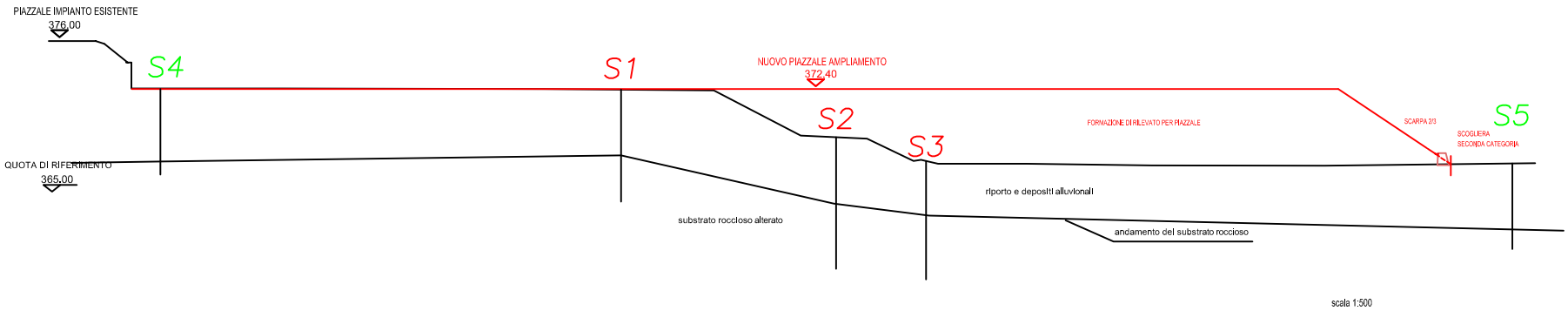


scala 1:250

SEZIONE 02

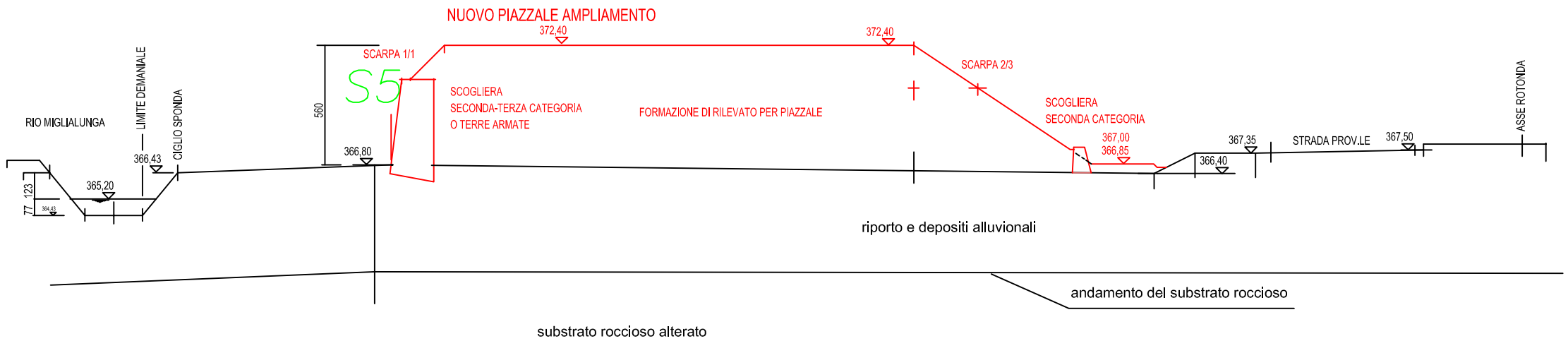


SEZIONE 03



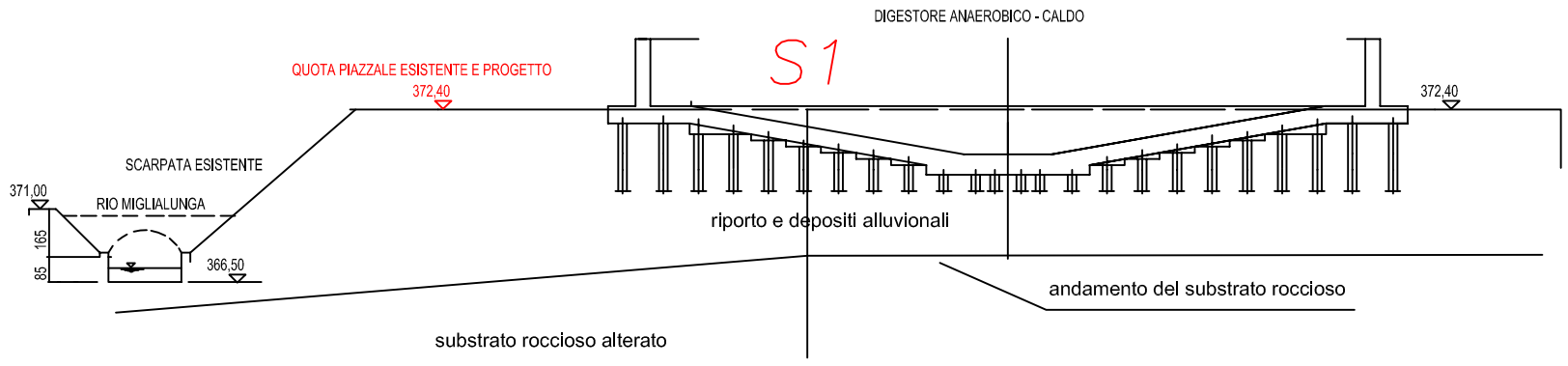
scala 1:500

SEZIONE 06



scala 1:250

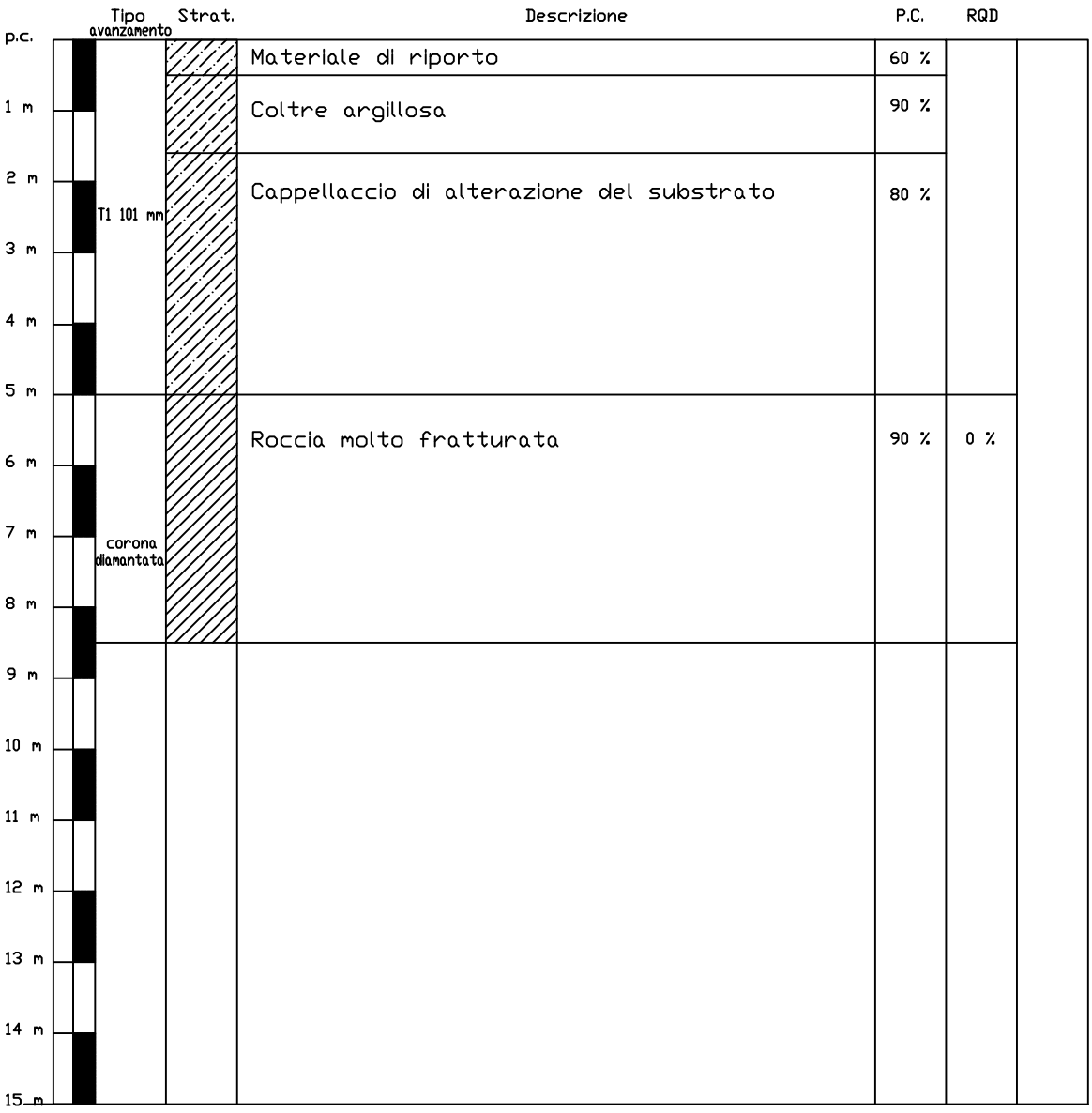
SEZIONE 10



SONDAGGIO S1

Stratigrafia

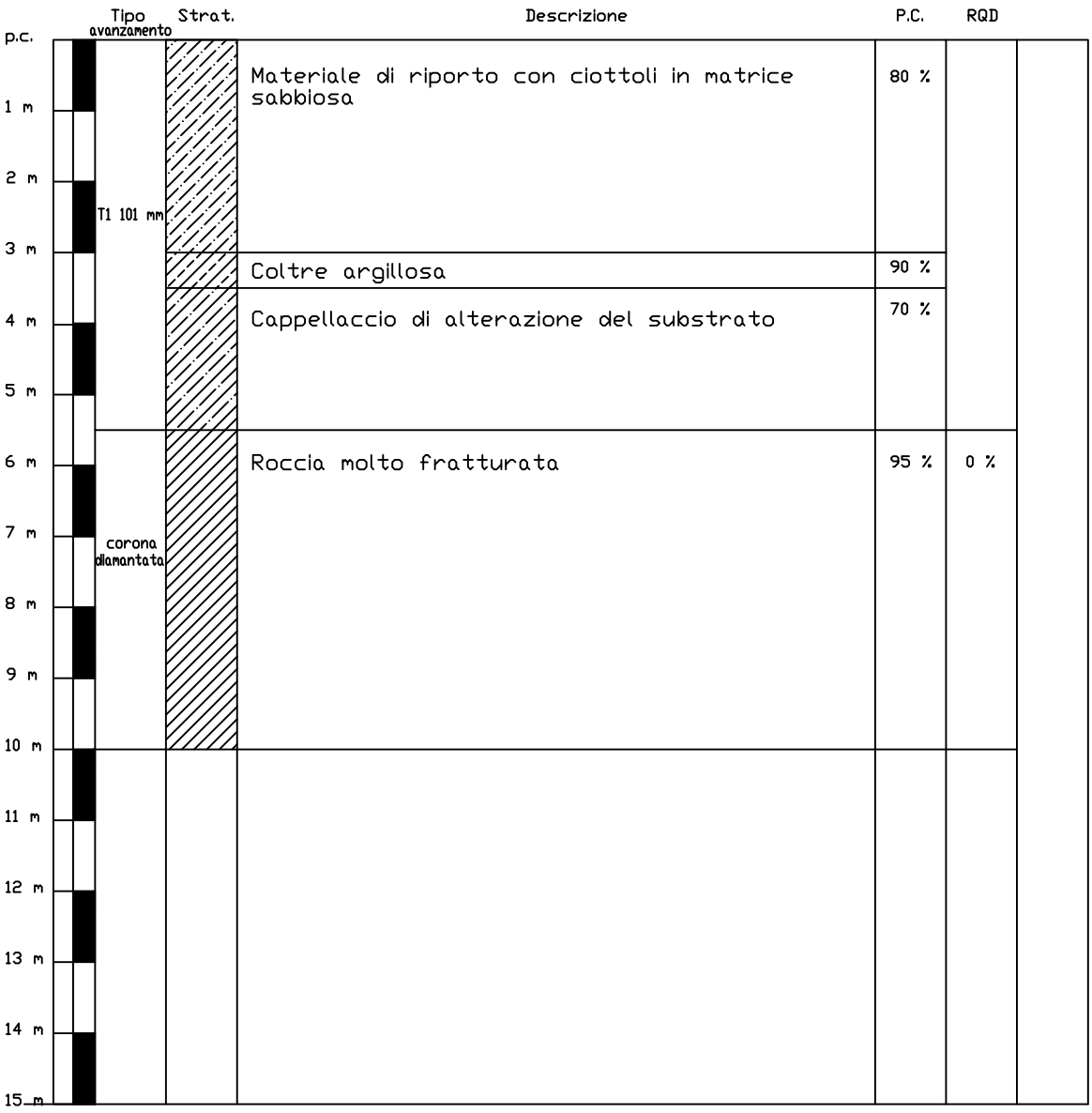
scala 1:100



SONDAGGIO S2

Stratigrafia

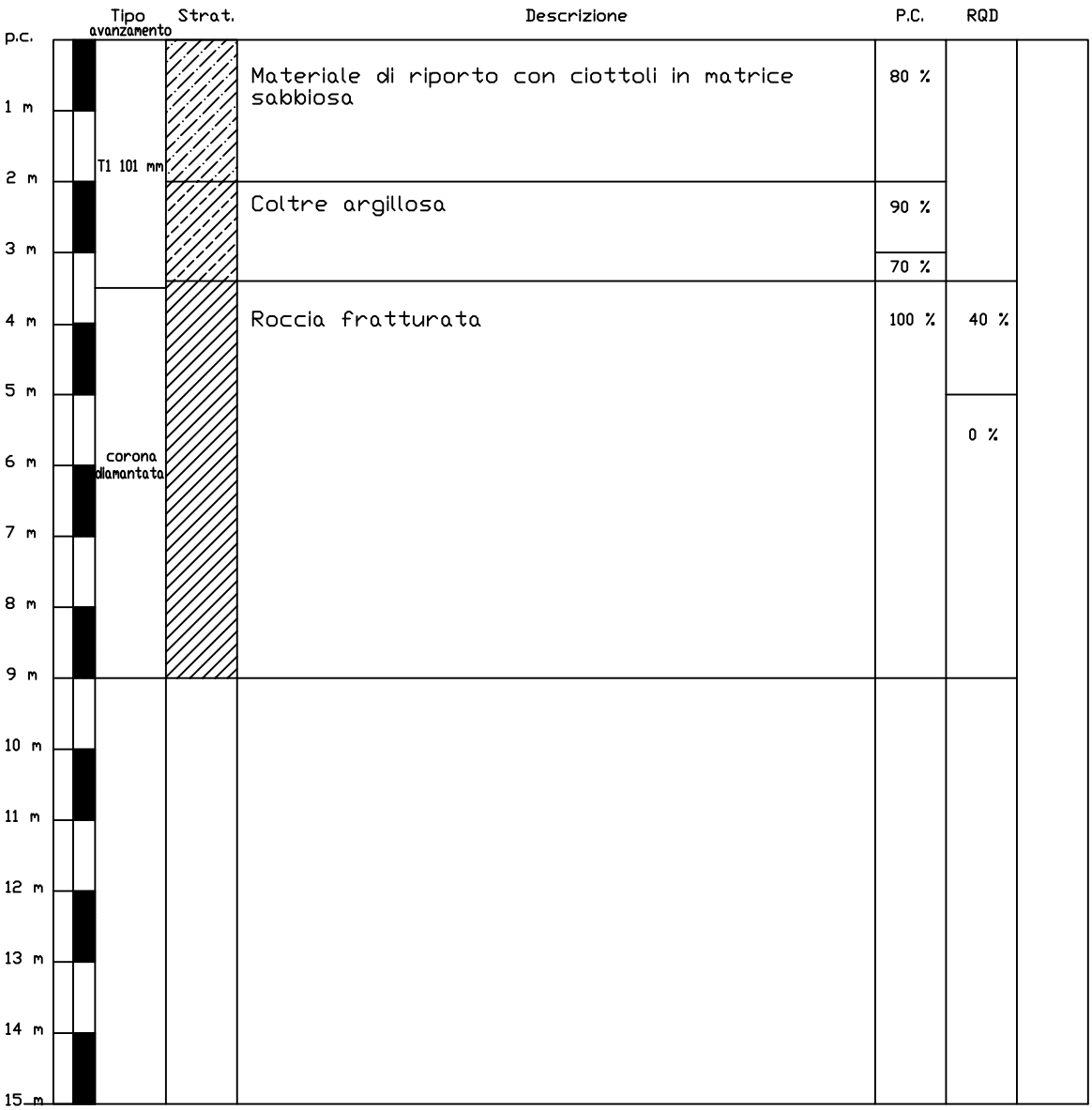
scala 1:100



SONDAGGIO S3

Stratigrafia

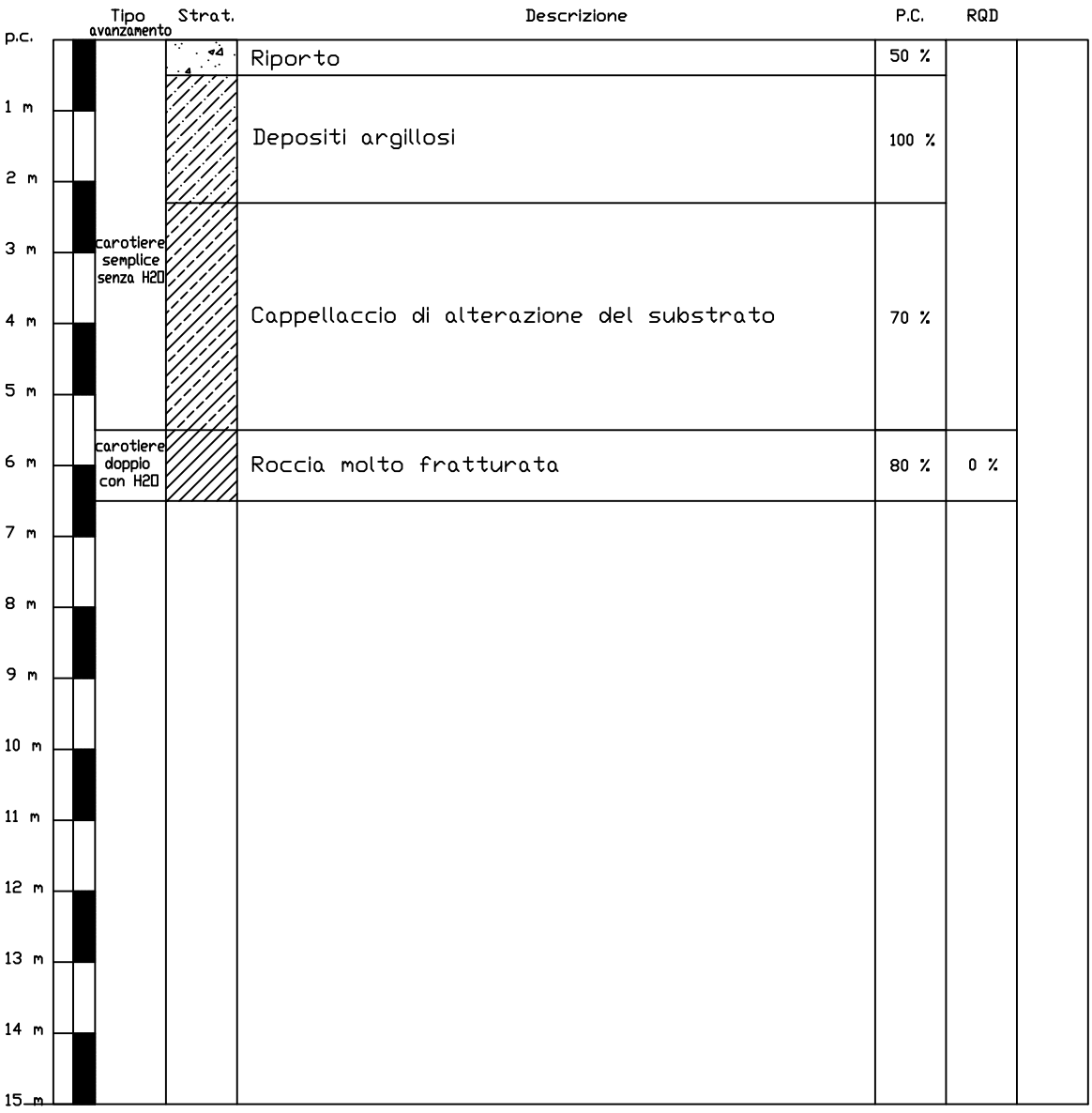
scala 1:100



SONDAGGIO S4

Stratigrafia

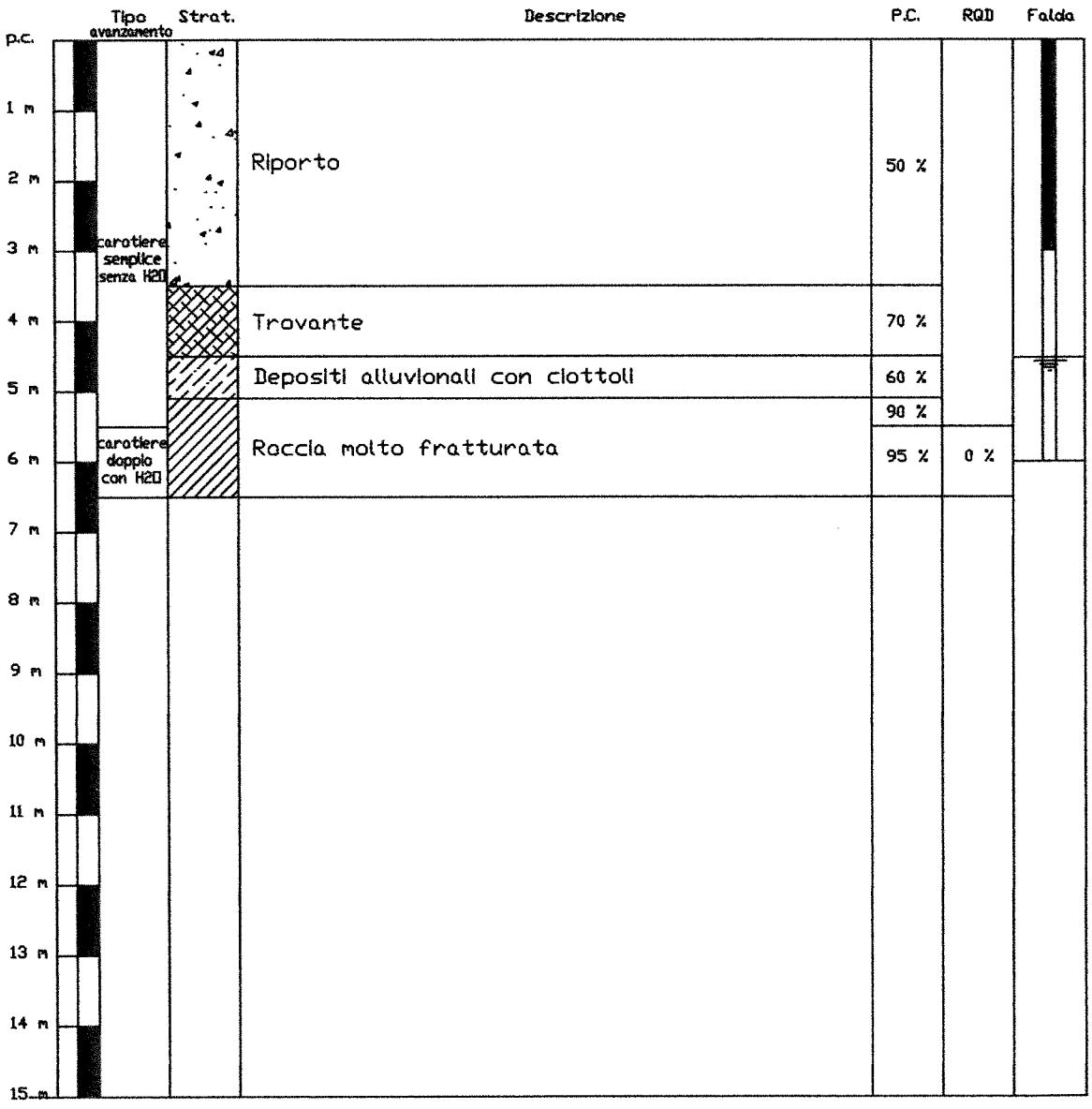
scala 1:100



SONDAGGIO S5

Stratigrafia

scala 1:100





Ferrania Ecologia srl
Sondaggio geognostico S1
Cassetta 1
0 - 5 metri



Ferrania Ecologia srl
Sondaggio geognostico S1
Cassetta 2
5 - 8.5 metri





Ferrania Ecologia srl
Sondaggio geognostico S2
Cassetta 2
5 - 10 metri



Ferrania Ecologia srl
Sondaggio geognostico S3
Cassetta 1
0 - 5 metri



Ferrania Ecologia srl
Sondaggio geognostico S3
Cassetta 2
5 - 9 metri



Ferrania - Baraccamenti
Sondaggio geognostico S4
Cassetta 1
0 – 5 metri



Ferrania - Baraccamenti
Sondaggio geognostico S4
Cassetta 2
5 – 6.5 metri



Ferrania - Baraccamenti
Sondaggio geognostico S5
Cassetta 1
0 – 5 metri



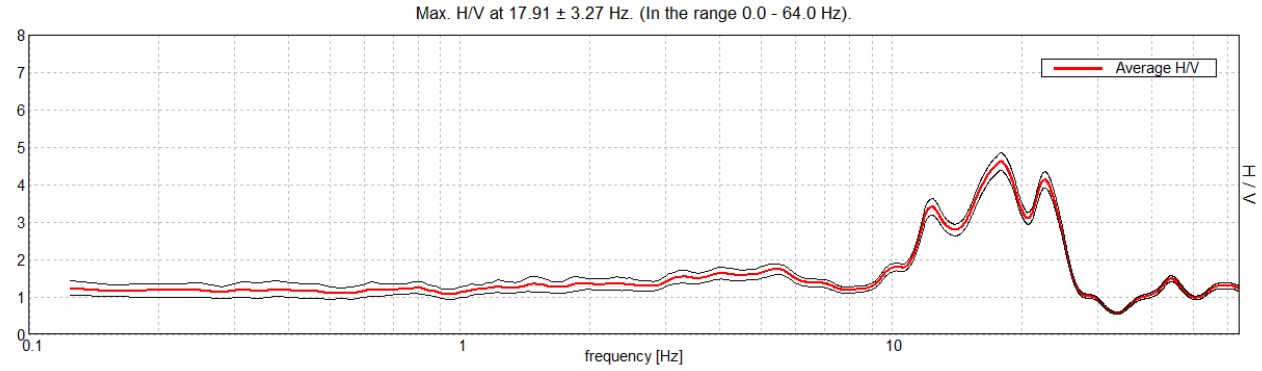
Ferrania - Baraccamenti
Sondaggio geognostico S5
Cassetta 2
5 – 6.5 metri

CAIRO MONTENOTTE, FERRANIA, TROMINO 1 PRESSO SONDAGGIO 1

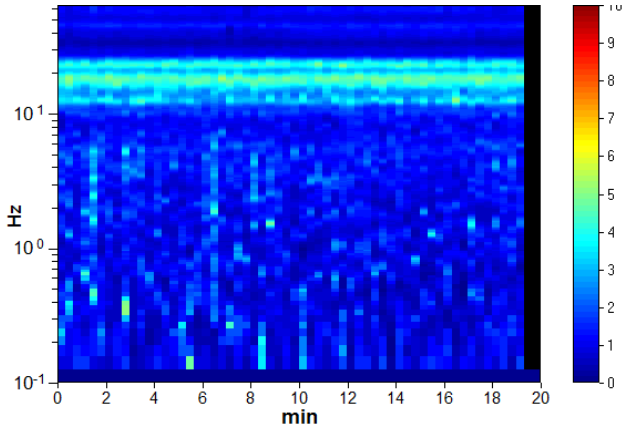
Instrument: TRZ-0152/01-11
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 28/10/16 10:47:49 End recording: 28/10/16 11:07:49
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00''. Analysis performed on the entire trace.
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

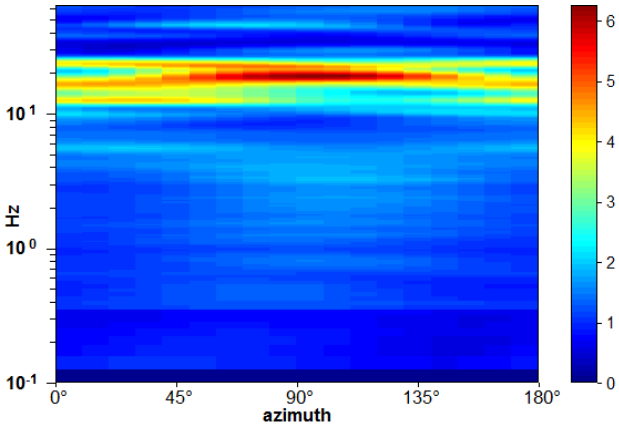
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



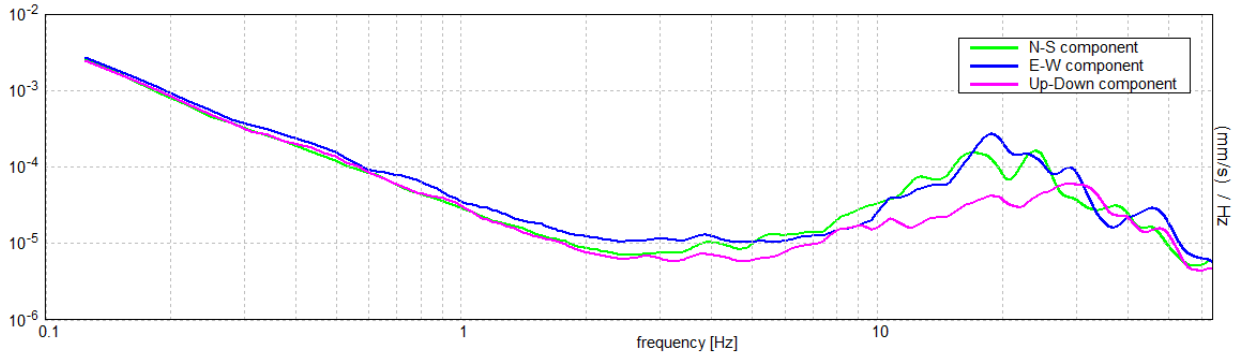
H/V TIME HISTORY



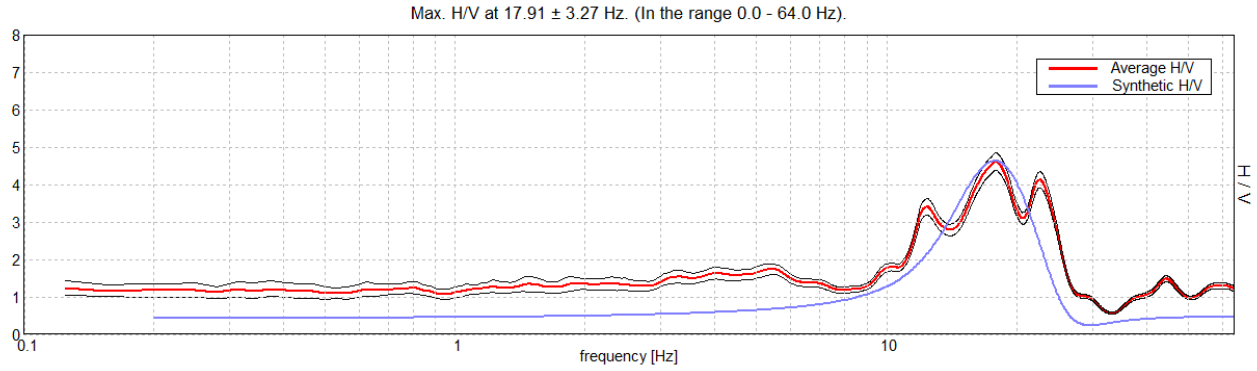
DIRECTIONAL H/V



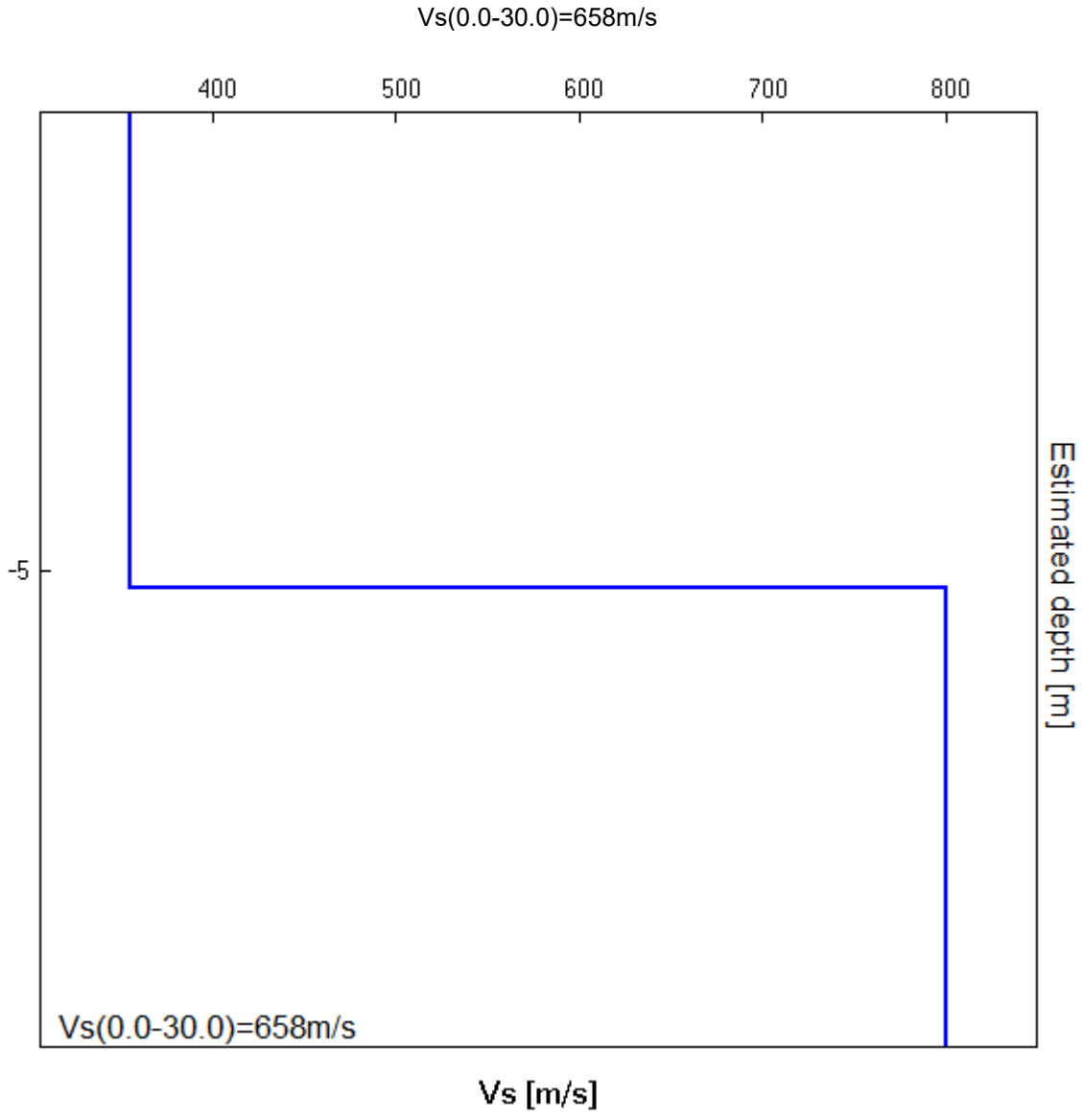
SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.20	5.20	356	0.42
inf.	inf.	800	0.42

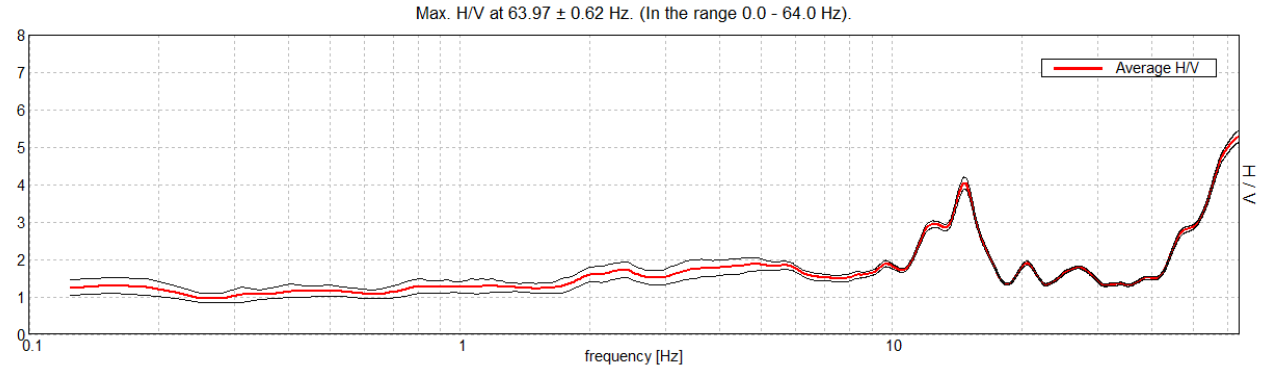


CAIRO MONTENOTTE, FERRANIA, TROMINO 2 PRESSO SONDAGGIO 2

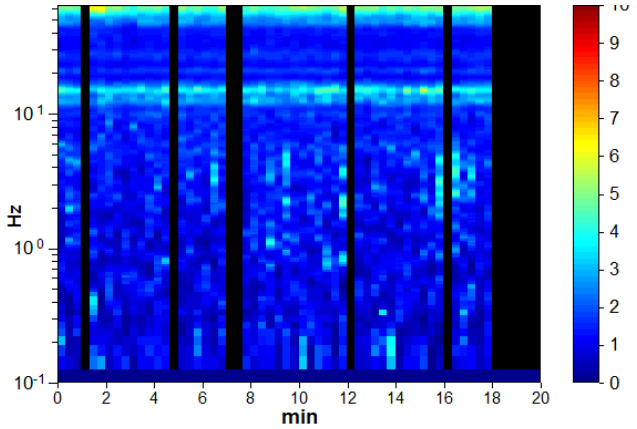
Instrument: TRZ-0152/01-11
Data format: 16 byte
Full scale [mV]: n.a.
Start recording: 28/10/16 11:10:50 End recording: 28/10/16 11:30:50
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS data not available

Trace length: 0h20'00''. Analyzed 80% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

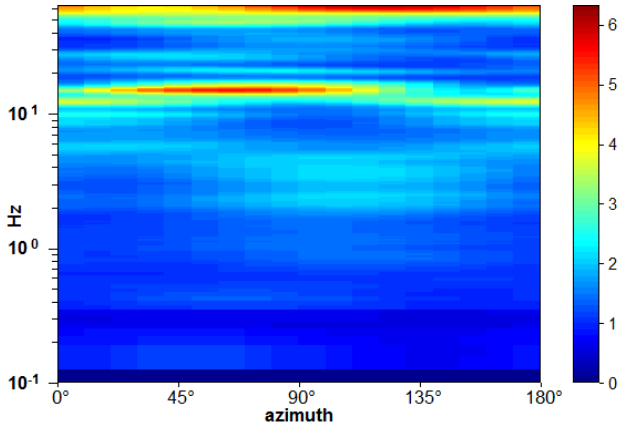
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



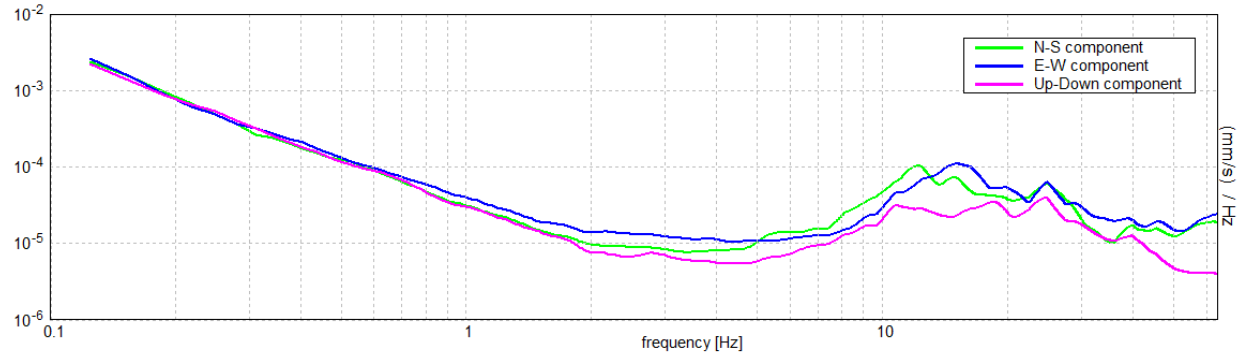
H/V TIME HISTORY



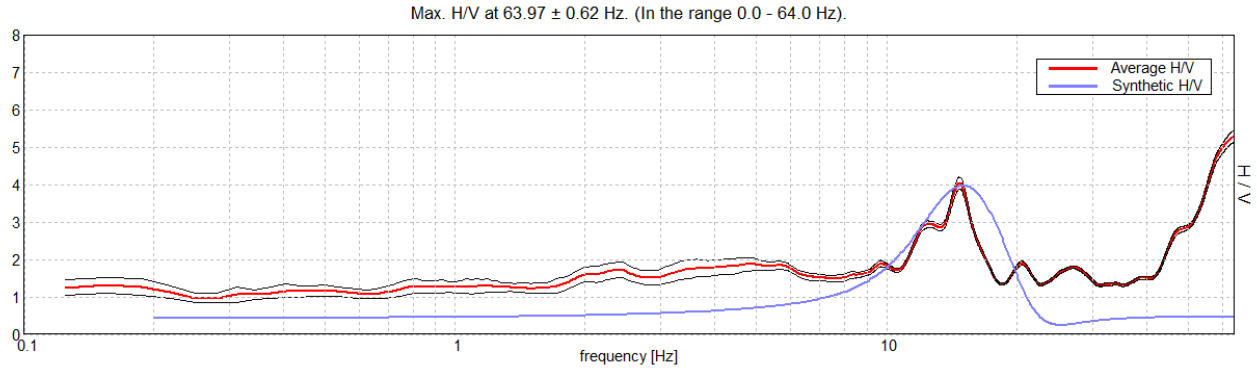
DIRECTIONAL H/V



SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
5.60	5.60	330	0.42
inf.	inf.	746	0.42

