Firmato digitalmente da
LUCA PIAGGI
CN = PIAGGI LUCA
O = Ordine dei Geologi della Liguria
C = IT

COMUNE DI GENOVA
CITTÀ METROPOLITANA DI GENOVA
REGIONE LIGURIA

CAVA DI CALCARE DENOMINATA "CASTELLARO"

VARIANTE AL PROGETTO DI COLTIVAZIONE E DI RIPRISTINO AMBIENTALE

R 04

ALLEGATI ALLA RELAZIONE GEOLOGICA

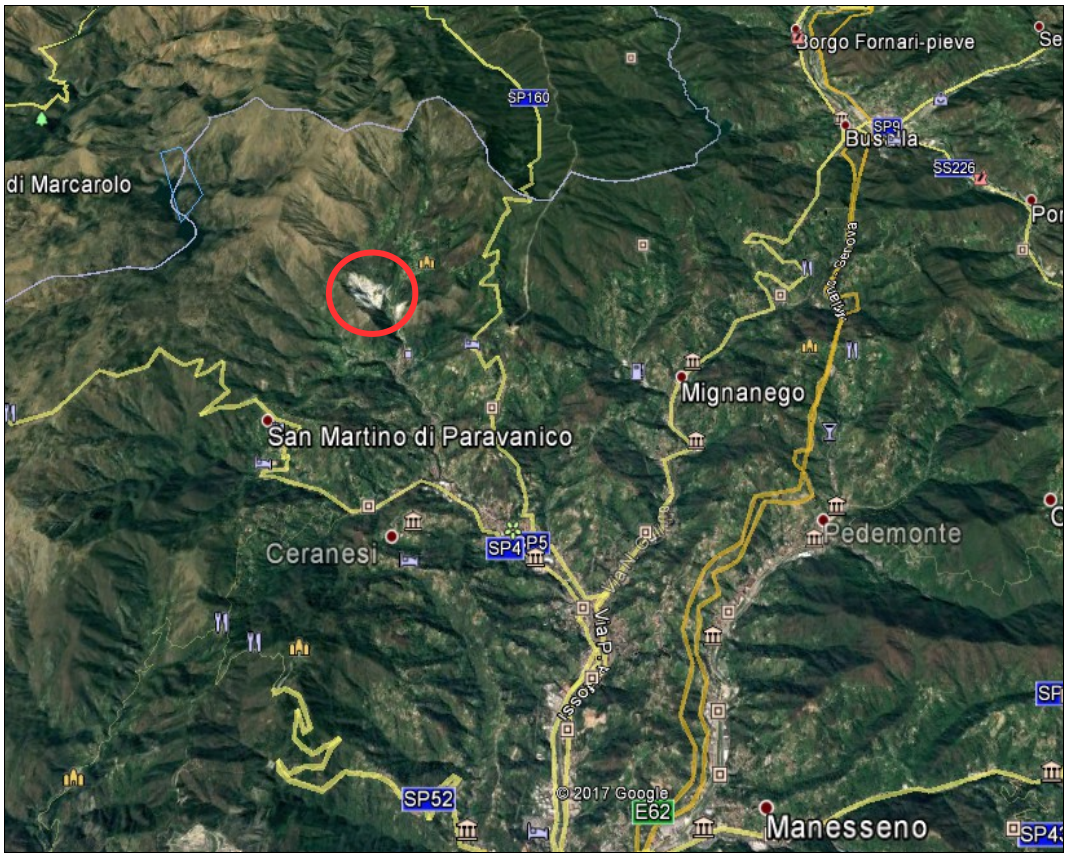
COMMITTENTE	**CALCESTRUZZI SPA**
TECNICO	**DOTT. GEOLOGO LUCA PIAGGI**

Data	**03/11/22**
Versione	**1,0**

STUDIO GEOLOGICO PIAGGI	
Indirizzo	Via Genova 442, La Spezia (19123)
Cellulare	(+39) 3299710732
E-mail	lucapiaggi@gmail.com
PEC	lucapiaggi@pec.epap.it

ALLEGATI

1. Inquadramento territoriale generale;
2. Inquadramento territoriale;
3. Schema tettonico;
4. Cartografia geologica generale;
5. Dettaglio della cartografia geologica generale sovrapposta al CTR;
6. Carta geologica del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
7. Carta geomorfologica del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
8. Carta idrogeologica del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
9. Cartografia delle aree soggette a S.I.C. – da geoportale;
10. PTCP assetto geomorfologico – da geoportale;
11. PTCP assetto insediativo – da geoportale;
12. PTCP assetto vegetazionale – da geoportale;
13. Affioramenti di rocce verdi;
14. Ubicazione di cavità carsiche;
15. Reticolo idrografico;
16. Reticolo idrografico – dettaglio;
17. Carta della franosità reale del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
18. Suscettività al dissesto del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
19. Rischio geologico del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
20. Carta delle acclività del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
21. Carta dell'esposizione dei versanti del Piano di Bacino Torrente Polcevera;
22. Indagini geofisiche;



INQUADRAMENTO TERRITORIALE GENERALE – GOOGLE EARTH

LEGENDA

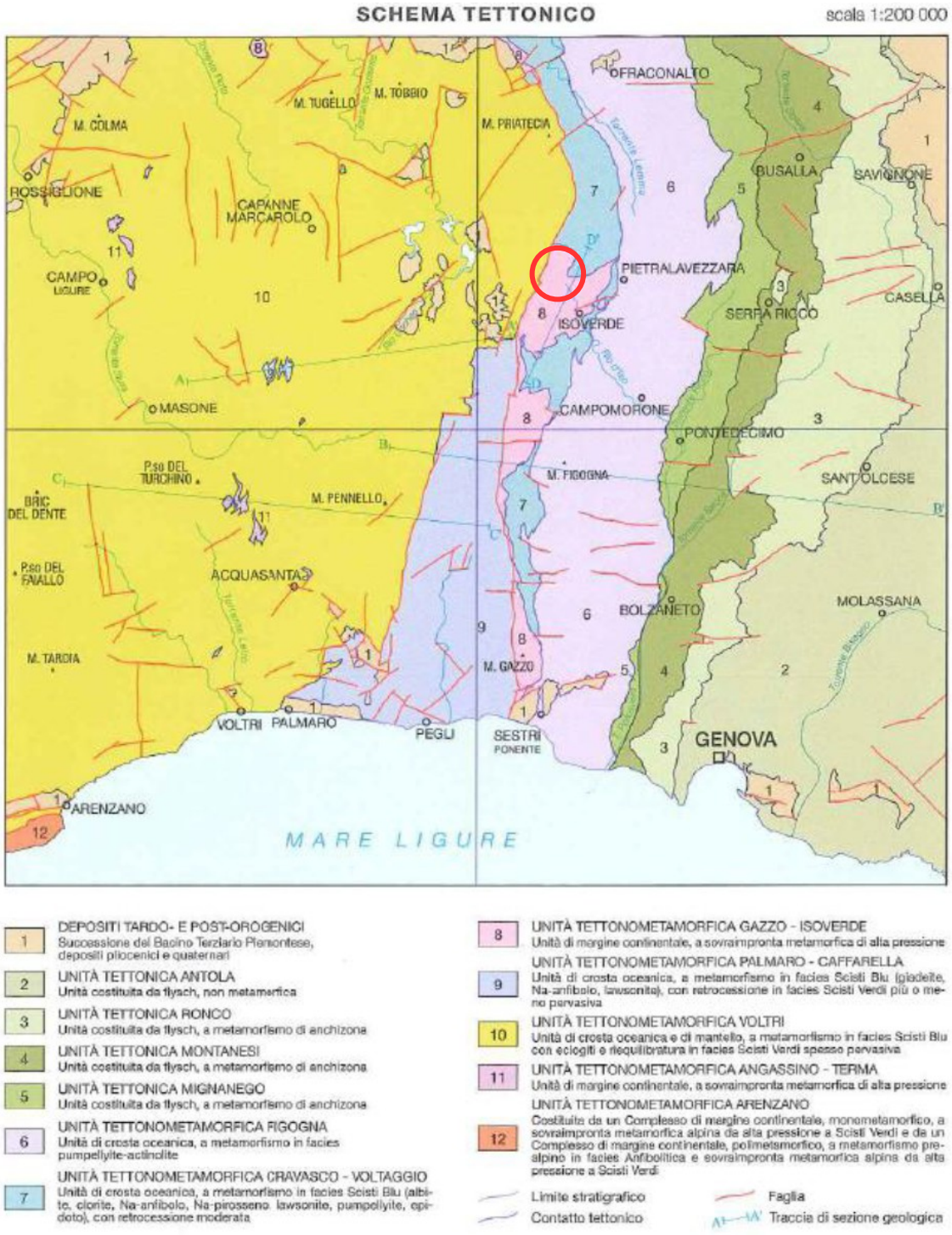
Area di cava



INQUADRAMENTO TERRITORIALE – SCALA 1:10000

LEGENDA

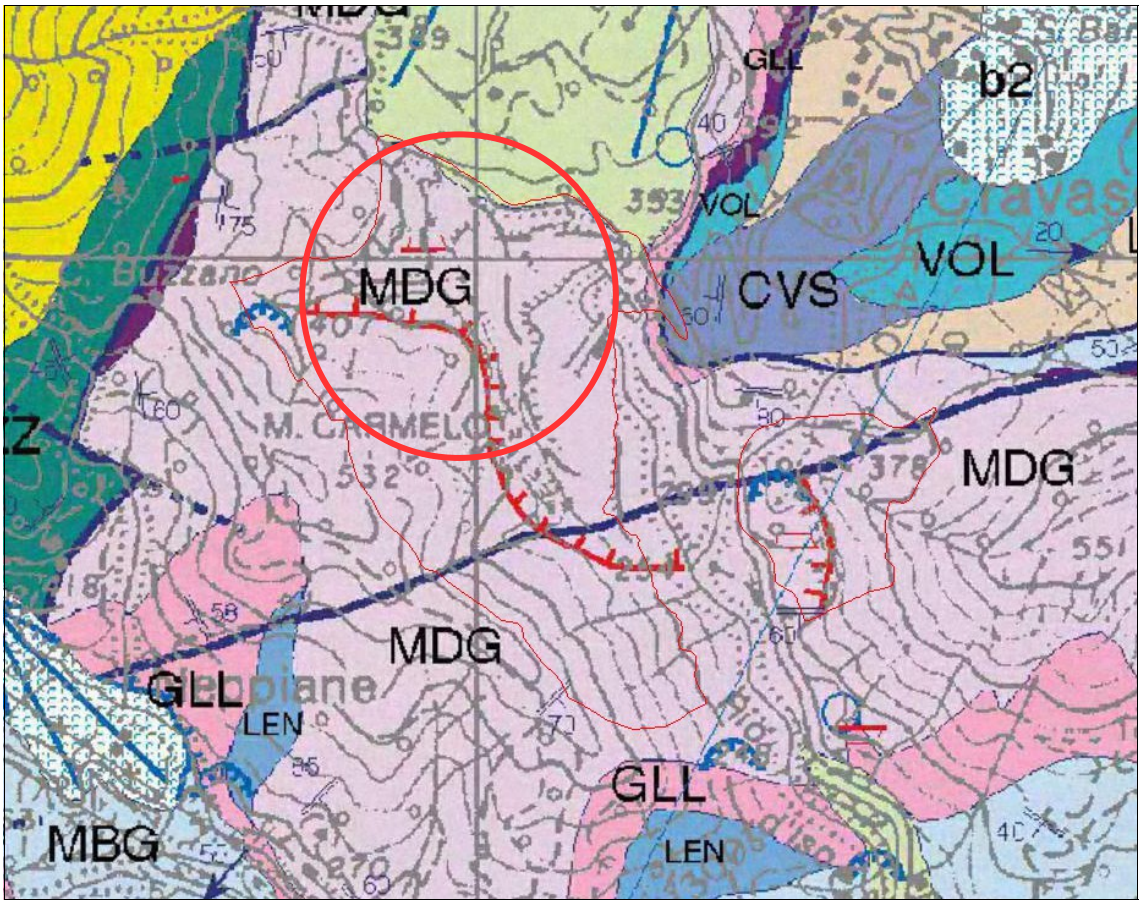
Area di cava



SCHEMA TETTONICO GENERALE

LEGENDA

Area di cava

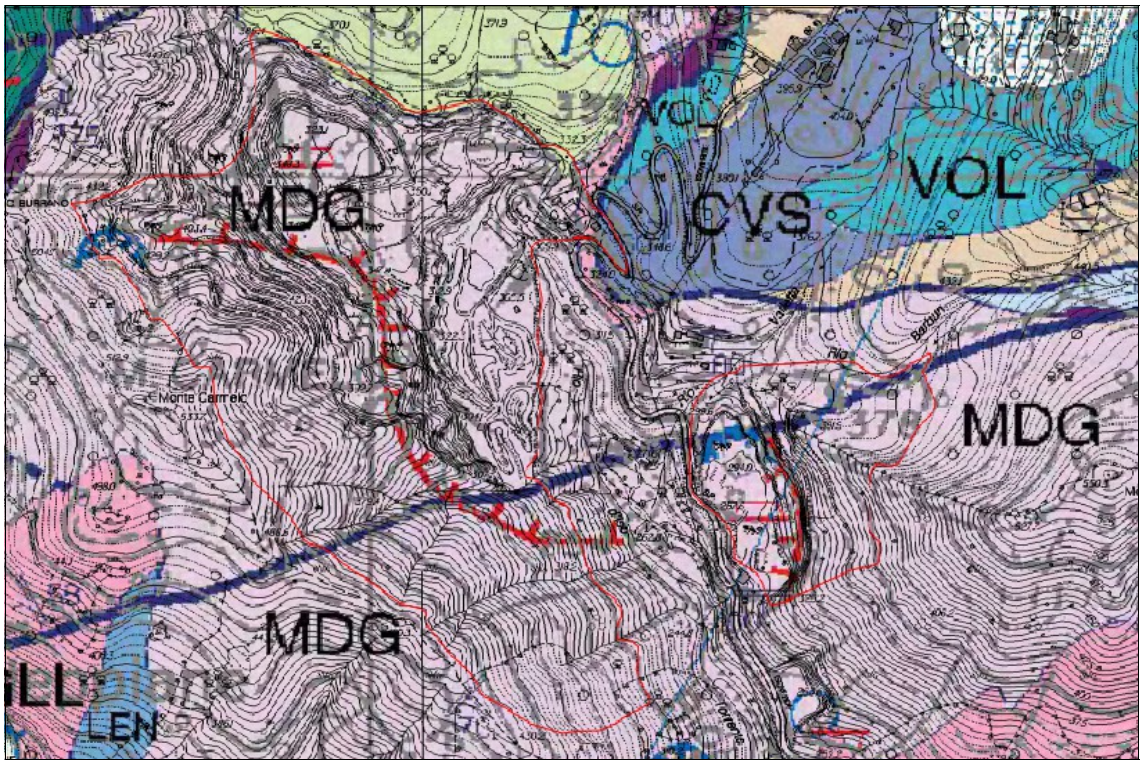


CARTA GEOLOGICA GENERALE – DA CARG 1:25000

LEGENDA

Area di cava

b – detrito
LRV – Scisti filladici del Monte Larvego
VOL – Calcari di Voltaggio
CVS – Metabasalti di Cravasco
MBG – Meta Argilliti di Bessega
LEN – Calcari di Lencisa
GLL – Calcari di Gallaneto
MDG – Dolomie del Monte Gazzo
BZZ – Metagabbri eclogitici di Case Buzzano
SNV – Serpentinoscisti antigoritici del Bric del Dente

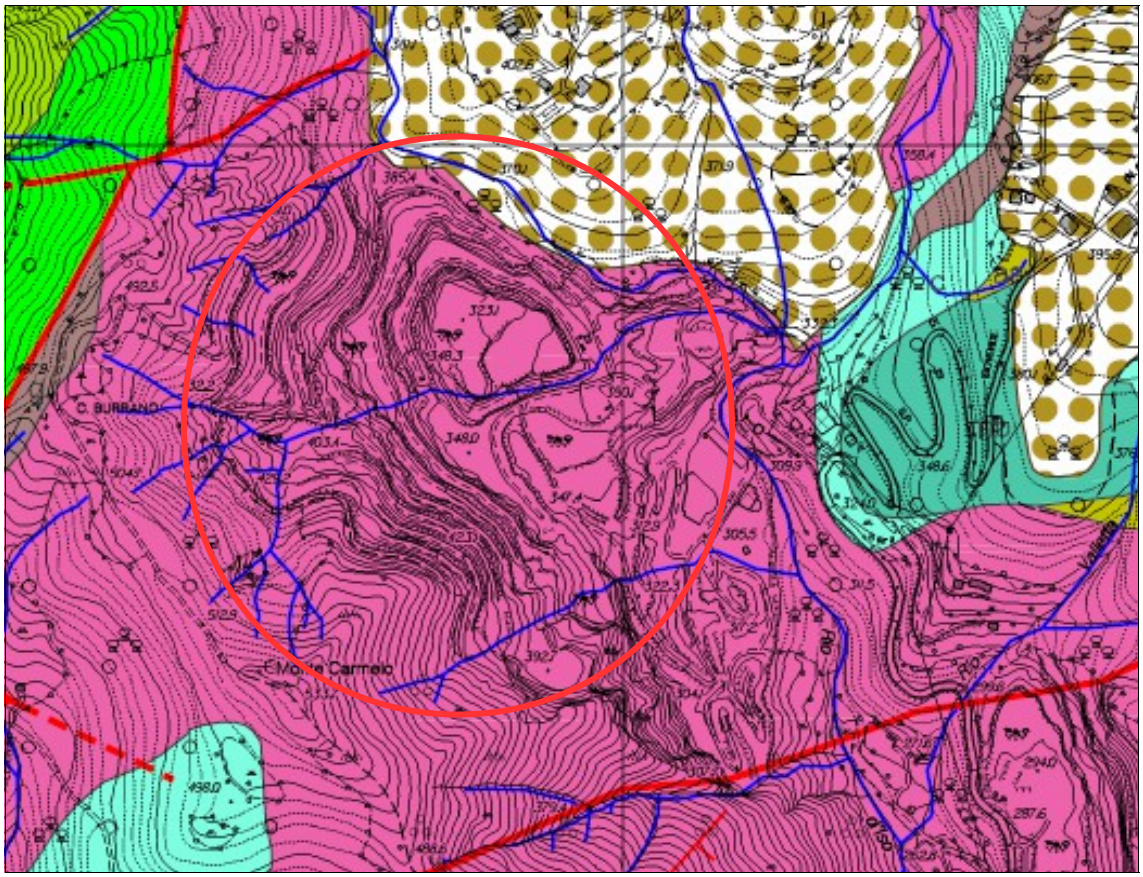


DETTAGLIO DELLA CARTA GEOLOGICA GENERALE SOVRAPPOSTA AL CTR– DA CARG 1:25000

LEGENDA

Area di cava dal piano cave

b – detrito
LRV – Scisti filladici del Monte Larvego
VOL – Calcari di Voltaggio
CVS – Metabasalti di Cravasco
MBG – Meta Argilliti di Bessega
LEN – Calcari di Lencisa
GLL – Calcari di Gallaneto
MDG – Dolomie del Monte Gazzo



CARTA GEOLOGICA DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava

(dt2) Coperture detritiche superiori a 3 metri grossolane

mb Metabasiti

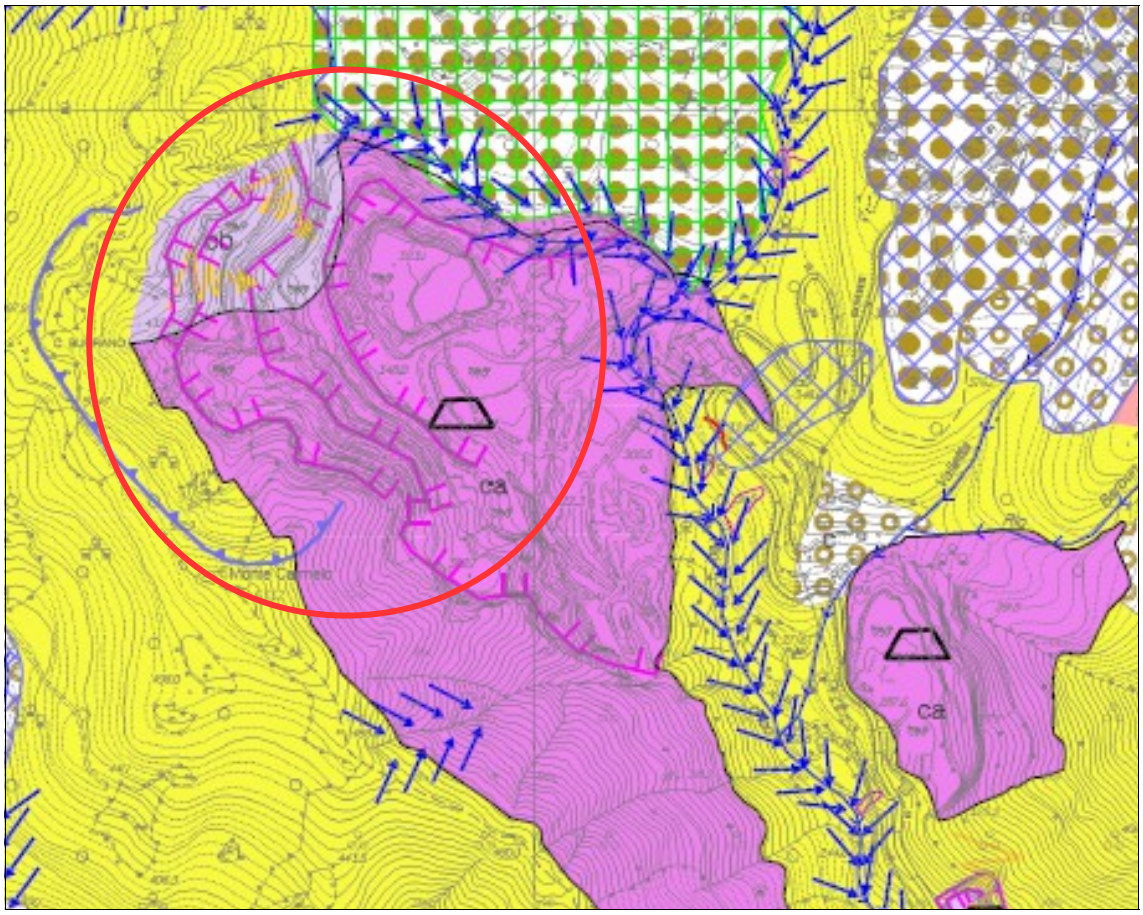
mg Metagabbri

sr Serpentiniti

d Diaspri

c Calcari

g Gessi



CARTA GEOMORFOLOGICA DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava

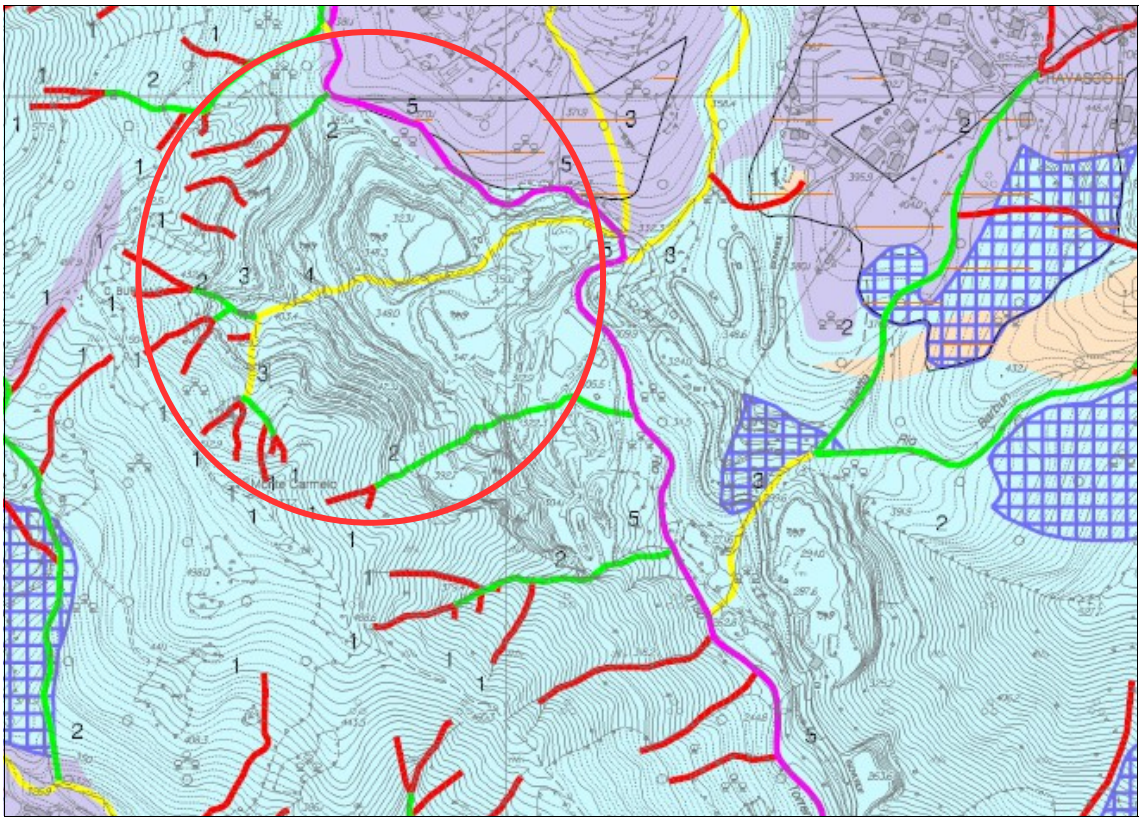
Rs — In buone condizioni di conservazione e/o disposizione sfavorevole delle strutture rispetto al pendio

Cave attive

Cave abbandonate

(dt2) Coperture detritiche superiori a 3 metri grossolane

(c) Coperture detritiche e depositi eluvio colluviali da 1 a 3 metri



CARTA IDROGEOLOGICA DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava

pp — Terreni permeabili per porosita'

pf — Terreni permeabili per fessurazione e/o fratturazione

sp — Terreni semipermeabili

im — Terreni impermeabili

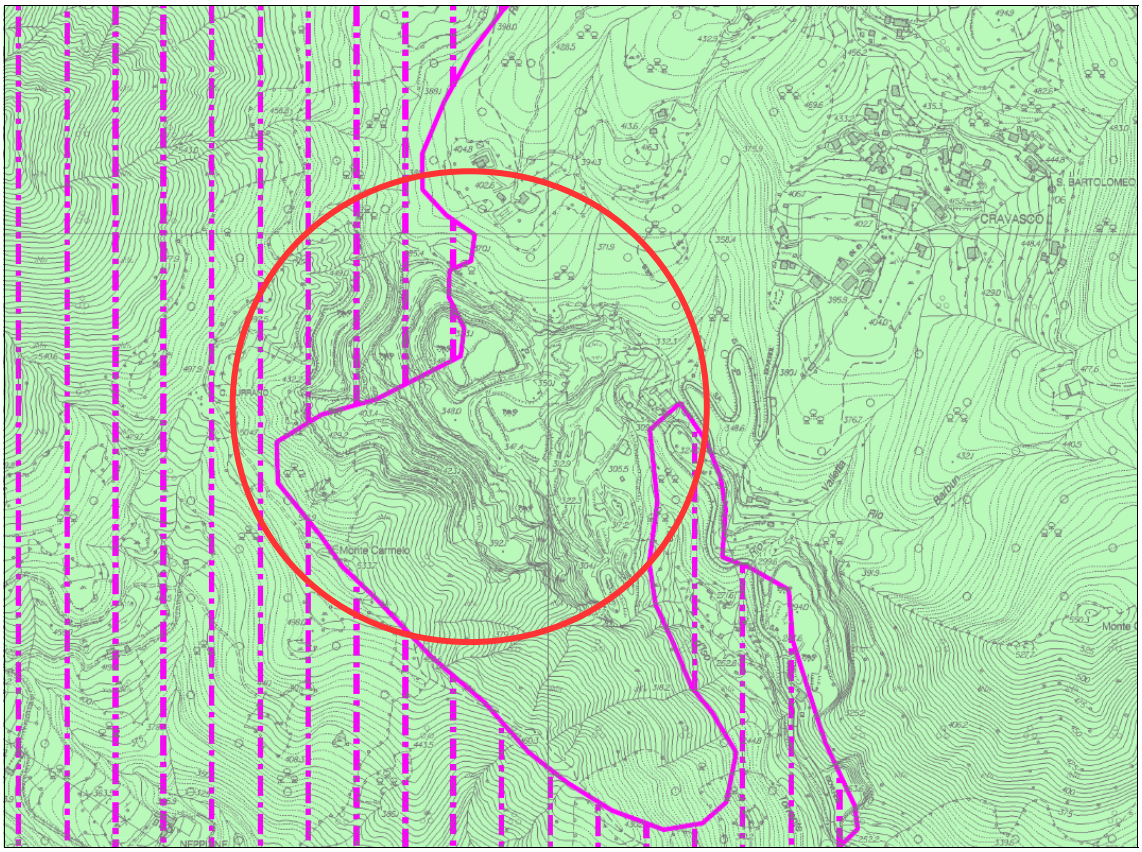
Coltri detritiche sottili (inf. ai 3 metri) permeabili per porosita' con substrato relativo

Urbanizzato continuo impermeabile con substrato relativo

Zone di impregnazione sartumosa

Reticolo idrografico gerarchizzato secondo Strahler

1 2 3 4 5 6 7



CARTA DEI VINCOLI DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava

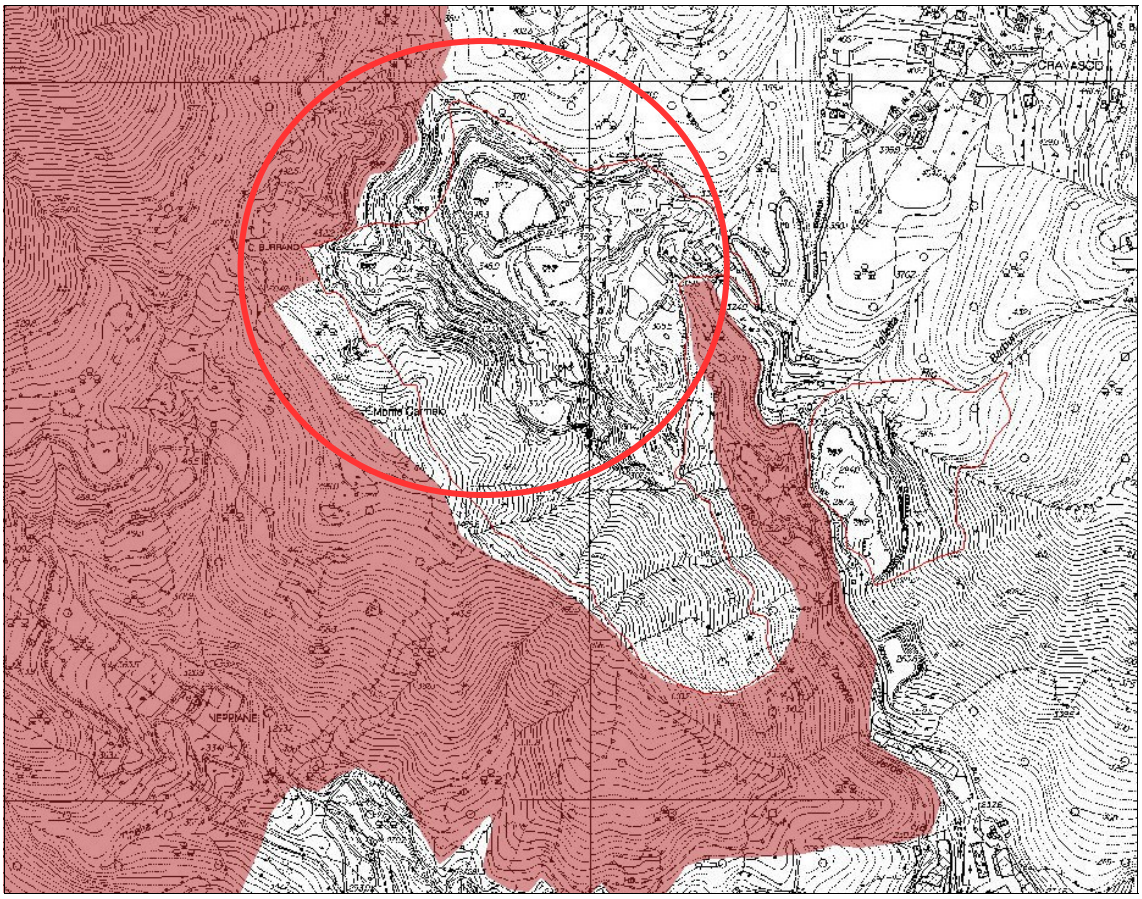
aree sottoposte a vincolo idrogeologico

aree classificate "abitati da consolidare" (L. 64/1974)

siti di interesse comunitario pSIC (D.G.R. 646/2001)

parchi naturali regionali

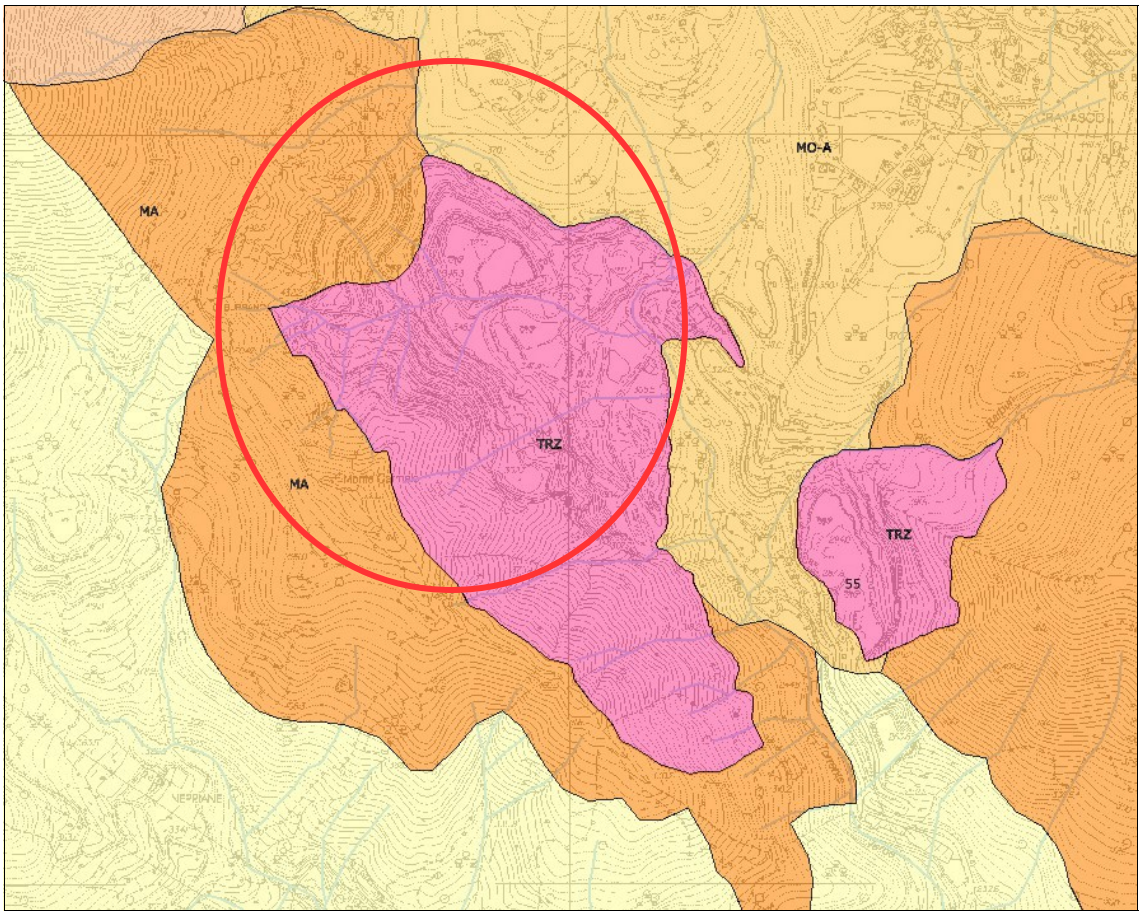
limite di bacino



CARTOGRAFIA DELLE AREE SOGGETTE A S.I.C. – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di cava



PTCP ASSETTO GEOMORFOLOGICO – DA GEOPORTALE

LEGENDA

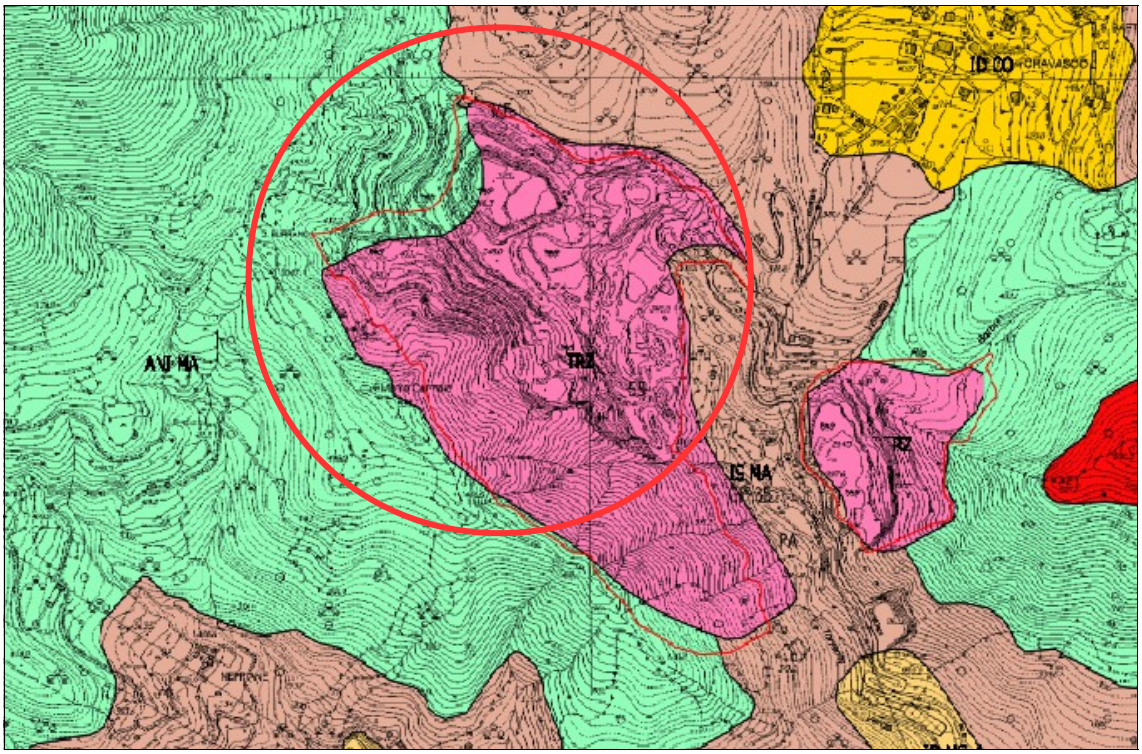
Area di cava

MA - Mantenimento

CO – Consolidamento

MO-A – Modificabilità di tipo A

TRZ - trasformazione



PTCP ASSETTO INSEDIATIVO – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di cava

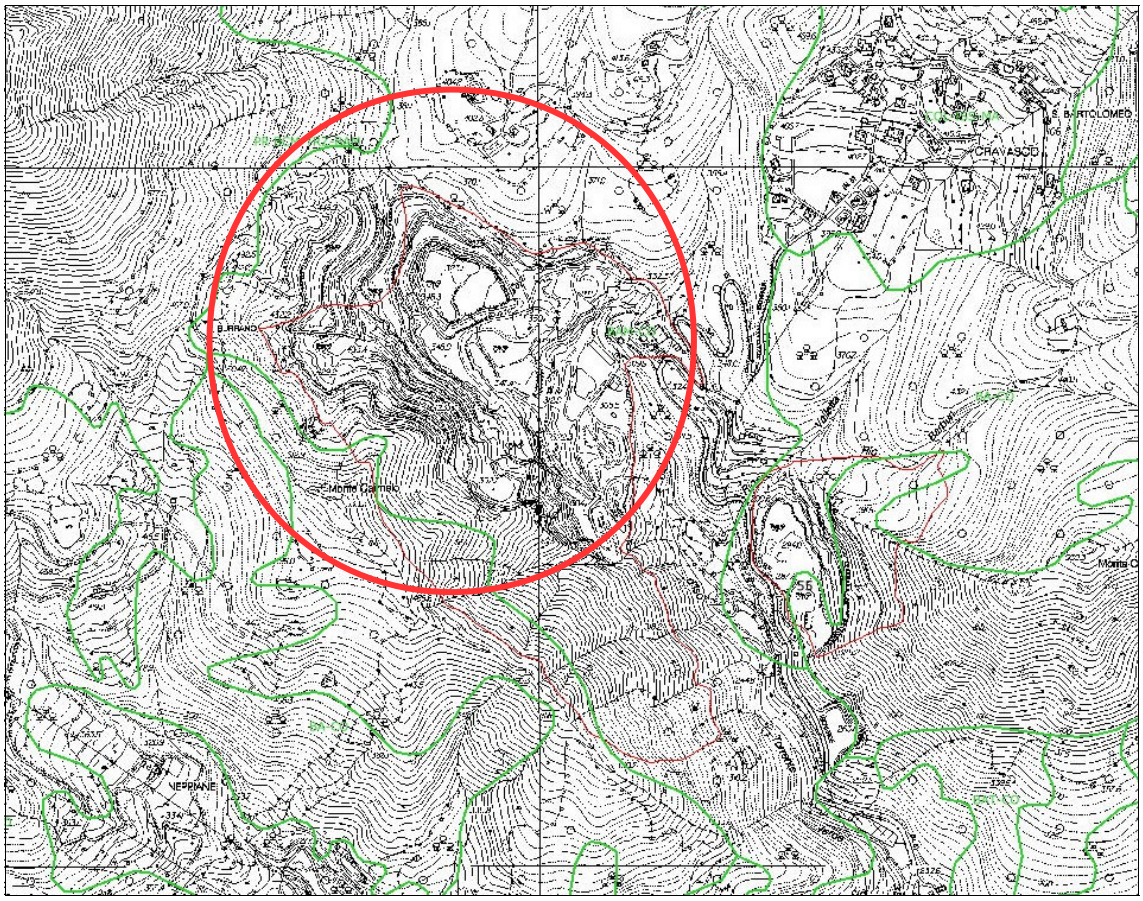
ID-CO – Insediamenti diffusi - Consolidamento

ID-MO-A – Insediamenti diffusi - Modificabilità di tipo A

IS-MA - Insediamenti sparsi - Mantenimento

ANI-MA – Aree non insediative - Mantenimento

TRZ - Trasformabilità

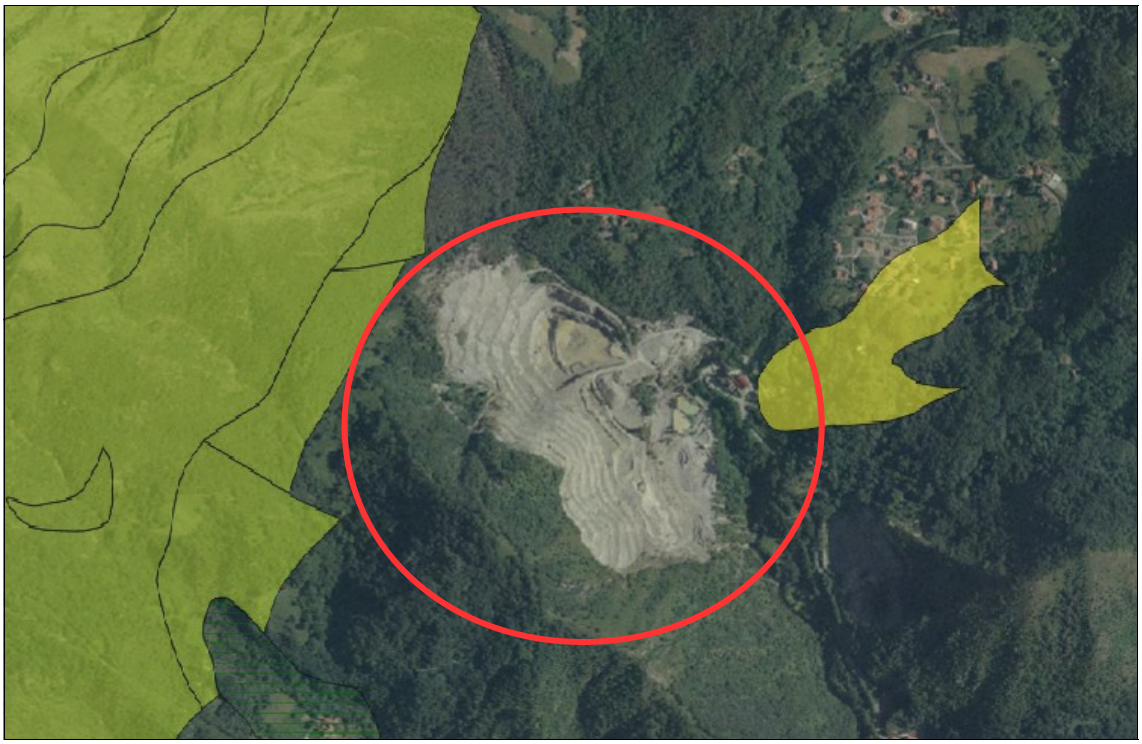


PTCP ASSETTO VEGETAZIONALE – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di cava

BAM-CO - Boschi di angiosperme mesofile - Consolidamento

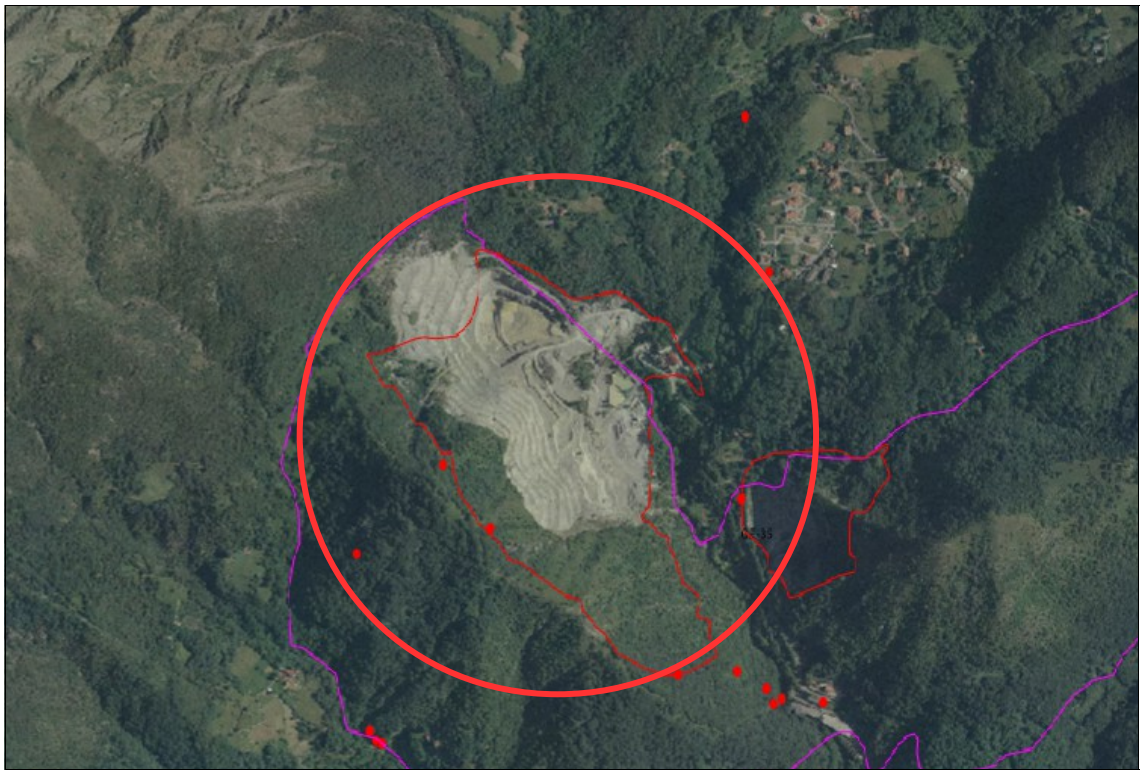


AFFIORAMENTI DI ROCCE VERDI – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di cava

Rocce verdi



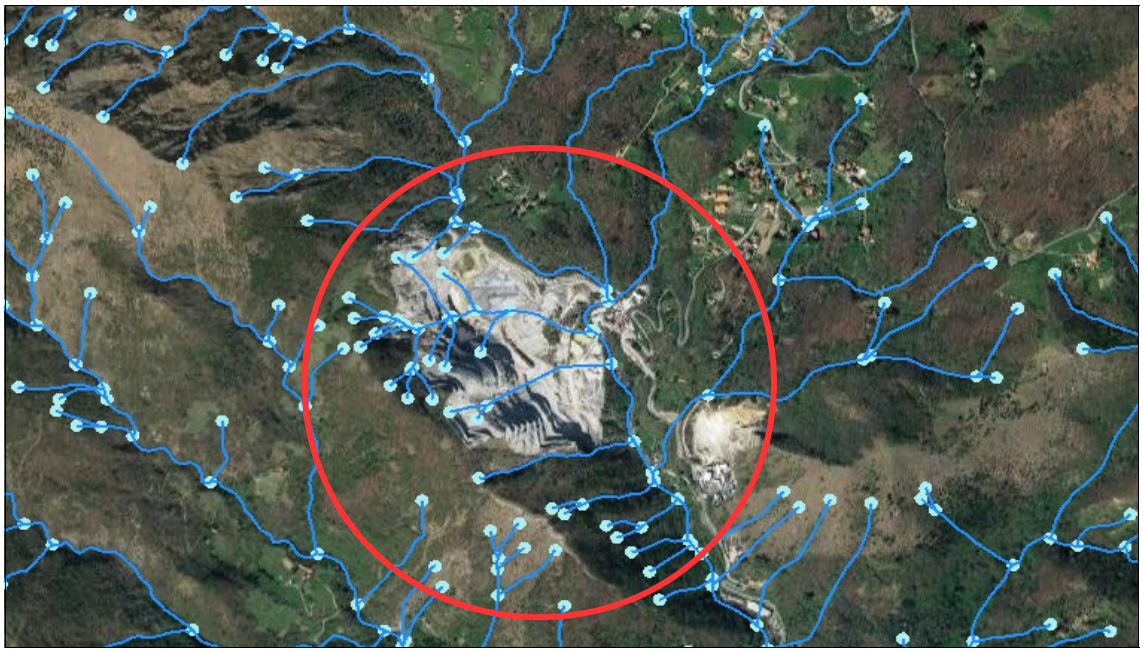
UBICAZIONE CAVITÀ CARSICHE – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di cava

Grotte

Aree carsiche



RETICOLO IDROGRAFICO – DA GEOPORTALE

LEGENDA

Area di cava

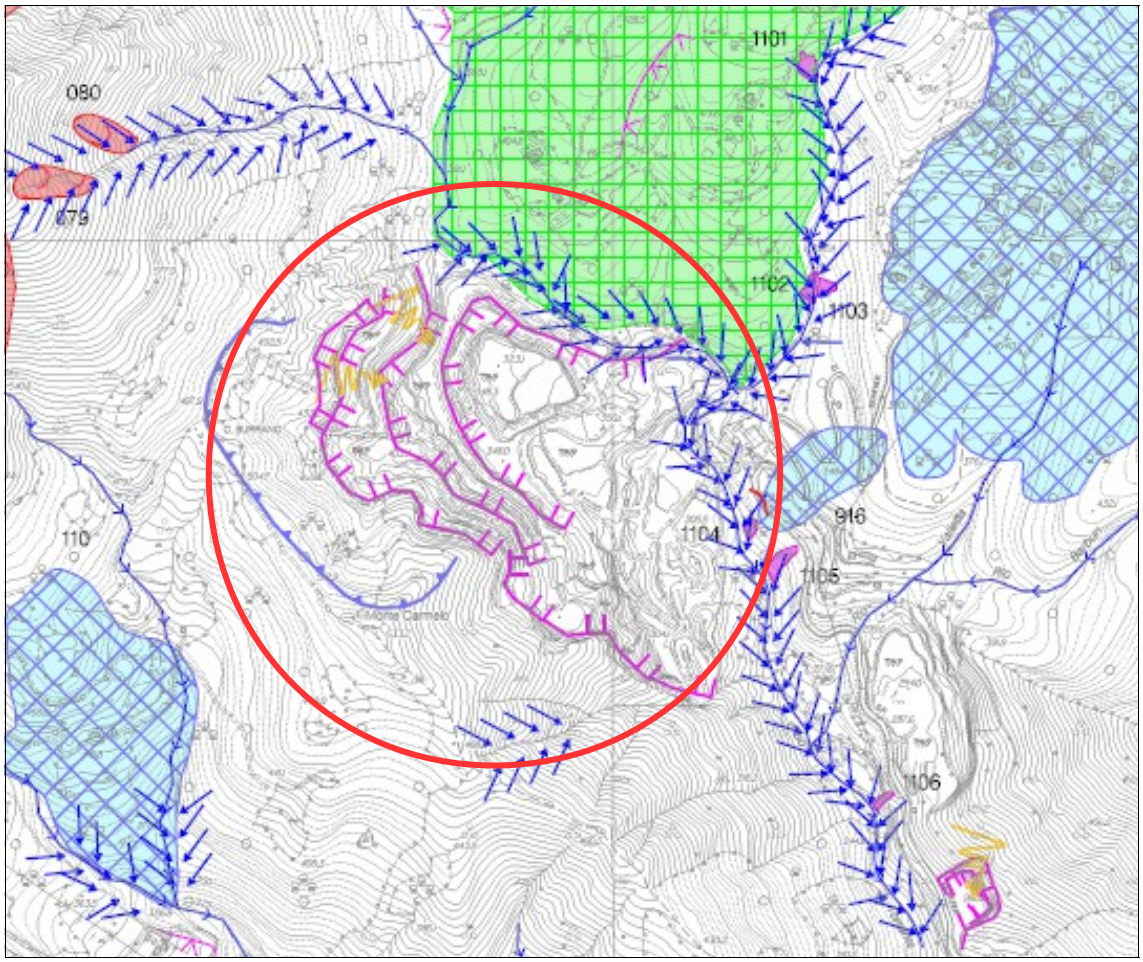
Reticolo idrografico



RETICOLO IDROGRAFICO DI DETTAGLIO – DA GEOPORTALE

LEGENDA

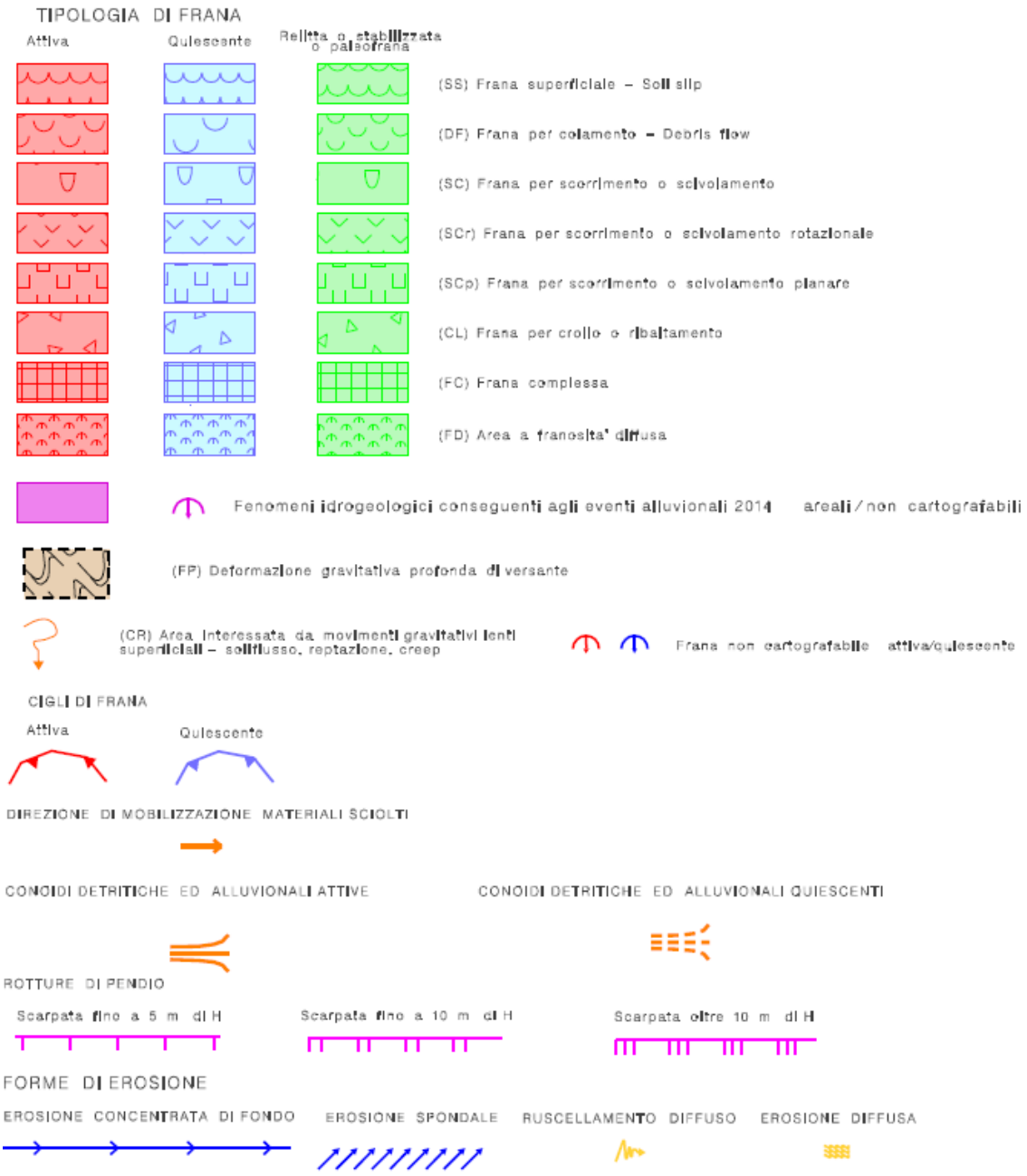
Reticolo idrografico

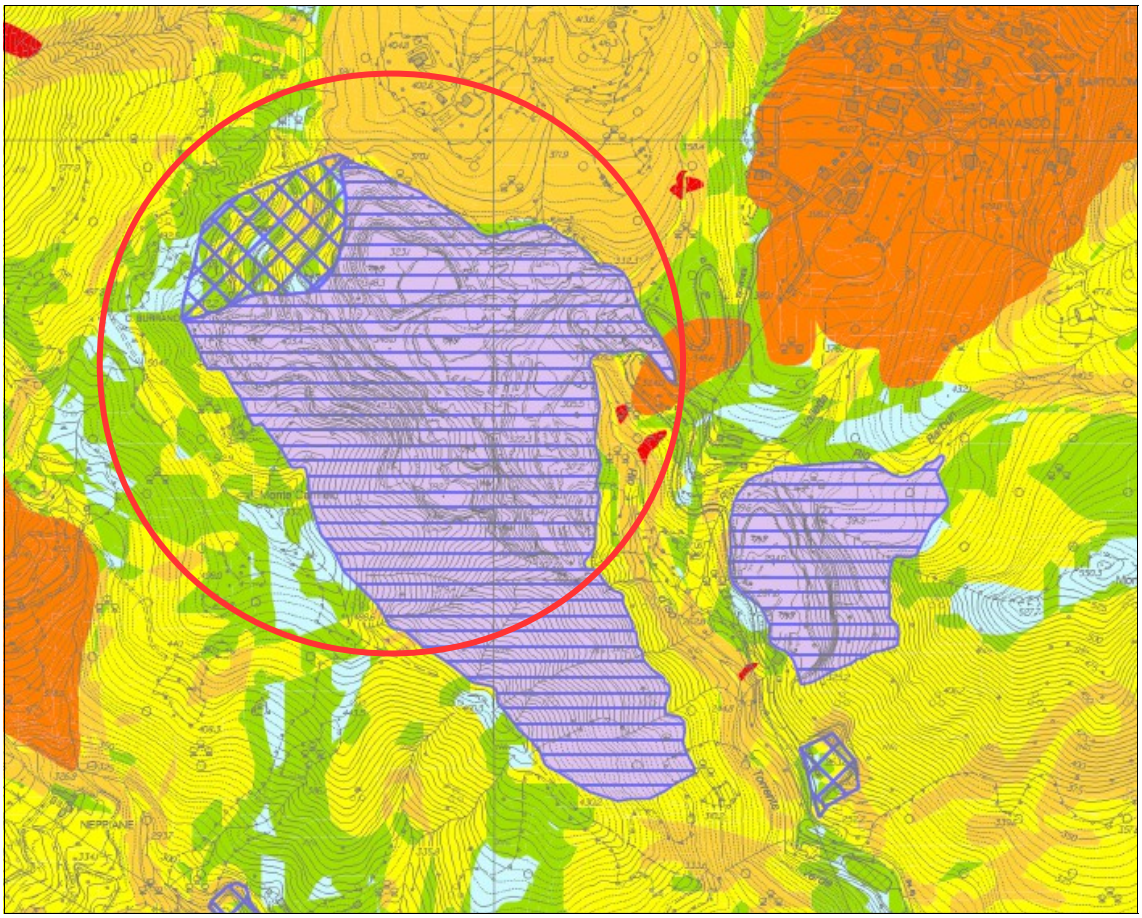


CARTA DELLA FRANOSITÀ REALE DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava


TIPOLOGIA DI FRANA
Attiva
Quiescente
Relitta o stabilizzata o paleofrana
(SS) Frana superficiale – Soil slip
(DF) Frana per colamento – Debris flow
(SC) Frana per scorrimento o scivolamento
(SCr) Frana per scorrimento o scivolamento rotazionale
(SCp) Frana per scorrimento o scivolamento planare
(CL) Frana per crollo o ribaltamento
(FC) Frana complessa
(FD) Area a franosita' diffusa
Fenomeni idrogeologici conseguenti agli eventi alluvionali 2014 areali / non cartografabili
(FP) Deformazione gravitativa profonda di versante
(CR) Area interessata da movimenti gravitativi lenti superficiali – soliflusso, reptazione, creep
Frana non cartografabile attiva/quiescente
CIGLI DI FRANA
Attiva
Quiescente
DIREZIONE DI MOBILIZZAZIONE MATERIALI SCIOLTI
CONOIDI DETRITICHE ED ALLUVIONALI ATTIVE
CONOIDI DETRITICHE ED ALLUVIONALI QUIESCENTI
ROTTURE DI PENDIO
Scarpata fino a 5 m di H
Scarpata fino a 10 m di H
Scarpata oltre 10 m di H
FORME DI EROSIONE
EROSIONE CONCENTRATA DI FONDO
EROSIONE SPONDALE
RUSCELLAMENTO DIFFUSO
EROSIONE DIFFUSA



SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava

CLASSI SPECIALI

TIPO A – Cave attive, minie discariche in esercizio

TIPO B_1 – Cave inattive e miniere abbandonate

TIPO B_2 – Discariche dismesse e riporti antropici

MOLTO ELEVATA

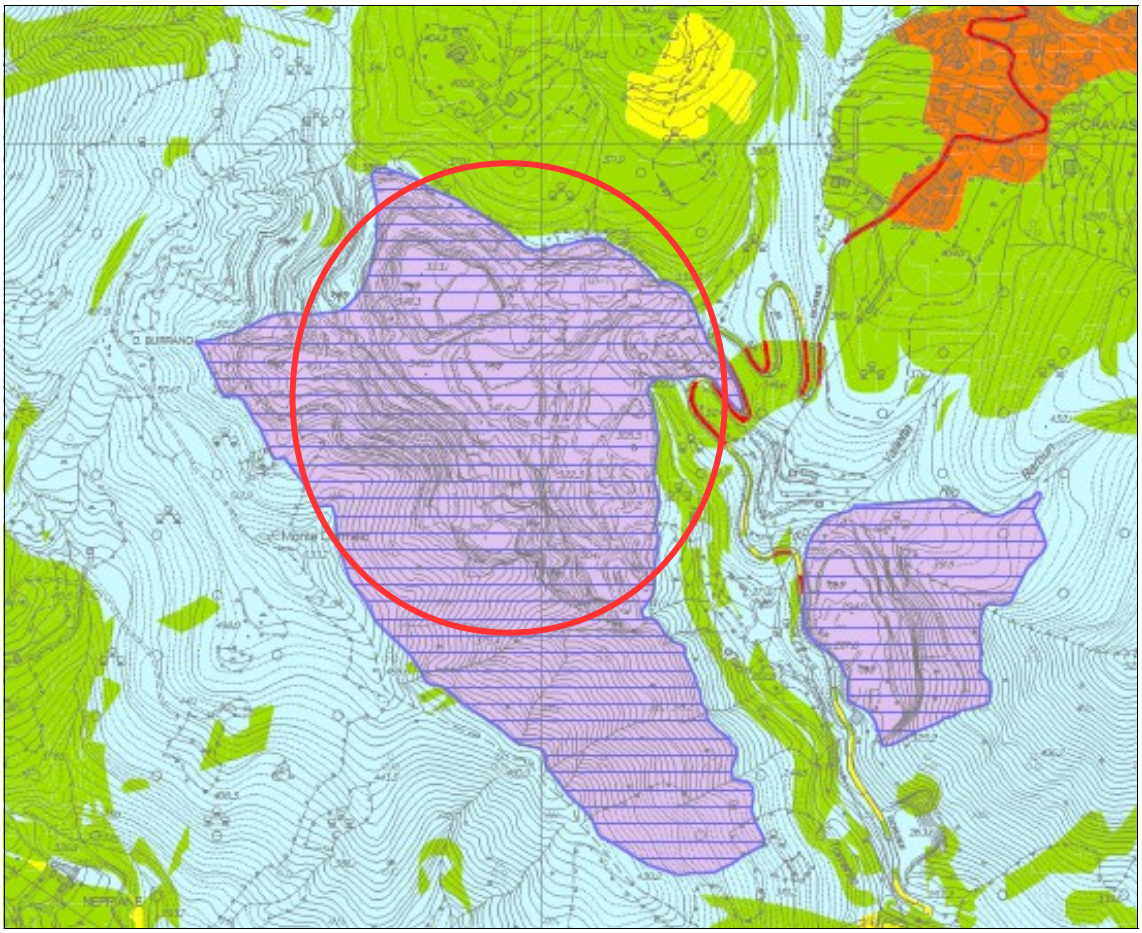
ELEVATA

ELEVATA

MEDIA

BASSA

MOLTO BASSA



RISCHIO GEOLOGICO DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

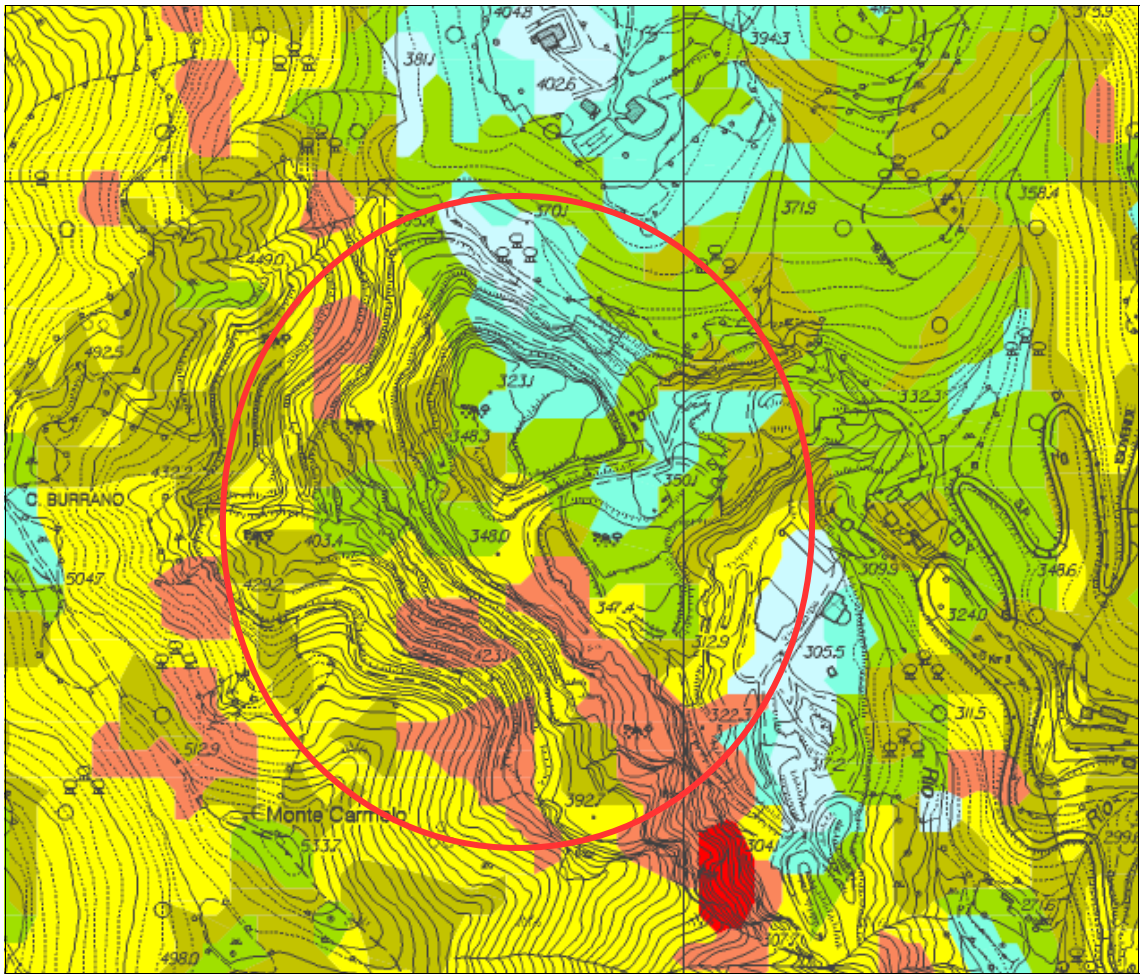
Area di cava

CLASSI DI RISCHIO GEOLOGICO

	RISCHIO MOLTO ELEVATO	R4
	RISCHIO ELEVATO	R3
	RISCHIO MEDIO	R2
	RISCHIO MODERATO	R1
	RISCHIO LIEVE O TRASCURABILE	R0

CLASSI SPECIALI

CAVE ATTIVE, MINIERE ATTIVE E DISCARICHE IN ESERCIZIO



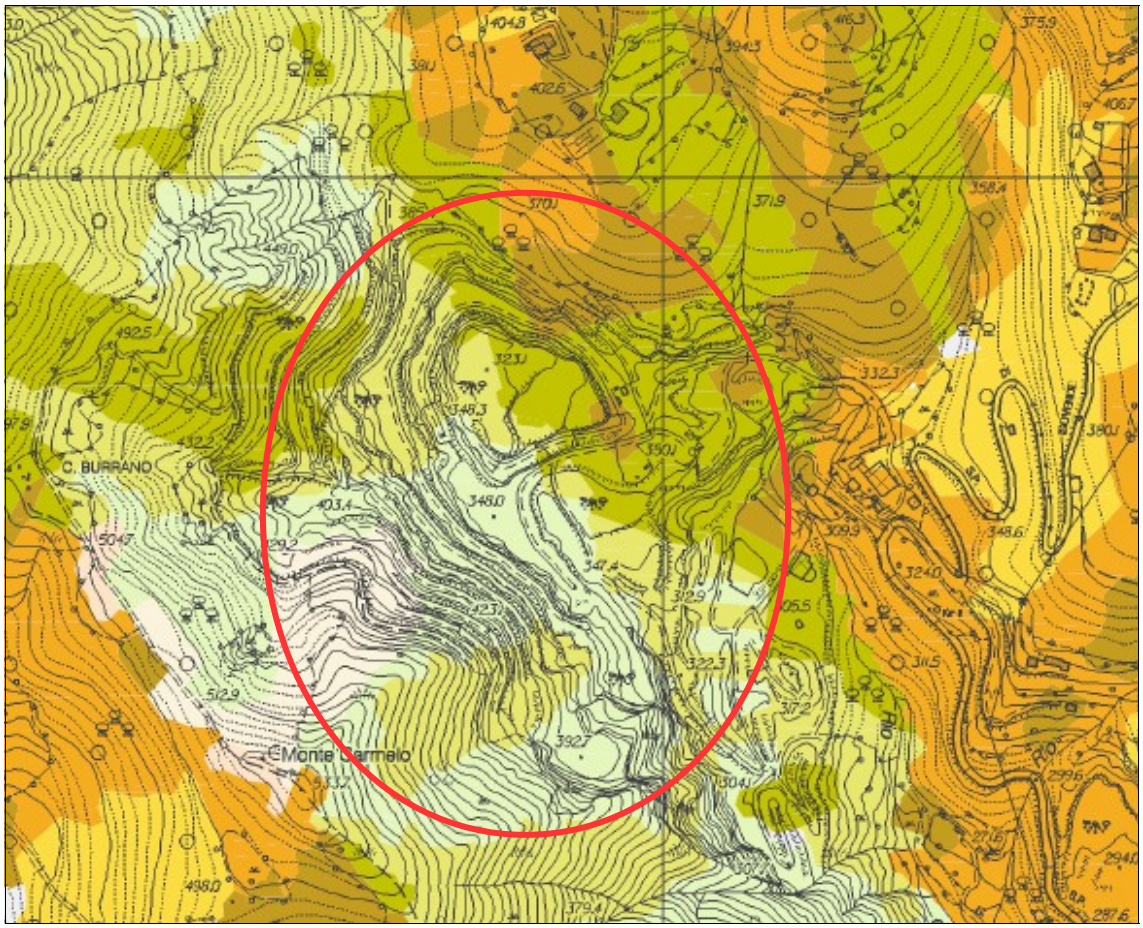
CARTA DELLE ACCLIVITÀ DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava

CLASSI DI ACCLIVITA'

classe 1	0% – 10%
classe 2	10% – 20%
classe 3	20% – 35%
classe 4	35% – 50%
classe 5	50% – 75%
classe 6	75% – 100%
classe 7	> 100%



CARTA DELL'ESPOSIZIONE DEI VERSANTI DEL PIANO DI BACINO TORRENTE POLCEVERA

LEGENDA

Area di cava

CLASSI DI ESPOSIZIONE DEI VERSANTI

	NORD	337,5° - 22,5°
	NORD–EST	22,5° - 67,5°
	EST	67,5° - 112,5°
	SUD–EST	112,5° - 157,5°
	SUD	157,5° - 202,5°
	SUD–OVEST	202,5° - 247,5°
	OVEST	247,5° - 292,5°
	NORD–OVEST	292,5 - 337,5°
	ZENITALE	

INDICE

1 PREMESSA 2
2 INDAGINI GEOGNOSTICHE 3
2.1 Stendimenti Sismici M.A.S.W. 4
2.2 Indagini Sismiche Passive H.V.S.R. 5
3 RISULTATI STENDIMENTI SISMICI M.A.S.W. 7
3.1 Rappresentazione Ed Interpretazione Dei Dati Sismici 7
4 RISULTATI INDAGINI SISMICHE PASSIVE H.V.S.R. 18
5 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE 22
6 ALLEGATI 24

1 PREMESSA

Nella presente relazione vengono illustrati i dati raccolti nel corso di una specifica campagna di indagini geofisiche eseguita in data 18 settembre 2018, presso il sito denominato D.P. 02 ubicato in località Isoverde (fig. 1).

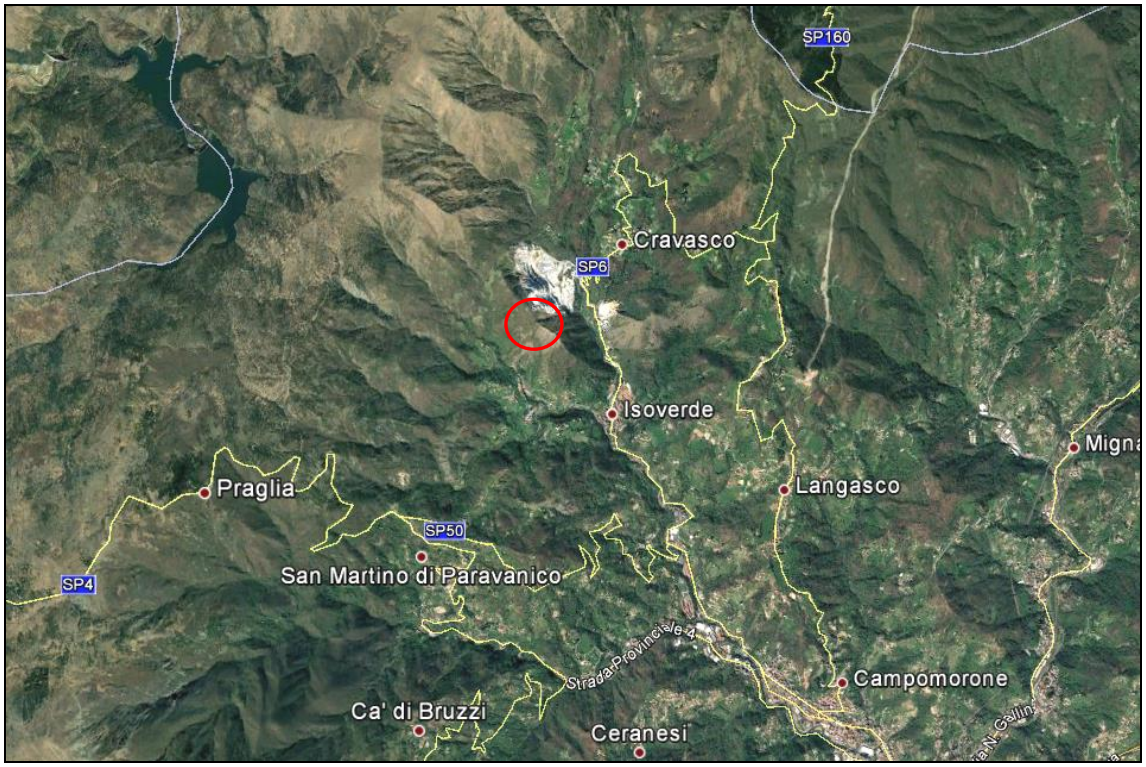


Figura 1: Foto aerea con ubicazione area in esame (Google Earth).

Finalità dell'indagine, eseguita attraverso stendimenti geofisici M.A.S.W. e misurazioni sismiche passive H.V.S.R., è stata nello specifico una caratterizzazione sismica dell'area in esame, a supporto della progettazione dei lavori di conferimento di materiali di risulta da escavazioni inerenti alla costruzione della Linea Alta Velocità Milano-Genova.

2 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Il programma di indagine ha comportato le seguenti operazioni:

- n.4 stendimenti sismici M.A.S.W. dei quali n.2 della lunghezza di 48.0 metri (L1 ed L2) eseguiti in corrispondenza del primo gradone roccioso esterno al “bacino” attualmente adibito allo stoccaggio del terreno di risulta e n.2 della lunghezza di 55.0 metri (L3 ed L4) in corrispondenza del “bacino” di stoccaggio;
- n.4 rilevazioni puntuali mediante tromometro digitale del microtremore sismico ambientale (TR1, TR2, TR3 e TR4) eseguiti rispettivamente in corrispondenza del punto medio di ciascuno degli stendimenti sismici M.A.S.W..



Figura 2: Foto aerea con ubicazione punti di indagine.

Di seguito si illustrano i dettagli e le modalità esecutive delle indagini; in allegato è riportata la relativa documentazione fotografica unitamente alla planimetria di riferimento.

2.1 Stendimenti Sismici M.A.S.W.

L'acquisizione di campagna è stata condotta con sismografo PASI modello Gea 24 con possibilità di stack degli impulsi sismici, filtraggio digitale programmabile (per la riduzione dei rumori) e guadagno automatico del segnale (in ampiezza), geofoni verticali e orizzontali da 4.5 Hz spaziati di 4m (L1 ed L2) e 5m (L3 ed L4) con offset a 4m (L1 ed L2) e 5m (L3 ed L4) di distanza dal primo geofono, l'energizzazione è avvenuta tramite mazza del peso di 10 Kg.

Per avere un'approfondita Analisi Multicanale delle Onde di Superficie (M.A.S.W.), i dataset sono stati ottenuti mediante le seguenti modalità di acquisizione:

- Dataset Onde Rayleigh componente verticale (ZVF)
  - 12 geofoni verticali da 4.5 Hz;
  - Energizzazione verticale su piastra quadrata in alluminio.

L'elaborazione è stata eseguita tramite il software WinMASW 3C 7.2 beta e nell'analisi sono stati scelti i dataset migliori acquisiti scegliendo i più rappresentativi per le Onde di Rayleigh (ZVF).

Una volta individuati sono stati determinati gli spettri di velocità per ogni dataset ed è stata effettuata una modellazione congiunta, utilizzando nella stessa anche i dati H/V elaborati a seguito dell'acquisizione sismica passiva mediante tromometro digitale.

2.2 Indagini Sismiche Passive H.V.S.R.

Si tratta di una metodologia sismica passiva, finalizzata alla determinazione dei valori di frequenza caratteristica del sito e del suolo al fine di verificare che non vi siano eventuali effetti di doppia risonanza, che potrebbero inficiare sulla stabilità delle strutture. Nel contempo la misurazione effettuata sul terreno ha permesso di verificare la presenza di eventuali orizzonti rifrattori più profondi rispetto alla massima profondità indagata con la sismica attiva ed è stata utilizzata, come precedentemente descritto, per un'elaborazione congiunta con i dati acquisiti per mezzo degli stendimenti M.A.S.W..

Le misurazioni sono state eseguite mediante l'utilizzo di un tromometro digitale della ditta Micromed S.r.l., modello "Tromino Zero" e i dati rielaborati tramite il programma "**TROMINO**® Grilla", le caratteristiche tecniche dello strumento sono di seguito riportate.

Numero di canali	3+1 analogici
Amplificatori	tutti canali con input differenziali
Rumore	< 0.5 μV r.m.s. @128 Hz sampling
Impedenza dell'input	10^6 Ohm
Range di frequenze	DC - 360 Hz
Frequenza di campionamento	16384 Hz per canale
Frequenze di sovracampionamento	32x, 64x, 128x
Conversione A/D	equivalente a 24 bit
Massimo input analogico	51.2 mV (781 nV/digit)
Connessioni	porta USB, tipo B
Registrazione dati	memoria interna, standard 512 Mb, opzionale fino a 2 Gb
Dimensione e peso	10 x 14 x 7.7 (altezza) cm 1.1 kg contenitore di alluminio
Accoppiamento col terreno	su punte e cuscinetto reologico
Condizioni operative	temperatura - 10 / +70°C umidità 0-90% senza condensa
Impermeabilità	indice di protezione IP = 65 (resistente alla polvere, resistente agli spruzzi)
Sensori	3 velocimetri elettrodinamici ortogonali ad alta risoluzione autobloccaggio quando non in acquisizione

Tale indagine geofisica si avvale della tecnica di Nakamura (1989) e sui rapporti spettrali H.V.S.R. (Horizzontal to Vertical Spectral Ratio); viene misurato il microtremore sismico ambientale (rumore

sismico) presente ovunque sulla superficie terrestre, è generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica oltre che, ovviamente, dall'attività dinamica terrestre. Per poter effettuare tale misurazione lo strumento racchiude tre velocimetri elettrodinamici ortogonali tra loro ad alta definizione con frequenza naturale di risonanza 1.0 Hz. I dati vengono registrati direttamente dalla strumentazione. Durante la misura si è orientata una delle componenti orizzontali parallelamente all'allineamento di ciascuno stendimento sismico M.A.S.W., per consentire una eventuale ripetizione e sovrapposizione delle registrazioni in tempi successivi.

Operativamente si è proceduto alla registrazione del rumore sismico sulle tre componenti per un intervallo di tempo di 20 minuti.

3 RISULTATI STENDIMENTI SISMICI M.A.S.W.

3.1 Rappresentazione Ed Interpretazione Dei Dati Sismici

Al fine di fornire i valori delle V_s, necessarie per la caratterizzazione sismica del sito, sono state realizzate n.4 stese sismiche denominate L1, L2, L3 ed L4 di lunghezza rispettivamente pari a 48m e con distanza intergeofonica pari a 4.0m per gli stendimenti L1 ed L2, di lunghezza pari a 55m e con distanza intergeofonica pari a 5.0m per gli stendimenti L3 ed L4. L'energizzazione del terreno (sorgente di energia), per la lettura dei tempi di arrivo delle onde Superficiali (Rayleigh), è stata ottenuta impiegando una mazza battente da 10 kg in senso verticale su di una piastra in alluminio aderente al suolo L'energizzazione è stata effettuata agli estremi gli stendimento ad una distanza di 4.0m per gli stendimenti L1 ed L2 di 5.0m per gli stendimenti L3 ed L4; l'energizzazione è stata eseguita più volte per garantire l'apprezzabilità dei segnali raccolti dal sistema di acquisizione dati. Si riportano di seguito i sismogrammi frutto della somma di ciascuna acquisizione, filtrati di eventuali disturbi di fondo, scelti per la modellazione (fig. 3, fig. 4, fig. 5, fig. 6):

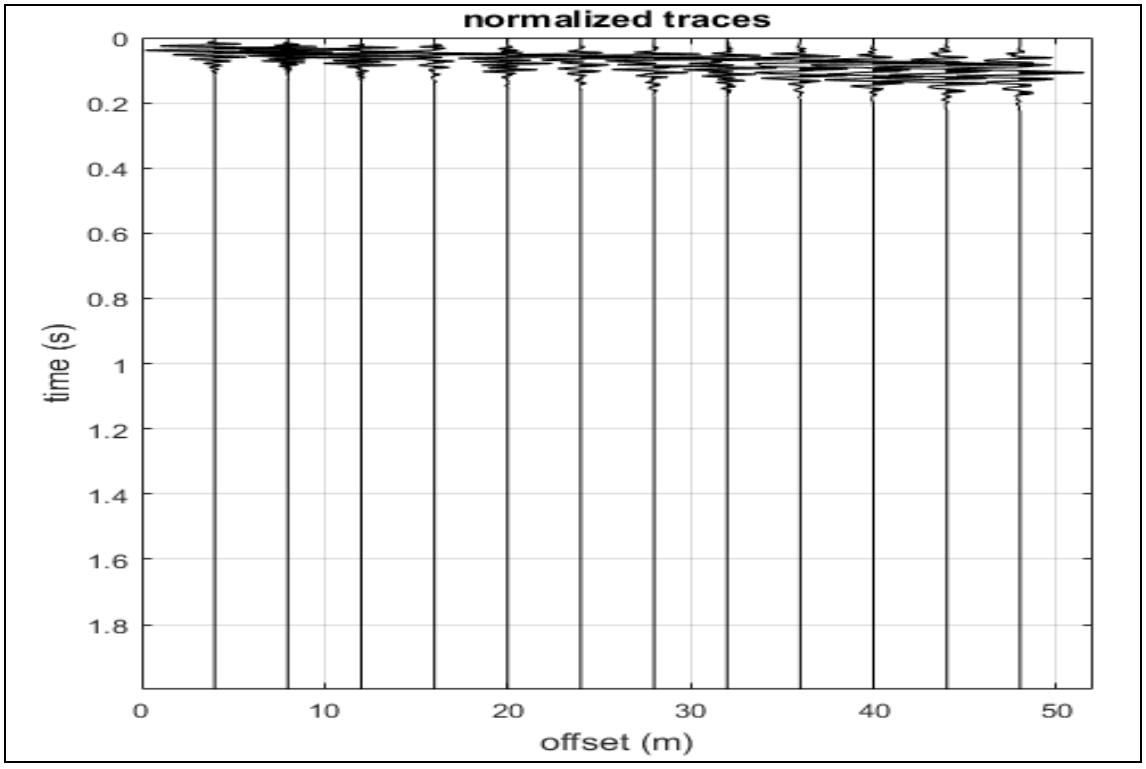


Figura 3: Sismogrammi e spettri di velocità ZVF (onde Rayleigh) e THF (onde Love) **base sismica L1**.

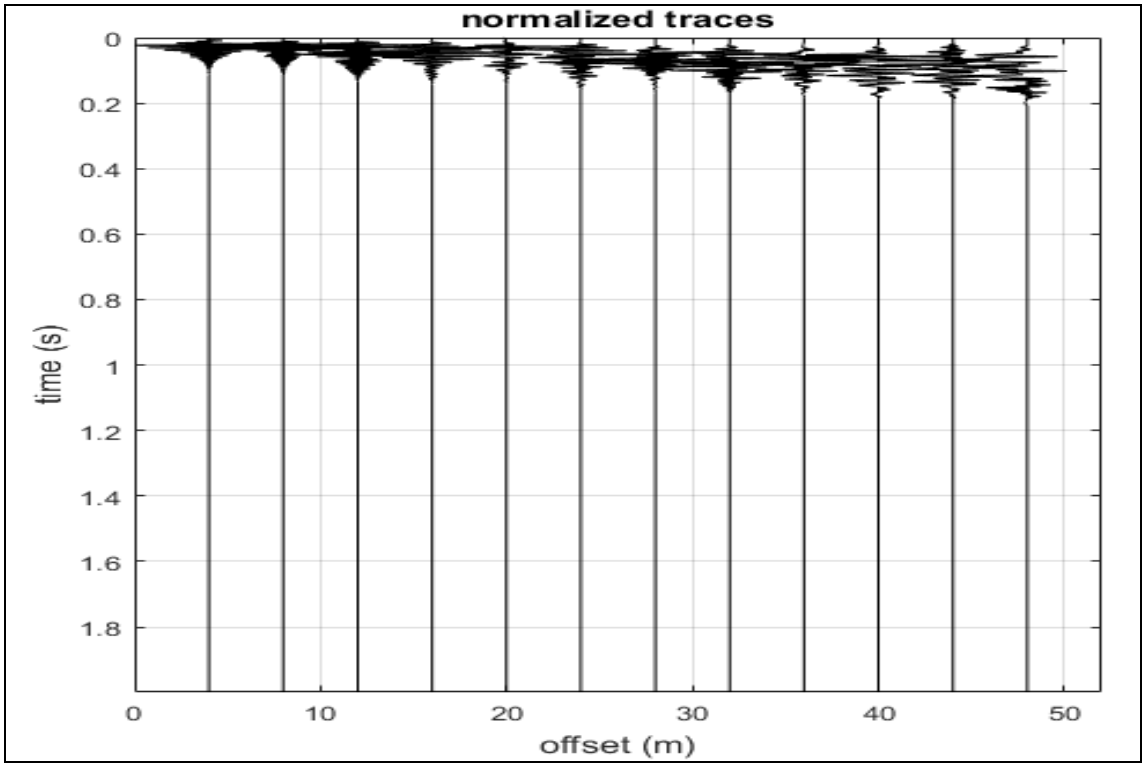


Figura 4: Sismogrammi e spettri di velocità ZVF (onde Rayleigh) e THF (onde Love) **base sismica L2**.

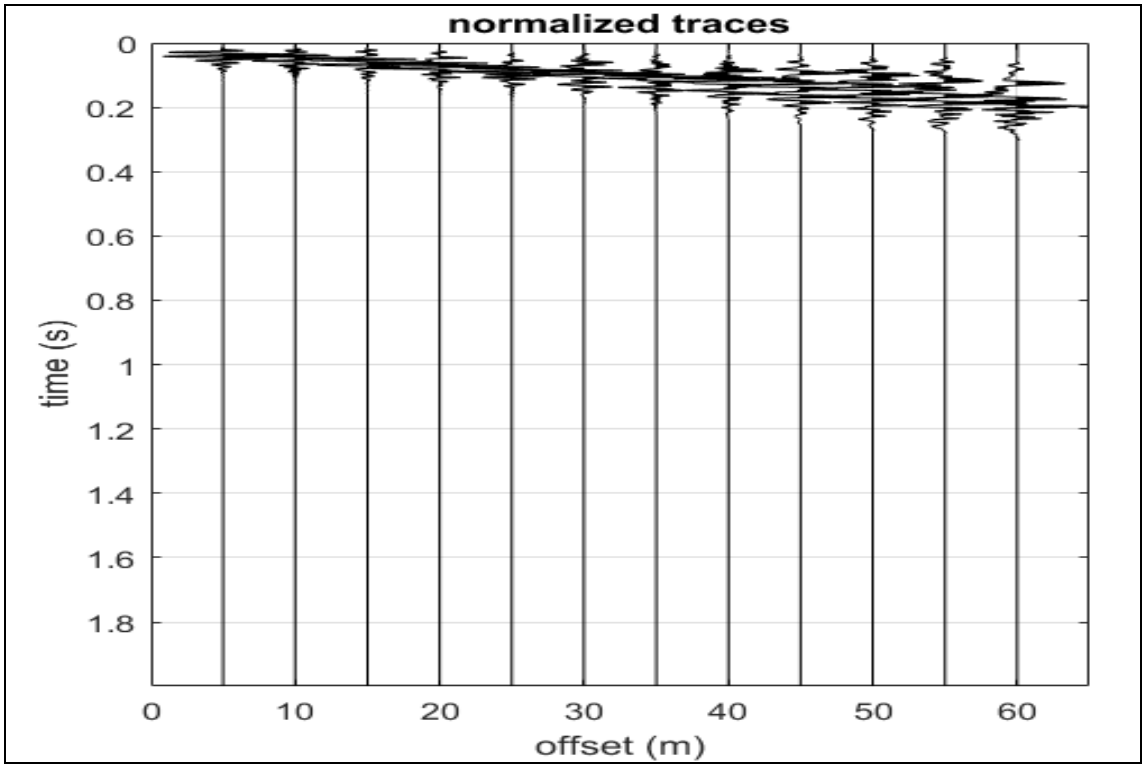


Figura 5: Sismogrammi e spettri di velocità ZVF (onde Rayleigh) e THF (onde Love) **base sismica L3**.

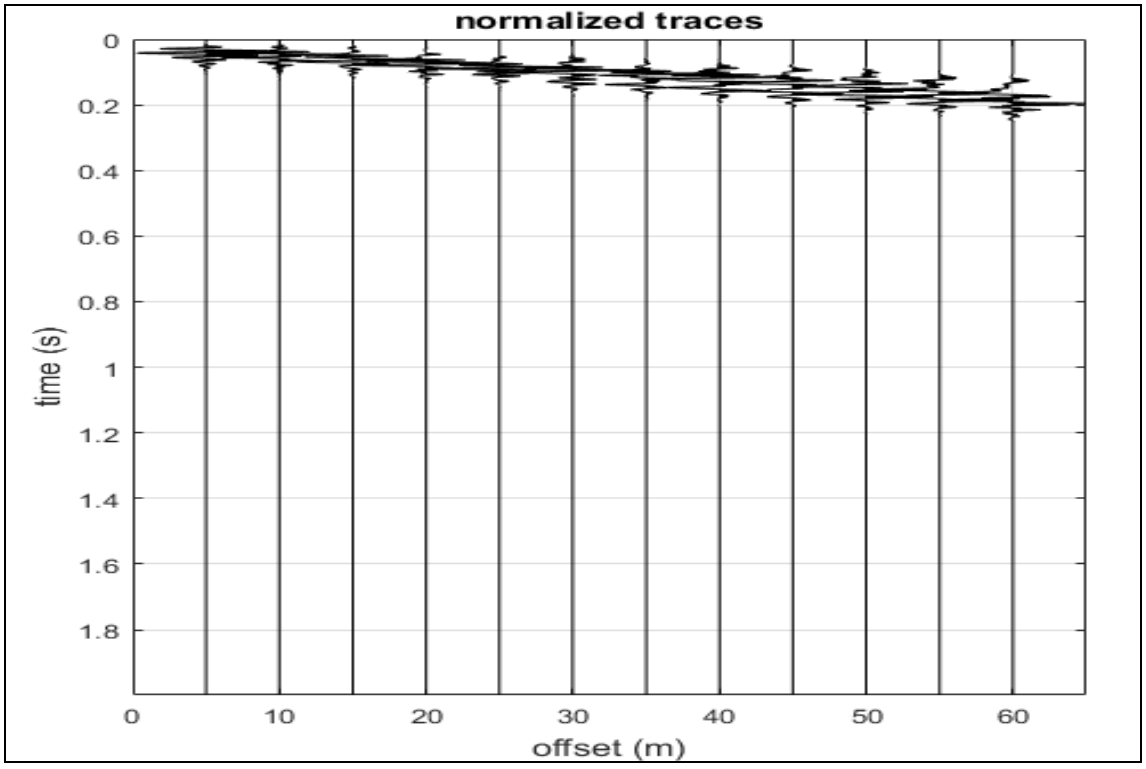


Figura 6: Sismogrammi e spettri di velocità ZVF (onde Rayleigh) e THF (onde Love) **base sismica L4**.

L'elaborazione dei sismogrammi ha consentito di estrapolare gli spettri di velocità dai quale si è risalito tramite picking alle curve di dispersione (fig. 7, fig. 8, fig. 9, fig. 10) che consentono di ottenere sia gli spessori dei vari strati che le rispettive velocità.

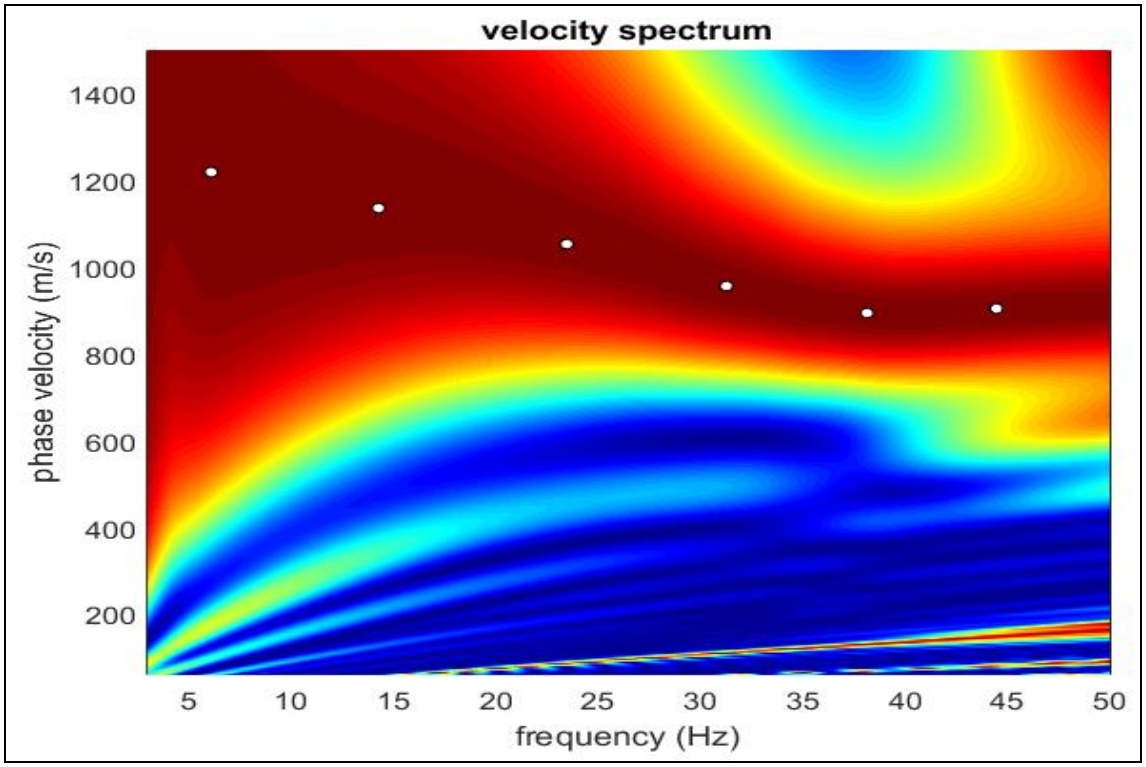


Figura 7: Spettro di velocità **base sismica L1** con picking.

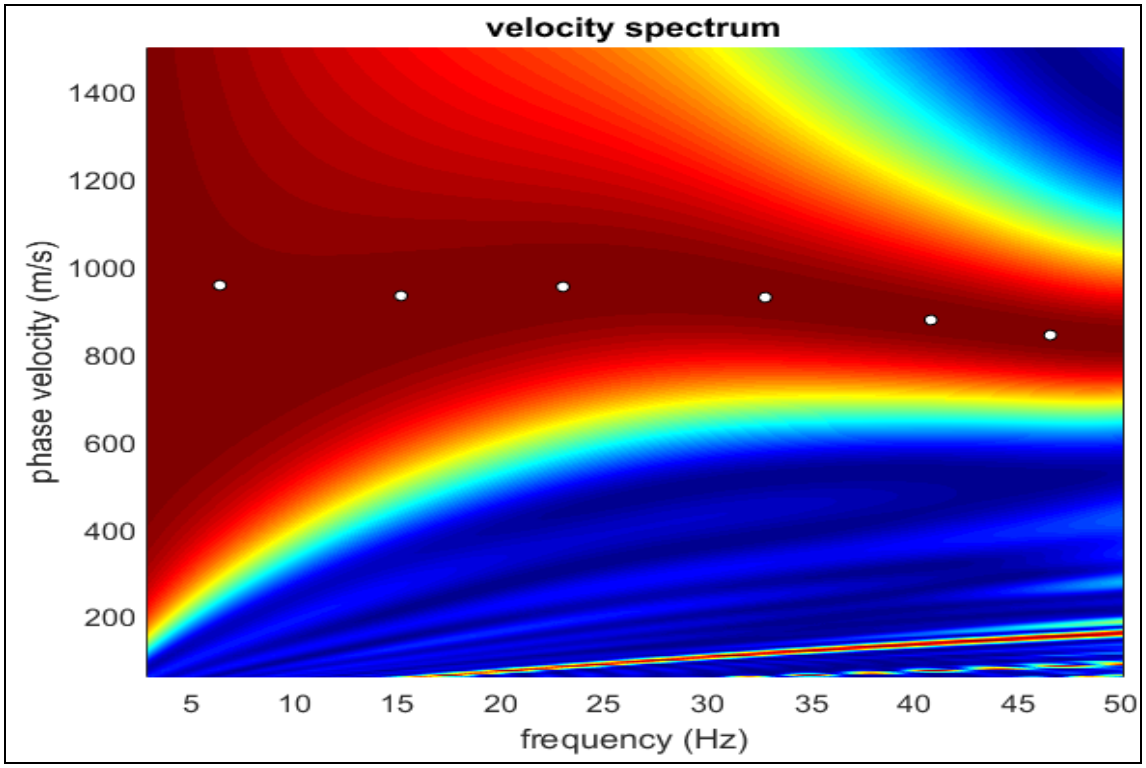


Figura 8: Spettro di velocità **base sismica L2** con picking.

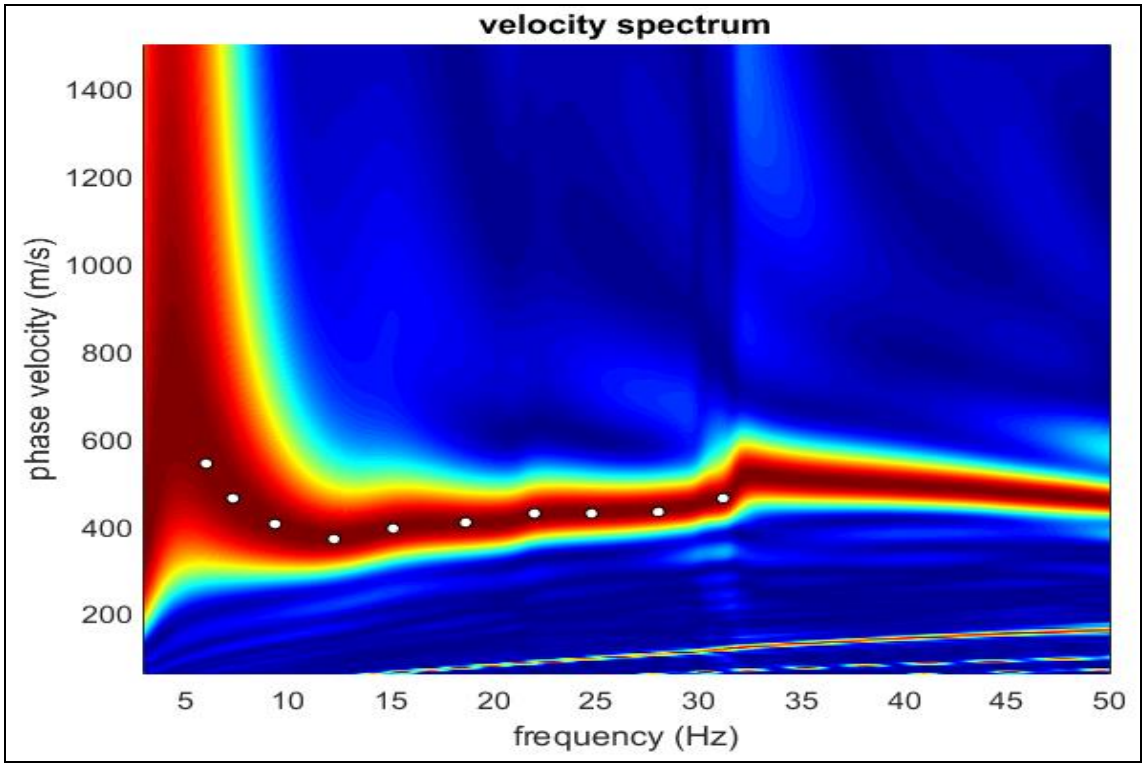


Figura 9: Spettro di velocità **base sismica L3** con picking.

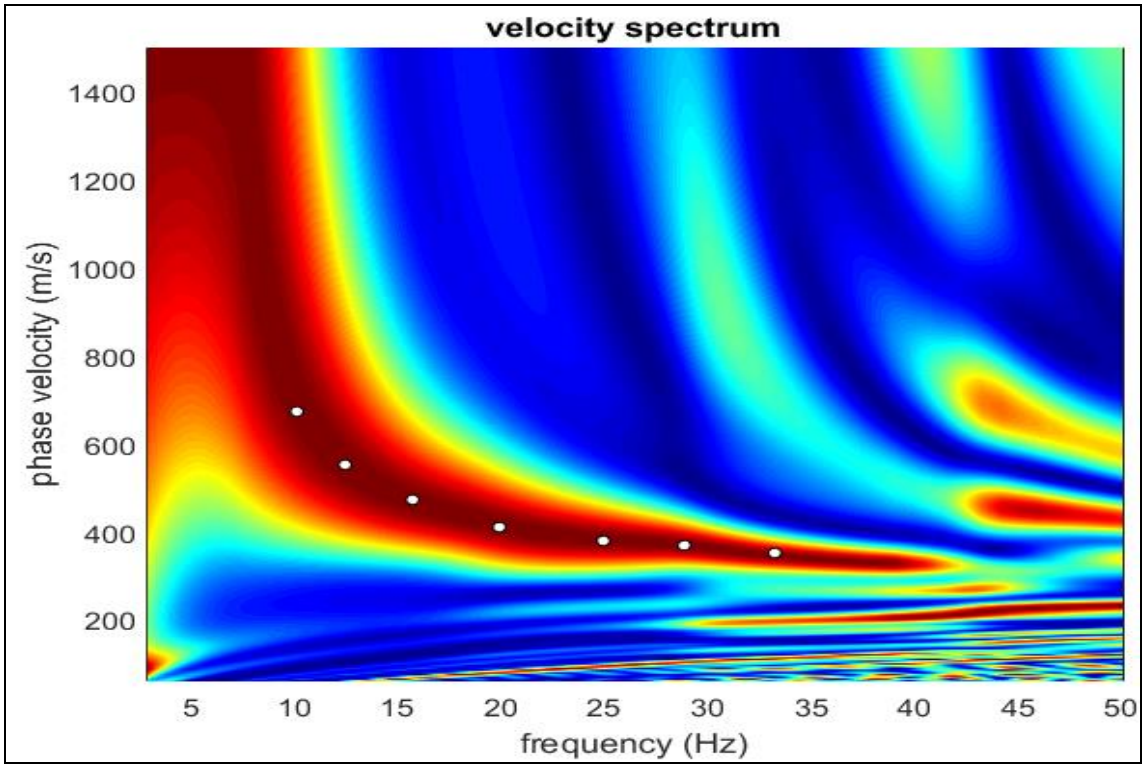


Figura 10: Spettro di velocità **base sismica L4** con picking.

3.1.1 Ricostruzione del sottosuolo mediante analisi congiunta

Dall'inversione delle curve di dispersione si è ottenuta la ricostruzione del sottosuolo in orizzonti aventi differenti spessori e valori di velocità:

BASE SISMICA L1		
Spessore (m)	**Profondità (m)**	**V_S (m/sec)**
1.2	0.0-1.2	**482**
1.5	1.2-2.7	**574**
5.3	2.7-8.0	**1047**
6.3	8.0-14.3	**1015**
4.6	14.3-18.9	**990**
4.3	18.9-23.2	**1194**
6.8	23.2-30.0	**1271**

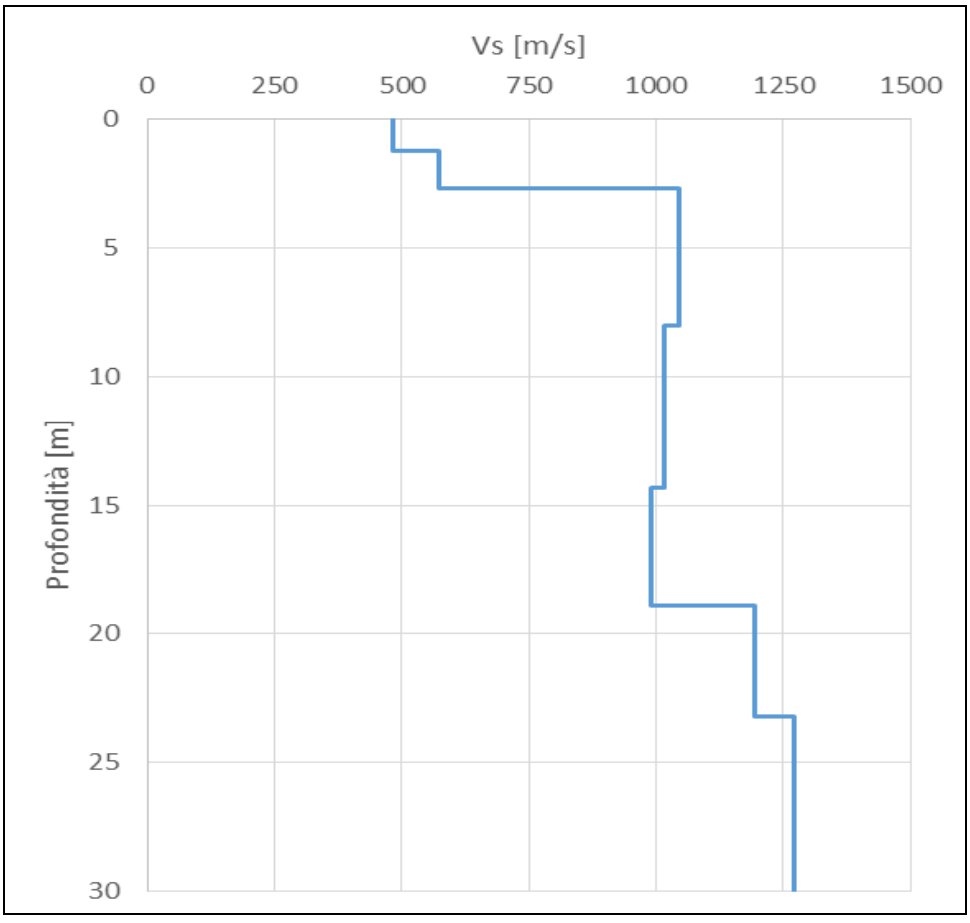


Figura 11: Diagramma delle velocità V_s riferite ai vari strati intercettati nella **base sismica L1**.

BASE SISMICA L2		
Spessore (m)	**Profondità (m)**	**V_S (m/sec)**
1.4	0.0-1.4	**654**
1.1	1.4-2.5	**821**
4.6	2.5-7.1	**1015**
8.8	7.1-15.9	**1205**
5.5	15.9-21.4	**1382**
5.1	21.4-26.5	**1339**
3.5	26.5-30.0	**1491**

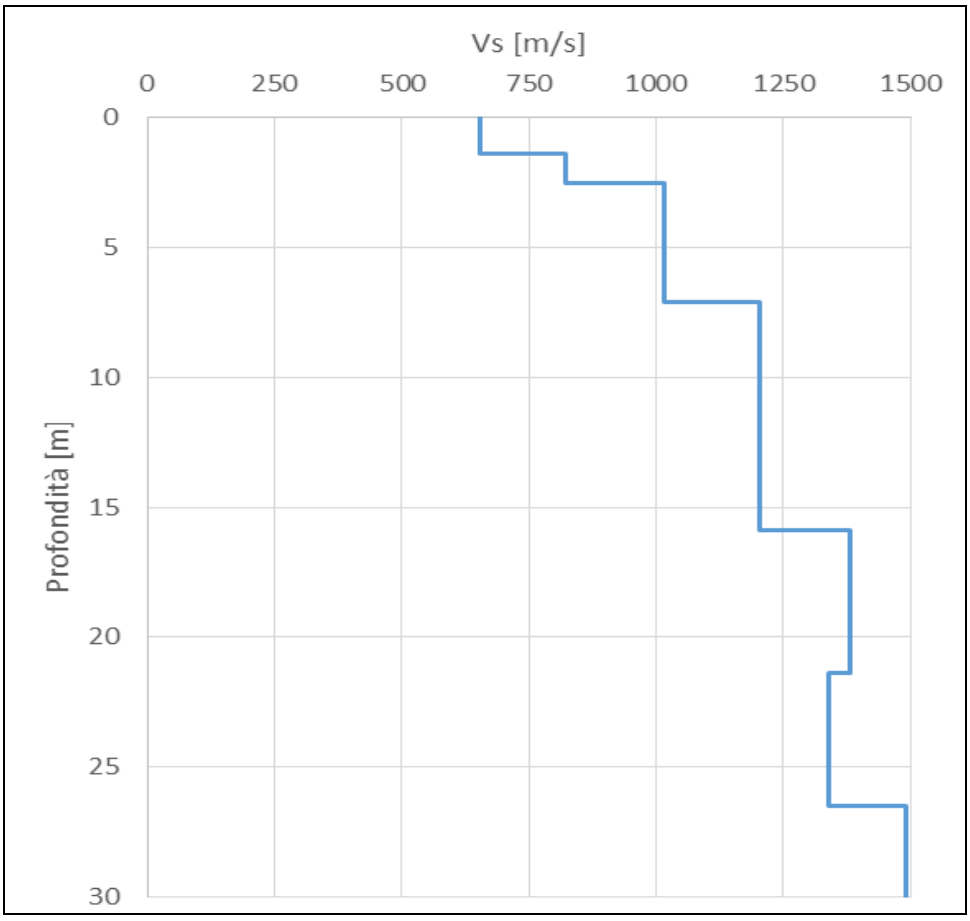


Figura 12: Diagramma delle velocità V_s riferite ai vari strati intercettati nella **base sismica L2**.

BASE SISMICA L3		
Spessore (m)	**Profondità (m)**	**V_S (m/sec)**
2.6	0.0-2.6	**459**
3.9	2.6-6.5	**573**
2.9	6.5-9.4	**462**
5.3	9.4-14.7	**531**
4.5	14.7-19.2	**383**
3.4	19.2-22.6	**415**
3.8	22.6-26.4	**435**
3.6	26.4-30.0	**464**

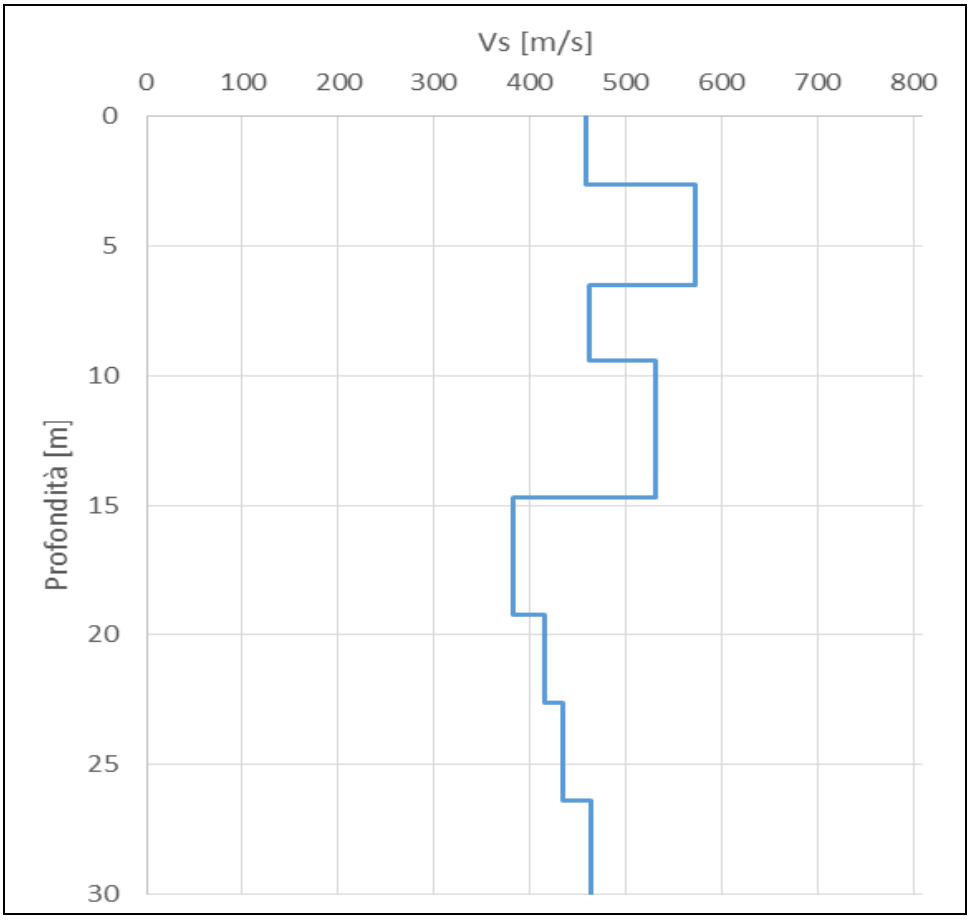


Figura 13: Diagramma delle velocità V_s riferite ai vari strati intercettati nella **base sismica L3**.

BASE SISMICA L4		
Spessore (m)	**Profondità (m)**	**V_S (m/sec)**
1.9	0.0-1.9	**557**
5.6	1.9-7.5	**471**
2.6	7.5-10.1	**498**
2.1	10.1-12.2	**538**
4.2	12.2-16.4	**364**
6.9	16.4-23.3	**391**
4.8	23.3-28.1	**442**
1.9	28.1-30.0	**425**

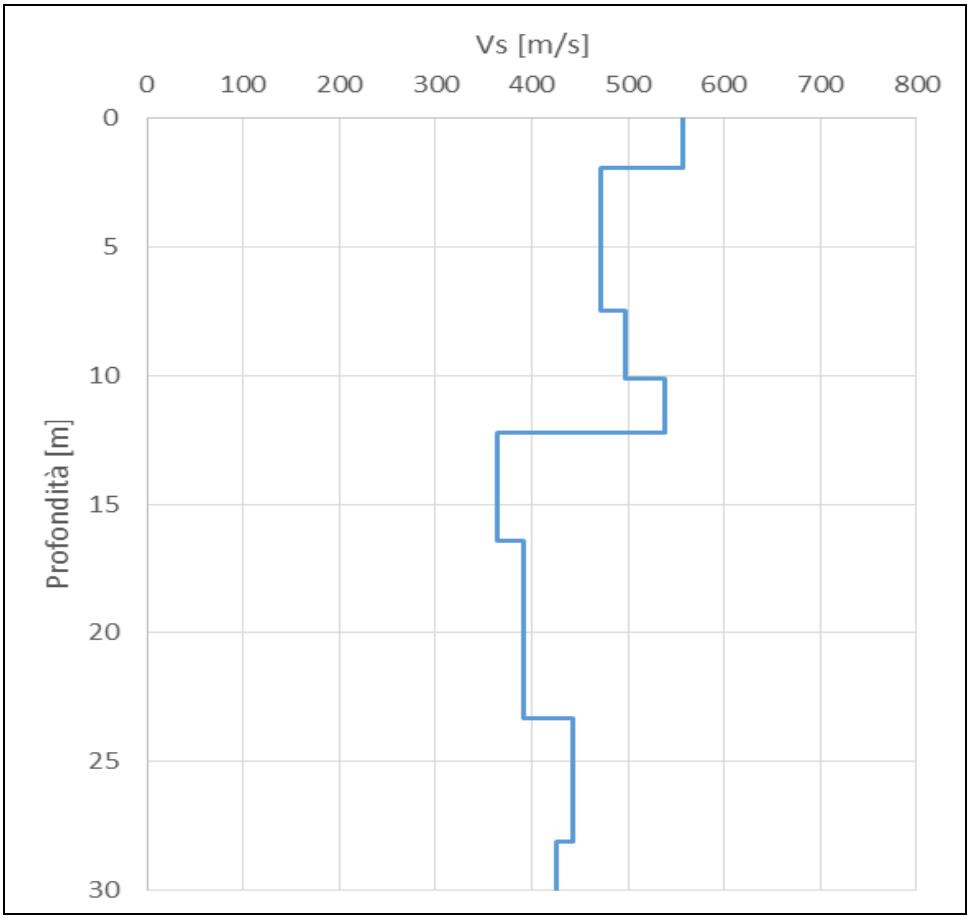


Figura 14: Diagramma delle velocità V_s riferite ai vari strati intercettati nella **base sismica L4**.

3.2 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

Per quanto riguarda la determinazione della categoria di sottosuolo il D.M. 17.01.2018 prevede una classificazione in cinque categorie principali riportate nella tabella 3.2.II (fig. 15) definite in base ai valori della velocità equivalente $V_{S,eq}$ corrispondente alla velocità media di propagazione delle onde sismiche di taglio a partire dal piano di fondazione (per fondazioni superficiali e per muri di sostegno di terrapieni), dalla testa dei pali o dalla testa dell'opera (per opere di sostegno di terreni naturali), fino alla profondità del substrato sismico, definito come quella formazione caratterizzata da V_S non inferiore a 800 m/s. Per depositi con profondità di tale substrato superiore a 30m la velocità equivalente $V_{S,eq}$ è definita dal parametro $V_{S,30}$, considerando le proprietà degli strati di terreno fino alla profondità di 30m.

L'espressione per la determinazione della velocità equivalente $V_{S,eq}$ è la seguente:

$$V_{s,eq} \frac{H}{\sum \frac{h_i}{V_i}}$$

hi = Spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = Velocità dell'onda di taglio i-esima
N = Numero di strati
H = Profondità del substrato sismico con Vs>800m/s

Per il sito in esame la categoria di sottosuolo è stata determinata tramite i dati ottenuti dagli stendimenti sismici con metodologia M.A.S.W. eseguiti.

Dall'elaborazione di tali dati il terreno può essere così classificato:

- **Stendimenti L1 ed L2**: a partire rispettivamente da -2.7m e -2.5m i valori di V_s superano gli **800 m/s** pertanto il terreno risulta classificabile di **categoria 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.

- **Stendimenti L3 ed L4**: presentano velocità $V_{s,eq} = V_{s,30}$ rispettivamente di **460 m/s e 435 m/s** pertanto il terreno è classificabile di **categoria B** "*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.

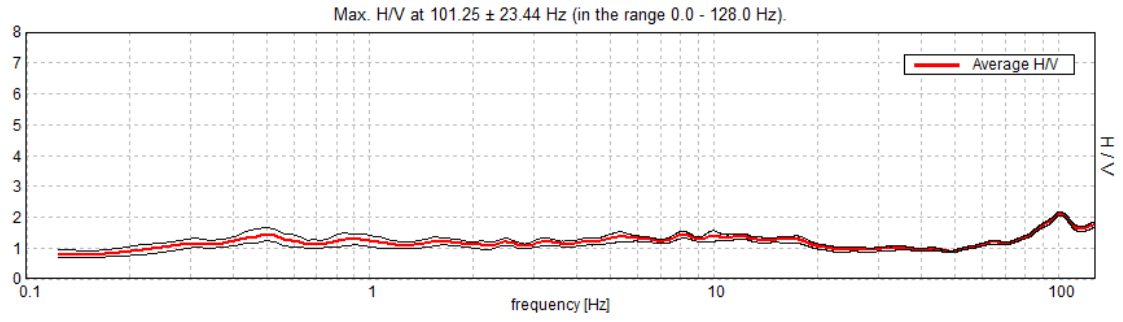
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana 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.
C	*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.
D	*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.
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.

Figura 15: Tabella 3.2.II "Categorie di sottosuolo" – D.M. 17.01.2018.

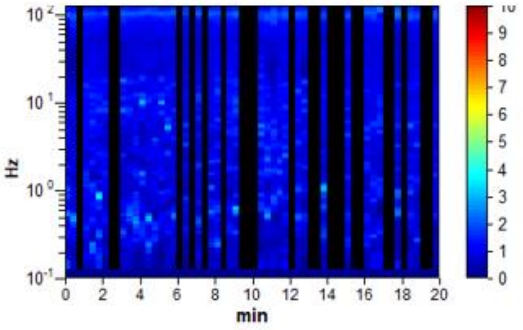
4 RISULTATI INDAGINI SISMICHE PASSIVE H.V.S.R.

Per la verifica della presenza di eventuali orizzonti rifrattori più profondi rispetto alla massima profondità indagata con la sismica attiva e per l'elaborazione congiunta con la medesima oltre che per la determinazione dei valori di frequenza caratteristica del sito e del suolo sono state eseguite n.4 acquisizioni puntuali (TR1, TR2, TR3, TR4) in passivo del microtremore sismico ambientale mediante tromometro digitale, per una durata di venti minuti ciascuna. Si riportano di seguito i relativi diagrammi H/V elaborati dalle misurazioni effettuate sulle aree di interesse (fig. 16, fig. 17, fig. 18, fig. 19).

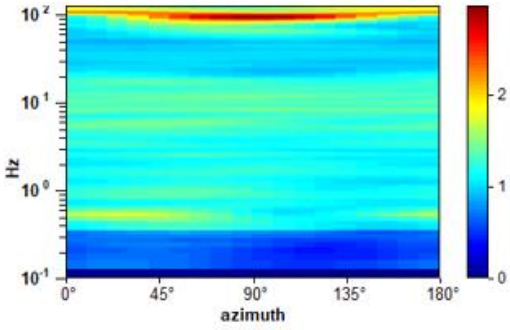
RAPPORTO SPETTRALE ORIZZONTALE SU VERTICALE **TR1**



SERIE TEMPORALE H/V



DIREZIONALITA' H/V



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI **TR1**

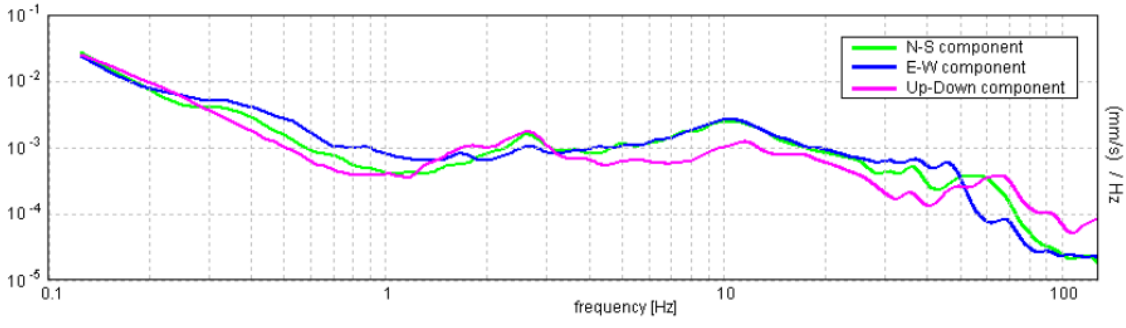


Figura 16: Rapporti spettrali H/V vs Hz e spettri delle singole componenti **acquisizione TR1**.

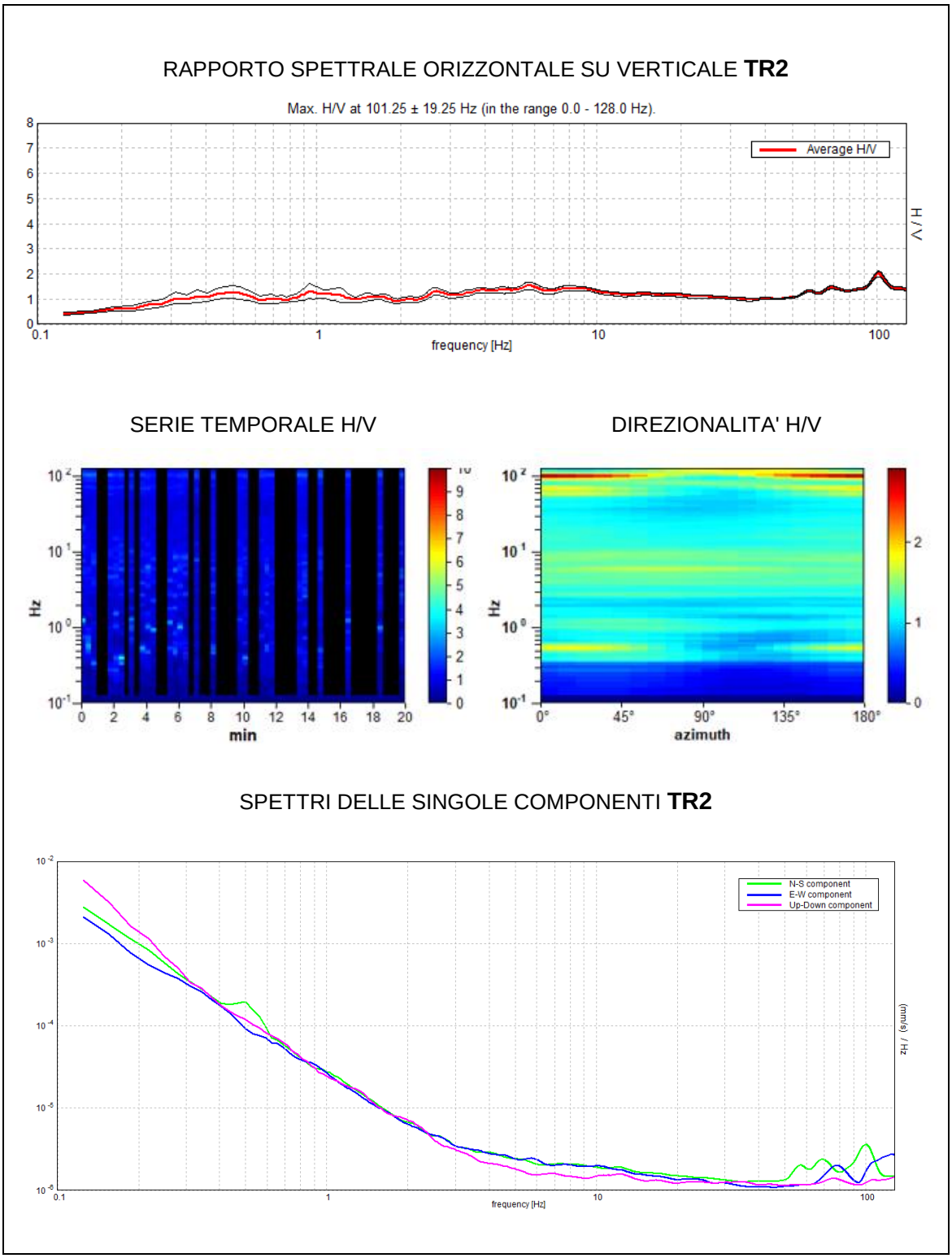


Figura 17: Rapporti spettrali H/V vs Hz e spettri delle singole componenti **acquisizione TR2**.

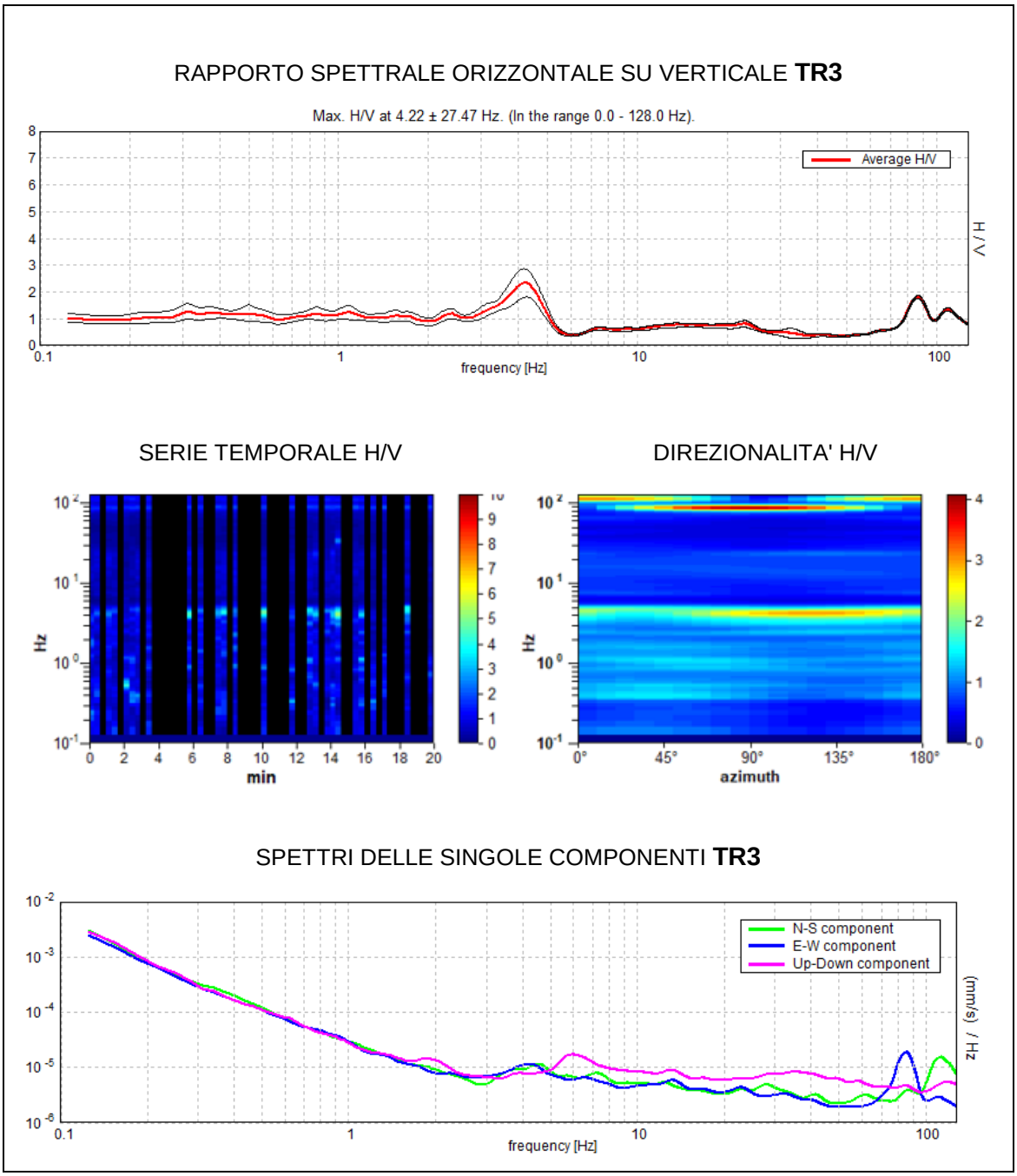


Figura 18: Rapporti spettrali H/V vs Hz e spettri delle singole componenti **acquisizione TR3**.

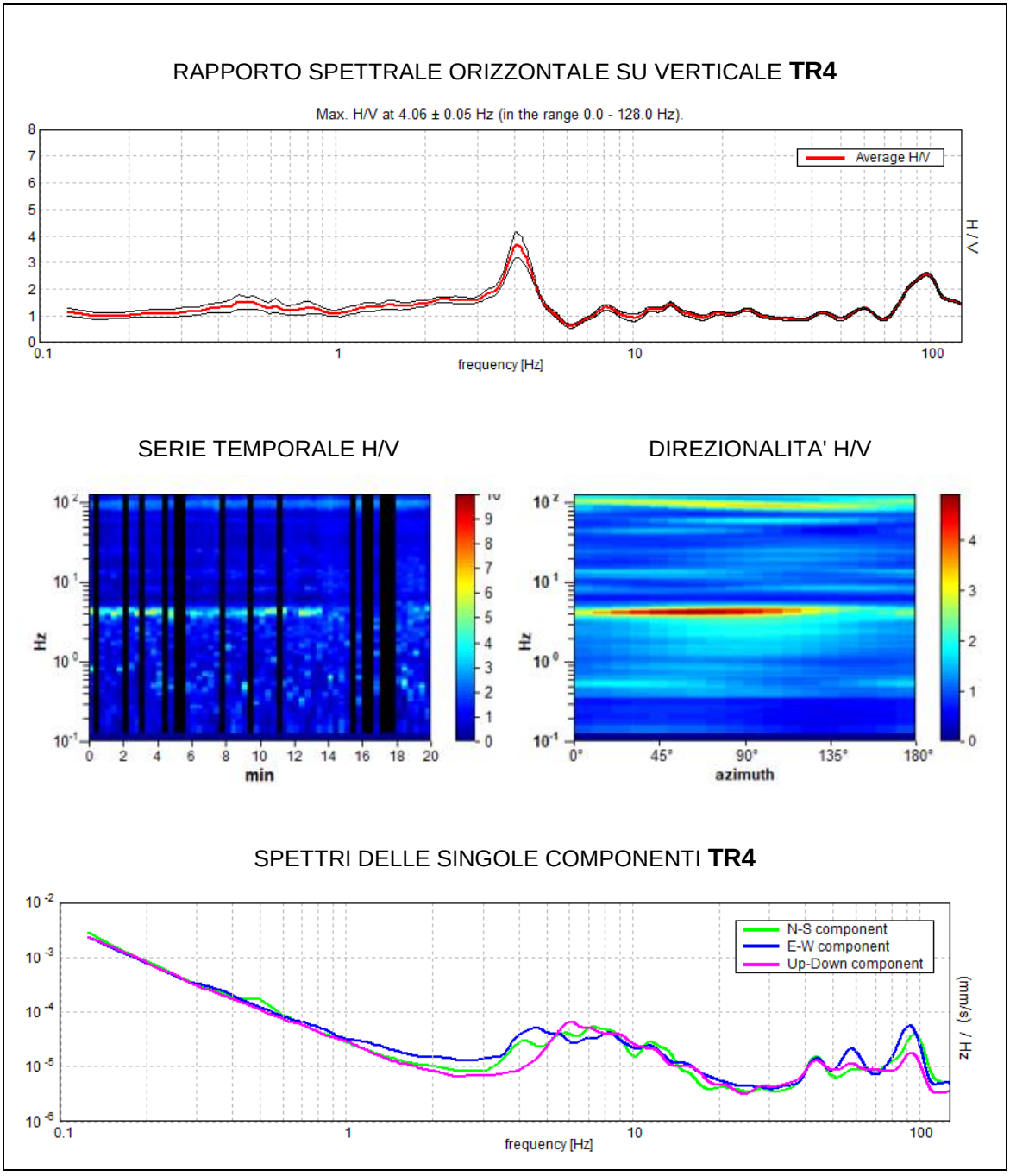


Figura 19: Rapporti spettrali H/V vs Hz e spettri delle singole componenti **acquisizione TR4**.

5 OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

Sulla base delle indagini eseguite è possibile osservare quanto segue:

STENDIMENTI M.A.S.W. L1 ed L2, H.V.S.R. TR1 e TR2

In riferimento a tali indagini, eseguite in corrispondenza del gradone caratterizzato dal sub-affioramento dei litotipi rocciosi calcarei, esse hanno permesso di stimare le velocità delle onde di taglio che caratterizzano tali materiali e che risultano essere superiori agli 800 m/s, ad esclusione di un primo livello superficiale verosimilmente alterato e/o parzialmente disarticolato, con Vs comprese tra 480 m/s e 660 m/s.

Inoltre le elaborazioni H.V.S.R. delle misurazioni eseguite in tale ambito non hanno messo in evidenza, nei grafici riportanti il rapporto spettrale della componente orizzontale su quella verticale, la presenza di picchi di frequenza significativi a causa dell'attenuazione del segnale da parte del bedrock, coerentemente con la situazione litologica riscontrata.

STENDIMENTI M.A.S.W. L3 ed L4, H.V.S.R. TR3 e TR3

Tali indagini sono state eseguite in corrispondenza del bacino di accumulo prima dei limi di lavaggio dell'attività di cava e successivamente dei materiali di risulta di escavazioni ed hanno permesso di stimare sia le loro velocità delle onde di taglio che la profondità della loro interfaccia. Per quanto riguarda le velocità V_s, i soprastanti materiali di risulta delle escavazioni (argilliti compattate meccanicamente) presentano valori indicativamente compresi tra 460 m/s e 575 m/s mentre i sottostanti limi di lavaggio sono caratterizzati da valori di V_s indicativamente compresi tra 365 e 465 m/s. L'interfaccia tra le due tipologie di materiali è stimabile a profondità dell'ordine di 12÷15 metri rispetto al piano di esecuzione degli stendimenti alla data del 18.09.2018.

Le elaborazioni H.V.S.R. delle due misurazioni in tale ambito mostrano entrambe un netto picco nelle corrispondenze di un range di frequenze compreso tra **4.0 Hz e 4.5 Hz** valori che

rappresentano pertanto la **frequenza caratteristica di risonanza del sito** e che sono associabili alla presenza al di sotto dei limi di lavaggio del bedrock calcareo precedentemente descritto.

In tale ambito l'indagine attiva M.A.S.W. non ha permesso di determinare la profondità del passaggio tra i limi di lavaggio ed il substrato roccioso calcareo, in quanto superiore alla massima profondità indagata con tale tecnica. Tale passaggio è in ogni caso stimabile, in maniera comunque meno puntuale, mediante le elaborazioni H.V.S.R. e risulta indicativamente collocarsi tra i 40 ed i 45 metri di profondità rispetto al piano di esecuzione delle prospezioni alla data del 18.09.2018.

6 ALLEGATI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

